

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRANÇA ARANHA - CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MÁQUINAS - APMA

DANIEL BRITO DOS SANTOS

SISTEMA DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS MARÍTIMOS

RIO DE JANEIRO

2014

DANIEL BRITO DOS SANTOS

SISTEMA DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS MARÍTIMOS

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientador: Profº Cláudio de Jesus.

RIO DE JANEIRO

2014

DANIEL BRITO DOS SANTOS

SISTEMA DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS MARÍTIMOS

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Prof. Cláudio de Jesus.

Assinatura da Orientadora

NOTA FINAL: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dá forças e sabedoria para realizar esse curso. Agradeço à minha Esposa, pois ela é meu estímulo a buscar novos conhecimentos para, conseqüentemente, conseguir melhores resultados na minha formação.

Agradeço aos meus pais, por sempre me incentivar a seguir com meus estudos e sempre torceram para que eu tivesse sucesso em minha jornada.

Dedico aos meus pais, por sempre me incentivar a seguir com meus estudos e sempre torceram para que eu tivesse sucesso em minha jornada.

Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

A finalidade deste trabalho é descrever a Manutenção no seu aspecto geral e a sua importância. Como principais objetivos de manter o máximo de vida útil e de produtividade às máquinas e equipamentos, e evitar grandes despesas futuras. É através de Manutenções Preventivas, Corretivas, Preditivas ou Planejadas que estes objetivos podem ser alcançados. Em seguida é dado destaque à manutenção de Máquinas Propulsoras e Sistemas e Equipamentos Auxiliares. Contudo, para que haja uma Manutenção eficaz, ou seja, para que possa evitar uma parada inesperada do equipamento, é necessário reunir condições básicas de planejamento de manutenção de modo a integrar cada função de gerência do navio com os gerentes da direção técnica do Armador, tornando a embarcação o mais eficiente e produtiva.

Palavras-chaves: Manutenção de máquinas. Manutenção de equipamentos. Planejamento. Avarias.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to describe the maintenance on your general appearance and its importance. The main objectives of maintaining maximum service life and productivity of the machines and equipment, and avoid large future expenses. It is through Preventive Maintenance, Corrective, Predictive and Planned that these goals can be achieved. Then emphasis is placed on the maintenance of Propelling Machinery and Auxiliary Equipment & Systems. However, for there to be an effective maintenance, ie, so you can avoid unexpected equipment downtime, you must meet basic conditions of maintenance planning to integrate every function of management of the ship with the managers of the technical direction of the Owner, making the boat more efficient and productive.

Keywords: Maintenance of machinery, Maintenance of equipment. Planning. Troubleshooting.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	INTERNATIONAL SAFETY MANAGEMENT CODE (ISM CODE)	10
2.1	Aplicação	10
2.2	Responsabilidade e autoridade	10
2.3	Manutenção do navio e equipamento	11
3	MANUTENÇÃO	12
3.1	Benefícios da manutenção	12
3.2	Manutenção preventiva	13
3.3	Manutenção corretiva	15
3.4	Manutenção preditiva	16
3.5	Manutenção planejada	16
3.6	Estratégias mistas de manutenção	18
4	MANUTENÇÃO DO MCP	19
4.1	Instruções gerais	19
4.2	Instruções antes das revisões de manutenção	20
4.3	Manutenção cotidiana dos motores de pequenas embarcações	21
5	CALDEIRAS	22
5.1	As impurezas	22
5.2	Efeitos da contaminação da água de alimentação	23
5.3	Tratamento da água de caldeira	25
5.4	Teste da água de caldeira	25
6	EQUIPAMENTOS	27
6.1	Equipamentos do convés	27
6.2	Equipamentos do passadiço	28
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1 INTRODUÇÃO

A origem das avarias nas máquinas e instalações está nos danos à suas peças componentes. Algumas máquinas que não quebram totalmente de uma só vez, porém param de trabalhar quando alguma parte vital para o seu funcionamento está danificada, terão sua durabilidade diminuída e conseqüentemente irão parar no reparo.

A parte danificada pode estar no interior da máquina, no mecanismo de transmissão, no comando, ou nos controles. Pode também estar na parte externa, no eixo, no atuador ou em um acessório de qualquer máquina da Praça de Máquinas e equipamentos do convés ou do passadiço de um navio.

Inicialmente as máquinas e equipamentos do navio sofrem diversas vistorias antes de serem postos em serviço, para fins de inscrição, registro ou emissão de certificados do navio, de acordo com as regras estabelecidas na legislação e nas convenções internacionais. Há uma urgência em planificar a manutenção dos navios para que os Armadores não percam completamente o controle da manutenção de suas frotas e ainda possam diminuir os prejuízos inerentes a uma assistência técnica voltada somente para reparos, sendo que esses reparos irão acarretar durante um certo tempo, a parada desnecessária do navio, além de despesas adicionais.

Então o que existe na marinha mercante para evitar essas despesas adicionais, são Setores de assistência técnica ou Manutenção, Diretorias e Gerências. Contudo, o ideal é existir a bordo um plano contendo as normas da empresa para a realização da manutenção das máquinas e equipamentos de acordo com as suas respectivas horas de funcionamento. Mas são poucas as companhias de navegação que tem seu próprio plano de manutenção para os seus navios. E para que a produtividade e eficiência do navio sejam comprovadas, é necessário reconhecer o valor profissional dos responsáveis em cada função de chefia, além de motivá-los a coordenar as tarefas de manutenção inerentes aos seus subordinados.

2 INTERNATIONAL SAFETY MANAGEMENT CODE (ISM CODE)

A organização apropriada de gerenciamento, em terra e a bordo, é necessária para assegurar padrões adequados de segurança no mar, prevenir ferimentos humanos ou mortes, e impedir danos prejudiciais ao meio ambiente e a embarcação.

Então é requerida uma abordagem sistemática de gerenciamento baseada nas normas do Código ISM, na qual suas aplicações são obrigatórias a fim de assegurar:

- 1 - A concordância entre essas normas e as regras obrigatórias relativas à operação segura dos navios e da proteção do meio ambiente;
- 2 - Que códigos aplicáveis, diretrizes e padrões recomendados pela organização, administração, sociedades classificadoras e organizações instrumentais marítimas são levados em consideração.

2.1 Aplicação

As normas devem ser aplicadas para todos os navios.

2.2 Responsabilidade e autoridade

Em termos de responsabilidade e autoridade, a verificação dessas normas a bordo é feita quando o proprietário do navio ou qualquer outra organização ou pessoa tal como o gerente, ou o afretador a casco nu, que tenha assumido a responsabilidade pela operação do navio proveniente do armador, assegure que o sistema de gerenciamento de segurança funcionando a bordo contenha uma declaração enfatizando a autoridade absoluta do comandante.

No caso da realização de manutenção das máquinas e equipamentos referentes à praça de máquinas assim como aos equipamentos de salvatagem e do convés, esta é de responsabilidade do Oficial de Máquinas.

2.3 Manutenção do navio e equipamento

De acordo com as normas do ISM Code, a manutenção deve ser realizada para assegurar que:

- 1 - As inspeções sejam efetuadas em intervalos apropriados;
- 2 - Qualquer não-conformidade seja comunicada e registrada, com suas possíveis causas, se conhecidas;
- 3 - A ação corretiva apropriada seja tomada antes que um perigo maior se manifeste;
- 4- Os registros desta atividade sejam mantidos.

Os procedimentos do sistema de gerenciamento de segurança do navio auxiliam a identificação dos equipamentos e dos sistemas técnicos para que uma inesperada falha operacional possa ser resolvida a tempo, evitando situações perigosas. Algumas medidas específicas devem ser estabelecidas, visando promover a confiabilidade dos equipamentos ou sistemas através de testes regulares dos equipamentos em serviço, dos que estão na reserva, e dos sistemas técnicos - que não estão em uso contínuo - e também através da identificação das áreas que necessitam de melhorias.

Por fim, as inspeções devem ser realizadas conforme o exposto no ISM Code e de acordo com as normas da Empresa de Navegação Marítima para a emissão dos certificados, garantindo desta forma que o navio pode seguir com a viagem em plena segurança.

3 MANUTENÇÃO

A Manutenção não trata somente do conserto e das ações para manter as máquinas em boas condições. Ela influencia na segurança da embarcação e da tripulação, da mesma forma que ajuda a prevenir as catástrofes e 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. Sendo esta última, a contribuidora para a renovação dos conceitos de manutenção.

No período de 1940 a 1950, 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, durante 1950 até 1975, 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.

3.1 Benefícios da manutenção

Os principais benefícios da manutenção de caráter geral são:

- a) 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;
- b) 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;

- c) Qualidade maior. Porque equipamentos mal mantidos têm maior probabilidade de desempenho abaixo do padrão e com isto pode prejudicar o funcionamento de outros equipamentos que estejam conectados;
- d) Custos de operação mais baixos. Muitos elementos de tecnologia de processo funcionam mais eficientemente quando recebem manutenção regularmente: veículos, por exemplo;
- e) Tempo de vida mais longo. 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;
- f) Valor final mais alto. Instalações bem mantidas são geralmente mais fáceis de vender no mercado de segunda mão.

Portanto o Oficial de Máquinas deve realizar a devida manutenção dos equipamentos tanto na praça de máquinas como no convés, para evitar o comprometimento da operação, além de assegurar o seu perfeito funcionamento, e assim evitar uma situação que prejudique a vida humana a bordo e a segurança da navegação.

3.2 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva 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 do navio.

Estas medidas envolvem a compra ou projeto de máquina adequada para o serviço, sua fabricação, testes finais, transporte, instalação, amaciamento e especificações para manutenção e operação apropriadas.

Nos casos em que a máquina ainda vai operar é necessário tomar certos cuidados, tal como, protegê-la contra intempéries para que não sofra danos mecânicos durante a carga, transporte e descarga. Tratando-se de máquinas que não forem utilizadas imediatamente, se deve 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.

Em termos de grandes reparos, estes devem ser planejados quando são encontradas péssimas condições operacionais da máquina durante as observações periódicas, e de acordo com as quantidades de trabalhos a serem executadas. Conseqüentemente, uma avaliação será

feita, baseada nas comparações entre os novos e os antigos relatórios, e através das informações contidas nos mesmos.

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:

- a) Ler o manual de cada máquina e certificar-se de que o funcionamento e a finalidade de todos os botões, alavancas e manivelas, foram compreendidos pelo operador;
- b) Submeter o operador a treinamento durante as operações das máquinas, para que ele futuramente possa manuseá-las adequadamente e para que desta forma assegure uma máxima produtividade com um desgaste mínimo das máquinas;
- c) Reportar a tempo as anomalias notadas, submetendo o operador a treinamentos que consistam na 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;
- d) 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;
- e) Aquecer a máquina 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;
- f) Certificar que a máquina está devidamente abastecida com todos fluídos antes de dar partida;
- g) 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 engripamento;
- h) Certificar que todos os comandos estão funcionando antes de pôr a máquina em movimento;
- i) 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;

- j) Controlar o devido abastecimento da máquina, tanto a respeito da quantidade, como sobre a qualidade dos fluidos. 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 engripamento dos injetores, além da necessidade de sangrar o ar;
- k) 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;
- l) Manter a máquina limpa, pois a sujeira não permite notar, por exemplo: vazamento, trincas e parafusos cisalhados.

3.3 Manutenção corretiva

Esta abordagem é a forma mais óbvia e como o próprio nome já diz, significa deixar as instalações continuarem a operar até quebrarem e o trabalho da manutenção é realizado somente após a falha ter ocorrido. Por exemplo, as televisões, os equipamentos de banheiros e os telefones nas instalações a bordo somente serão consertados depois de terem quebrado.

Existem algumas peças de reposição a bordo e o conserto pode ser feito de imediato ou quando necessário. Esta é formada por duas etapas, ou seja, na primeira é feito um diagnóstico do problema para descobrir a sua origem, e na segunda etapa é feita a sua correção através de um reparo ou substituição de peças.

De maneira geral esta não significa uma manutenção de emergência, em que não pode ser adiada devido ao fato do equipamento afetado ser de importância fundamental, porém uma quebra inesperada necessita de mais peças, reduz a vida útil do motor podendo comprometer a operação, sendo que na maioria dos casos, não se pode prever quando a máquina irá apresentar um defeito.

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 conseqüente paralização do equipamento para realização da manutenção, passando a ser uma situação indesejável para o Armador, pois envolve altos gastos e pouco lucro.

3.4 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva visa realizar a manutenção somente quando as instalações precisarem dela, porém esta prevê falhas com um acompanhamento direto e constante, e sem esperar pela quebra dos equipamentos. Por exemplo, a parada da máquina para trocar um mancal, quando não é absolutamente necessário fazê-lo, retiraria de operação os equipamentos de uso contínuo por longos períodos e reduziria sua utilização. Neste caso, a manutenção preditiva pode incluir a monitoração contínua das vibrações, por exemplo, ou algumas outras características da linha. Os resultados desta monitoração seriam então a base para decidir se a linha deveria ser parada e os mancais substituídos.

Para obter precisão nos resultados da manutenção preditiva é necessário que seja feita: análise de vibração, ultra-som, ferrografia, tribologia, monitoria de processo, inspeção visual e outras técnicas de análise não-destrutivas.

É através destes métodos que este tipo de manutenção diferencia-se das demais, além de ser um meio de melhorar a produtividade e detectar os problemas futuros antes deles se tornarem sérios, evitando desta forma que a máquina venha parar de funcionar ou quebrar.

3.5 Manutenção planejada

É essencial que o navio esteja navegando para que este gere lucro para o Armador. É claro que o tempo de parada nos terminais para o carregamento e a descarga, é indispensável para a realização da viagem. Qualquer outra parada apresentará prejuízo para o Armador.

Portanto é utilizado nos navios, um sistema que consiste no planejamento da manutenção, antes que esta se realize a bordo. Sendo o comandante, a autoridade responsável pela sua realização e dos respectivos relatórios. Atualmente utiliza-se o Histórico de Manutenção e Instruções de Rotinas de Serviços, que é um documento onde consta: o local onde as máquinas e os equipamentos estão situados, a quantidade das horas de funcionamento destas, e a especificação do tipo de operação a ser executada em termos de manutenção. E posteriormente, a análise destas informações recebidas, servirão para a verificação do funcionamento do sistema e ainda para planejamento de outra manutenção.

Também convém abrir uma pasta que contenha todos os dados sobre as operações da máquina, desde a sua entrada no navio, para que o controle sobre a manutenção realizada possa existir e também para que estes dados possam ser localizados com presteza.

Cada empresa possui o seu próprio sistema para esse tipo de gerenciamento a bordo. Por exemplo, na Empresa Transpetro, o programa Safe Net é utilizado em seus navios a fim de identificar materiais danificados, fazer novos pedidos, comprovar a entrega dos equipamentos pro navio, e identificar quando a manutenção foi realizada. Porém qualquer avaria e conserto realizado deve constar no Livro de Serviço de Quarto e este serve para complementar os dados do Safe Net.

O Sistema de Manutenção Planejada também abrange outros documentos, tais como: Lista de Equipamentos Instalados, Instruções e Programas de Manutenção, Quadro de Planejamento, Fichas e Relatórios de Manutenção, Folhas de Avarias e Reparos.

No caso do Controle de Sobressalentes de peças a bordo, este é feito através do preenchimento de folhas de registro, pelo pessoal de bordo, e nele consta o movimento das peças consumidas e recebidas. O conjunto de folhas referentes a cada mês é encaminhado para terra de modo a possibilitar a atualização do Livro de Registro de Estoque mantido em terra e uma cópia deste conjunto deve ser mantida a bordo.

O Manual de Operação é extremamente importante para familiarizar a tripulação com o maior número possível de características do navio, identificando seus sistemas e equipamentos. E este também efetiva as recomendações que devem ser seguidas durante o serviço a bordo. Caso este estágio seja atingido, haverá maior perspectiva de uma condução segura, evitando-se avarias ou mau funcionamento dos componentes do navio, e diminuindo as necessidades de reparo.

Esse manual não é necessariamente parte de um sistema de manutenção planejada, porém, um dos propósitos da manutenção é proporcionar condições para que o navio permaneça em operação. Se o Manual de Operação tem esta finalidade, ele deve estar integrado no sistema de manutenção. Toda essa burocracia é essencial para alcançar os objetivos da manutenção planejada. E de maneira geral, eles são:

- a) O aumento da eficiência dos navios, decorrente de diferentes sistemas utilizados a bordo para obter o melhor tipo de gerenciamento;
- b) A utilização efetiva do tempo disponível e das instalações existentes a bordo, visando assegurar: que não haja desperdício em atividades de pequena importância, e que as tarefas sejam executadas dentro das prioridades mais relevantes;
- c) A otimização da aquisição e do armazenamento de sobressalentes, através de um controle e de um inventário permanente. Dessa forma haverá uma redução do tempo em que o navio ficará parado no porto para que os reparos sejam efetuados.

Contudo a Manutenção Planejada permite também: a redução de acidentes a bordo, maior tempo de funcionamento do navio, segurança no transporte de carga ou passageiros, aumento do controle de sobressalentes através de reposição e estoque em paióis, manutenção e supervisão periódica de tarefas a serem executadas pela tripulação ou oficinas contratadas. Com todas essas vantagens verifica-se um controle maior de peças e serviços através do pessoal de bordo e da Divisão de Manutenção, utilizando os relatórios que constam de todas as tarefas executadas a bordo.

3.6 Estratégias mistas de manutenção

A abordagem para instalação de máquinas e equipamentos é realizada de acordo com as diversas circunstâncias. Portanto, o Armador deve estabelecer uma estratégia de manutenção para um período relativamente longo, onde deverá ser levado em consideração o ambiente operacional da embarcação, traduzido nos riscos envolvidos na interrupção da operação do navio e na disponibilidade de recursos existentes.

A estratégia de trabalhar até quebrar, da manutenção corretiva, é usada com frequência nos casos em que o conserto é fácil, ou quando a manutenção regular é muito dispendiosa, ou quando a falha tem a mesma probabilidade de acontecer antes ou depois do conserto.

A manutenção preventiva é usada quando o custo da falha não planejada é alto e quando a falha não é totalmente aleatória. E também é empregada, principalmente nos casos em que as falhas podem provocar catástrofes ou riscos ao meio ambiente, aos sistemas complexos ou de operação contínua, e em locais onde não é possível fazer uma inspeção preditiva. Essa última é usada quando algumas falhas não são facilmente percebidas, sendo necessário a utilização de métodos que as identifique e as corrija a tempo.

Contudo, a maior parte da produção utiliza uma combinação dessas abordagens, porque diferentes elementos das instalações a bordo, têm características diferentes.

4 MANUTENÇÃO DO MCP

4.1 Instruções gerais

Assim como as máquinas e equipamentos se diferenciam uma das outras, devido ao modelo utilizado em suas fabricações e de acordo com as especificações dos fabricantes, os motores de combustão principal a diesel, utilizados nos navios, também, não seriam uma exceção. Então, o que será abordado são as medidas para efetuar uma revisão em seu aspecto geral, e as medidas mais específicas, podem ser encontradas no Manual de cada motor.

O motor deve então, ser inspecionado e limpo em intervalos regulares, a fim de mantê-lo em boas condições e sempre pronto 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 enjambado 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 suprimento para a peça em questão deve ser feito, de modo a completar novamente o estoque de peças sobressalentes. Logo, a verificação e o controle das peças deste estoque, também fará parte da rotina do Oficial de Máquinas.

Após finalizados os trabalhos de revisão, o motor deve ser completamente limpo com panos de limpeza que não soltem fiapos e não sejam feitos de estopa. E se alguma revisão foi executada com peças do Sistema de Controle, o mesmo deve ser testado quanto ao seu correto funcionamento.

4.2 Instruções antes das revisões de manutenção

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

- a) Fechar a válvula de interceptação automática do ar de partida e as válvulas de interceptação dos reservatórios do ar de partida;
- b) Descomprimir completamente o ar de todas as canalizações de ar de partida, antes e depois das válvulas de interceptação automática;
- c) Deixar as torneiras de descompressão abertas. E no caso das torneiras do indicador, estas devem ser mantidas abertas enquanto os trabalhos de revisão estiverem sendo executados;
- d) Engrazar a catraca e travar alavanca;
- e) Deixar que o motor esfrie no mínimo por dez 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.

4.3 Manutenção cotidiana dos motores de pequenas embarcações

Esta parte diz respeito à manutenção preventiva indicada geralmente nos manuais, como recomendações de lubrificação e operação, ou seja, não requer o uso de ferramentas mecânicas, limitando-se a equipamentos de limpeza, dispositivos mecânicos de abastecimento e lubrificação, além de obedecer aos intervalos das horas de serviço.

A cada 10 horas ou mais freqüentemente, caso necessário, deve ser verificado:

- a) O nível de óleo do cárter, completando-o e tendo o cuidado de não permitir penetração de sujeira ou de tinta nesta ocasião;
- b) Drenar a água e impurezas e completar o nível do tanque de combustível, sempre que necessário;
- c) Observar os instrumentos do painel, os gases de combustão e os ruídos do motor.

A cada 50 horas ou quando necessário deve-se verificar:

- a) O nível de eletrólito das baterias deve estar um centímetro acima do nível das placas, caso contrário deve-se adicionar só água destilada e observar se o regulador perde água muito depressa;
- b) A densidade do eletrólito das baterias deve permanecer a 1,25 g/cm³ ou mais. Abaixo desse valor deve-se recarregar e testar de novo, e se o caso se repetir, troca-se o eletrólito.
- c) Lavar o filtro primário do combustível e drenar;
- d) Drenar a água dos tanques de óleo combustível, e em caso de excesso, verificar se tem vazamento nas serpentinas.

E a cada 100 ou 125 horas deve-se:

- a) Verificar o sistema elétrico e o funcionamento dos instrumentos do painel;
- b) Lavar as tampas dos tanques de óleo, os respiros e os respectivos elementos de filtro de tela.

5 CALDEIRAS

5.1 As impurezas

A maior fonte de constantes preocupações para a manutenção das caldeiras é a presença de impurezas prejudiciais, que 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:

- a) 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 sedimentação, de onde o óleo pode alcançar o sistema de água de alimentação, através dos drenos;
- b) 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;
- c) O oxigênio dissolvido 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;
- d) Os produtos da corrosão provenientes das canalizações, dos tanques de alimentação e das máquinas. Em que na maioria das vezes encontram-se sob a forma de óxido de ferro;
- e) O excesso da composição desincrustante, usada no tratamento químico da água de alimentação, se este tratamento for mal dosado;
- f) Os sais tais como o cloreto de sódio, cloreto de magnésio, sulfato de magnésio, sulfato de cálcio e carbonato de cálcio 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.

5.2 Efeitos da contaminação da água de alimentação

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.

Elas também são responsáveis 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.

5.3 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:

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

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.

5.4 Teste da água de caldeira

É necessário ter o conhecimento das condições exatas de água da caldeira, diariamente, a fim de que seja aplicado o tratamento adequado para a corrosão das condições que não forem satisfatórias e para a retirada de incrustações. Este conhecimento é adquirido por meio de alguns testes simples, que são realizados periodicamente, tomando-se amostras de todas as caldeiras, tanques de alimentação e reserva e da descarga das bombas de extração do condensado em atividade.

Os testes feitos são os da alcalinidade, da salinidade, da dureza e do oxigênio dissolvido cujos resultados são dados em parte por milhão ou em equivalente por milhão, para depois comparar os resultados da análise com os limites indicados, e verificar se os resultados foram demasiadamente baixos. Neste segundo caso, um produto químico deverá ser utilizado, e a água deverá ser analisada novamente, depois de 10 minutos.

6 EQUIPAMENTOS

6.1 Equipamentos do convés

É no convés que se encontram as máquinas e os equipamentos necessário para a atracação e fundeio, tendo em vista que os cabos de amarração são pesados e alguns são até de aço.

Estes equipamentos de convés se resumem em 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 está em desuso e é um eixo de trabalho no sentido vertical que também serve para solecar ou tesar os cabos de amarração, e este utiliza a coroa de barbotin para arriar e suspender o ferro. Os equipamentos de suspensão, ou seja, molinete e guinchos de manobras, constam de uma máquina motriz, saia, tambor, eixos e transmissões.

Então os principais cuidados com estes equipamentos são:

- a) 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;
- b) Usar somente os lubrificantes indicados pelos fabricantes. Normalmente os fabricantes indicam no manual de instrução do equipamento, as partes a serem lubrificadas;
- c) Observar o nível de óleo lubrificante no cárter e se existe graxa nos pontos de lubrificação, antes de usar o equipamento;
- d) Fazer a purgação do condensado da rede e da máquina, se a máquina motriz for a vapor;
- e) 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;
- f) Observar sempre quando o equipamento estiver funcionando, se existe qualquer barulho estranho ou aquecimento excessivo nas partes que se atritam.

6.2 Equipamentos do passadiço

Da mesma forma que estes equipamentos de convés são importantes para a manobra, os equipamentos do passadiço complementam a segurança da navegação. Portanto eles devem estar sempre funcionando corretamente, para que em situações de emergência como, por exemplo, o de um apagão do navio, alguns desses equipamentos voltem a funcionar de preferência com energia do gerador de emergência, como é o caso do GMDSS, ou por energia do sistema transitório.

Porém, as manutenções e reparos dos aparelhos eletrônicos que se encontram no passadiço só podem ser feitas quando o navio está no porto e por um técnico designado pela Companhia de Navegação. Então, algumas medidas para não danificá-los devem ser tomadas pelo Oficial de máquinas, porque uma situação que acontece muito a bordo e deve ser evitada é a de: colocar o MCA em paralelo e este sair de barra, imediatamente, devido a algum defeito no seu AVR. A rápida recolocação do motor em funcionamento é perigosa porque todos os utilizadores alimentados pelo Quadro Elétrico de Emergência serão desligados e, logo em seguida, religados novamente. Como resultado disto, os equipamentos sem proteção poderão ser avariados pelo pique de corrente que pode ocorrer. E equipamentos protegidos, como o ARPA, por exemplo, só serão ligados depois de algum tempo (um ou 2 minutos) e reiniciados a partir da primeira etapa da sua rotina inicial. Isso pode deixar o navio em situação perigosa em uma linha de tráfego ou em um canal estreito, sem necessidade.

Outras medidas também têm que ser tomadas, para que os sistemas de emergência não deixem de operar nas situações de perigo. Como, por exemplo, a verificação do nível das baterias dos sistemas que geram a energia para o navio quando este sofre um apagão.

E em situações mais críticas, o sistema transitório que gera a energia para o gerador de emergência (sendo que este deveria ser o primeiro a funcionar nessas condições) também pode não operar. Portanto, cada vez mais a situação vai se agravando, então os conhecimentos do maquinista serão essenciais para gerar novamente a energia do navio em um momento de perigo, o que poderia ter sido evitado se medidas preventivas tivessem sido tomadas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer do trabalho de Monografia foram descritas diversas considerações a respeito dos Sistemas de Manutenção de Máquinas e Equipamentos Marítimos. Nas Considerações Finais serão enfatizados alguns pontos importantes da análise obtida.

A Manutenção dos Equipamentos Marítimos é imprescindível para a segurança do navio. Sendo que surgiu há tempos e desde então, vem sendo estudada e aprimorada. Ela foi dividida em etapas, podendo ser corretiva (a mais cara), preventiva (a mais econômica), preditiva (a mais moderna), produtiva (a qual é auxiliada por um nível maior de automatização), e planejada (a mais indicada na maioria dos casos).

As máquinas e equipamentos marítimos obedecem a normas específicas para que o responsável pela manutenção tenha um trabalho seguro e eficiente, seguindo um roteiro pré-estabelecido pelos fabricantes dos equipamentos e pela Empresa.

É de extrema necessidade que todos os equipamentos marítimos e máquinas estejam submetidos a devida manutenção, porém cada equipamento possui peculiaridades, logo, não existe uma fórmula ideal e padrão de manutenção. A única igualdade na manutenção de equipamentos é que antes de efetuar qualquer tipo de manutenção deve-se ler o Manual de Operações do equipamento, pois é nele que são encontradas todas as particularidades e observações para um serviço ideal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIAS, Francisco. **Inspeção em caldeiras marítimas** (Apostila). Rio de Janeiro, 1997.
- RIBEIRO, Hamilton José. Manutenção de uma instalação naval. Monografia.
- SEIXAS, Eduardo de Santana. **Confiabilidade aplicada na manutenção**. Qualitymark Editora Ltda. Rio de Janeiro.
- NIEMANN. **Elementos de Máquinas**. Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 1960.
- ZEN, Milton Augusto Galvão. **Fator humano na manutenção**. Qualitymark Editora Ltda. RJ
- MARTINS, Jorge. **Motores de combustão interna**. Ed: Ensino Profissional.
- PORQUE investir em manutenção? Disponível em:
<http://www.solen.com.br/manutencao_preditiva.doc>. Acesso em: 31 jul. 2014.