



MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE



RODRIGO DA SILVA SOUZA



**A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DA QUALIDADE
DO ÓLEO LUBRIFICANTE DO MCP E MCA**

RIO DE JANEIRO

2013

RODRIGO DA SILVA SOUZA

A importância do controle da qualidade do óleo lubrificante nos MCP e MCA

Monografia apresentada como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Nautica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador (a): Professor Gabriel de Andrade **Galindo**

Rio de Janeiro

2013

RODRIGO DA SILVA SOUZA

A importância do controle da qualidade do óleo lubrificante no MCP e MCA

Monografia apresentada como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

AVALIAÇÃO

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador (a): _____

Titulação (Mercante/Especialista/Mestre/Doutor, etc)

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

DEDICATÓRIA

À minha família, que me apoiou bastante em
muitos momentos difíceis.

Aos amigos que estiveram enfrentando os
obstáculos de nossa formação e realizações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Sr. Severino, Presidente do SINDMAR, que me ajudou a realizar a viagem para a Alemanha, onde, além dos novos conhecimentos adquiridos, pude coletar mais dados para esta monografia. Agradeço ao Vice Presidente de Pesquisa e Desenvolvimento da Voith Turbo Schneider Propulsion, Dr. Dirk Jürgens, e à sua equipe, pela excelente recepção em suas instalações em Heidenheim, Alemanha. No qual, proporcionou o máximo aproveitamento dos recursos existentes na empresa. Agradeço também, ao professor Henrique Vaicberg que me acompanhou na realização da pesquisa quanto aos assuntos relacionados ao Voith Schneider Propeller.

Agradeço ao engenheiro Bernhard Graule responsável pela engenharia e design do Voith Schneider Propeller, que me explicou bastante sobre o sistema lubrificante.

Para organização e conclusão de toda pesquisa foi fundamental o apoio do Prof. Galindo, que foi paciente ao orientar esta monografia; seu direcionamento de pesquisa, suas sugestões e apontamentos foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aprendi que não se deve medir o sucesso pela posição que a pessoa alcançou na vida, mas pelos obstáculos que ela teve de superar enquanto tentava ser bem-sucedida.
(BOOKER T. WASHINGTON)

RESUMO

O lubrificante tem como função principal a redução de atrito entre as peças que compõem os motores de combustão interna. Secundariamente, o lubrificante também age como agente resfriante, como protetor contra a corrosão, como elemento de vedação, etc.

Todos os lubrificantes são classificados de acordo com seus aditivos e suas aplicações. O tipo de lubrificante a ser utilizado numa máquina deve seguir as recomendações do fabricante.

O óleo pode apresentar muitos contaminantes com o tempo de uso. Assim, é de suma importância a realização de um tratamento adequado, para alongar a sua vida útil. Esse tratamento é feito a partir de amostras colhidas do sistema de lubrificação.

Palavras-chaves desse trabalho: lubrificante, tratamento, atrito, contaminantes.

ABSTRACT

The lubricant whose main function is to reduce friction between the parts that make up the internal combustion engine. Secondly, the lubricant also acts as coolant agent, as protector of correction, or as sealing agent, etc.

All lubricants are classified in accordance with its additives and its applications. The type of lubricant used in a machine must follow the manufacturer's recommendations.

The oil can present many contaminants with time of use. Thus, it is extremely important to obtain appropriate treatment to lengthen its life. This treatment is done on samples taken from the lubricating system.

Keywords that work: lubricant, treatment, friction contaminants.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1.1-Lubrificação por salpico

Figura 3.1.2 - Sistema de Lubrificação Forçada (cárter)

Figura 3.1.3-Lubrificação por gravidade

Figura 3.3.1.1- Lubrificador mecânico

Figura 3.3.1.2- Lubrificador mecânico

Figura 3.3.2.1 - Alpha Lubrication System (MAN B&W – 7S50MC-C)

Figura 4.2.1-Centrifugador

Figura 4.3.1-Oil Test Kit

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 NOÇÕES BÁSICAS SOBRE LUBRIFICAÇÃO	12
1.1 Mecanismos de atrito.....	12
1.2 Funções do lubrificante.....	13
1.3 Tipos de atrito.....	13
1.4 Desgaste.....	14
2 LUBRIFICANTES	15
2.1 Tipos de lubrificantes	15
2.2 Propriedades dos Lubrificantes	15
2.3 Aditivos	18
3 LUBRIFICAÇÃO NOS MCPs E MCAs	19
3.1 Tipos de lubrificação.....	19
3.2 Lubrificação dos Mancais de Motores Diesel.....	22
3.3 Lubrificação das camisas.....	23
3.3.1 Lubrificador mecânico.....	23
3.3.2 Lubrificador eletrônico.....	25
3.4 Consumo de óleo lubrificante.....	26
4 CONTROLE DO ÓLEO LUBRIFICANTE NO MCPs E MCAs	27
4.1 Contaminação.....	28
4.1.1 Elementos contaminantes.....	28
4.2 Tratamento do lubrificante.....	29
4.3 Testes efetuados nos lubrificantes.....	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	33

INTRODUÇÃO

A Lubrificação de um motor é muito importante para seu correto funcionamento e para prolongar a sua vida útil. Existem muitas peças que se atritam com o funcionamento do motor. O principal problema causado pelo atrito em um motor é o desgaste. Ou seja, ele é o principal responsável pela diminuição da vida útil dos motores.

Assim, para uma correta lubrificação a fim de minimizar tal problema, devemos usar o lubrificante correto. Ele deve reduzir a fricção, limitar o desgaste das peças em movimento no motor, arrefecer o motor, manter todo o mecanismo em bom estado, contribuir para a estanqueidade entre cilindro e pistão, proteger da corrosão e isolamento elétrico.

Para realizar estas funções, o óleo deve estar em perfeitas condições, ou seja, atendendo às exigências do fabricante do motor.

O controle de qualidade do óleo deve ser feito periodicamente durante as manutenções, utilizando teste de ensaio, que detecta como estão as condições do óleo lubrificante. Analisando o óleo, podemos detectar alguns problemas que o motor apresenta e podemos tratar o óleo ou descartá-lo. Pode-se também identificar problemas pela presença de sedimento, água ou outros contaminantes no óleo.

CAPÍTULO 1

NOÇÕES SOBRE LUBRIFICAÇÃO

1.1 - Mecanismos de atrito

Com o movimento relativo entre corpos sólidos, líquidos ou gasosos, ocorrerá o atrito, o qual se opõe a esse movimento. Dessa forma, é produzido calor, o que representa um dos muitos problemas que podem ser gerados pelo atrito, causando perda de energia.

No funcionamento de qualquer máquina, ocorre o fenômeno conhecido como atrito metálico entre as partes de movimentos relativos.

O modo como as superfícies se relacionam caracteriza os mecanismos de atrito, que são cisalhamento e de adesão.

a) Cisalhamento - quando picos das duas superfícies entram em contato lateral entre si, o atrito se desenvolve pela resistência oferecida pelo sólido à ruptura desses picos.

Há duas situações diversas, de acordo com a dureza relativa das duas superfícies. Se ambas têm durezas semelhantes, haverá ruptura de ambos os picos em contato; mas se uma das superfícies é menos dura, os picos da superfície dura agirão como uma ferramenta de corte.

b) Adesão - quando as superfícies em contato apresentam áreas relativamente planas, em vez de picos, o atrito se desenvolve pela soldagem a frio dessas micro áreas planas entre si. A adesão é a maior responsável pela resistência ao movimento.

É, portanto, de grande importância reduzir a um mínimo o atrito metálico, não só coma finalidade de minorar a perda de energia e o aquecimento pelo calor desprendido, como também para diminuir o ruído e o desgaste das peças, eliminando os riscos de ruptura das mesmas. Isto é obtido com a interposição entre as peças metálicas de uma substância fluída, que é o lubrificante, que fornecerá uma película adequada. Esta película exerce uma função denominada “lubrificação”.

1.2 - Funções do lubrificante

A principal função do lubrificante é a minimização do atrito. Secundariamente, o lubrificante atua para: melhorar a vedação, proteger contra oxidação, resfriar, limpar e amortecer choques.

Para se obter a lubrificação adequada para uma máquina deve-se levar em conta os seguintes fatores:

- temperatura;
- pressão;
- velocidade;
- desenho da máquina, folgas existentes, sistemas de lubrificação; e,
- possibilidade de contaminação com água, poeira, substâncias químicas, etc.

Caso não se tenha as condições exigidas pelo fabricante do óleo lubrificante, este não desempenhará corretamente suas funções acima citadas.

1.3 - Tipos de atrito

O atrito em um motor pode ser:

Sólido: quando há contato de duas superfícies sólidas entre si.

Atrito fluido: quando existir uma camada fluida (líquida ou gasosa) separando as superfícies em movimento. O fluido que forma esta camada chama-se lubrificante.

Atritos que podem ser observados em movimentos encontrados em motores:

a) contato deslizante:

1- rotativo- mancais de sustentação, eixo de cames, mecanismo de válvulas

2-Oscilatório- Pinos de êmbolos, mancais de balancins

3-Alternativo- Êmbolos, molas de seguimento, hastes de válvulas.

b) Contato de engranzamento:

Parafuso sem fim, engrenagens helicoidais.

c) Contato de rolamento

Mancais de esfera, roletes, e de agulhas.

A resistência de atrito depende das propriedades do lubrificante, do polimento das superfícies e da quantidade e pressão do óleo.

1.4 - Desgaste

Os diversos tipos de desgaste que podemos encontrar em motores e em equipamentos a bordo são:

- desalojamento, que consiste na remoção de metal de um ponto e sua deposição em outro;
- abrasão, que é proveniente de partículas de material abrasivo (areia ou pó) contido no óleo lubrificante;
- corrosão, que é proveniente de contaminantes ácidos;
- endentação, que é consequência de penetração de corpo estranho duro (cavacos metálicos, impurezas);
- fricção, que se caracteriza por endentações polidas provenientes de corrosão por vibração;
- erosão, que são endentações causadas pela repetição de choques com pesadas sobrecargas;
- fragmentação, que é produzida por instalação defeituosa;
- esfoliação ou escamação, que é causada pela fadiga por se submeter o metal a repetidos esforços além de sua capacidade limite;
- cavitação, que é devido ao colapso das bolhas em um fluido.
- estriamento, que é ocasionado pela passagem contínua de fracas correntes elétricas;

CAPÍTULO 2

LUBRIFICANTES

2.1 - Tipos de lubrificantes

Os lubrificantes, segundo a sua origem, são dos seguintes tipos:

Minerais: obtidos da destilação do petróleo;

Graxos: de origem vegetal ou animal (são produtos químicos instáveis);

Compostos: composto por óleos minerais e graxos;

Sintéticos: criados em laboratório por processo de polimerização. (ex: fluidos Hidráulicos);

Graxas: mistura de um líquido lubrificante com um agente espessante (sabão).

Um lubrificante é selecionado para um motor pela sua viscosidade SAE (Sociedade de Engenheiros de Automóveis).

A escolha do óleo de viscosidade adequada depende:

- do tipo do motor;
- da sua carga
- da velocidade
- da temperatura

2.2 - Propriedades dos lubrificantes

Abaixo estão listadas algumas propriedades dos lubrificantes.

Viscosidade

É, sem dúvida, a propriedade principal de um óleo lubrificante. Ela pode ser definida como sendo a "resistência que um fluido oferece ao escoamento" e é decorrente do atrito interno entre as

moléculas do fluido em movimento. Uma extensão deste raciocínio é considerar a viscosidade como o "inverso da fluidez" (facilidade em escoar).

Índice de viscosidade

Os óleos lubrificantes, como acontece com outros líquidos, sofrem alteração na sua viscosidade inversamente proporcional às variações de temperatura.

Estas modificações de viscosidade, devidas à temperatura, são muito diferentes, dependendo dos vários tipos de óleo. O "índice de viscosidade" é um meio convencional de se exprimir esse grau de variação em função da mudança de viscosidade de dois tipos de óleo, arbitrária e previamente escolhidos para referência e que diferem muito quanto a essa característica.

Oxidação

A oxidação de um óleo lubrificante é uma reação química entre os hidrocarbonetos do óleo e o oxigênio. O resultado desta reação são produtos ácidos e borra. A oxidação dos óleos lubrificantes depende da temperatura, da quantidade de oxigênio em contato com óleo e da ação catalítica dos metais.

Podemos citar como consequências possíveis do processo de oxidação as seguintes condições:

- Formação de borras e vernizes;
- Formação de ácidos (corrosão); e,
- Aumento da viscosidade;

Ponto de fulgor

O ponto de fulgor de um óleo é a menor temperatura na qual o vapor desprendido pelo mesmo, em presença do ar, inflama-se momentaneamente, ao se lhe aplicar uma chama, formando um lampejo ("flash").

Ponto de fluidez

O "ponto de fluidez", também chamado "ponto de congelamento", vem a ser a temperatura mínima na qual o óleo ainda flui.

Em alguns navios que consomem óleo pesado podemos ver um controle deste com relação à temperatura para que o mesmo possa ter fluidez no sistema.

Densidade

A "densidade absoluta" ou "massa específica" de uma substância é o quociente da sua massa pelo seu volume, ou seja, é a massa da unidade de volume dessa substância. Como o volume varia com a temperatura, é necessário referir-se à temperatura da medição.

Em produtos derivados de petróleo, usa-se normalmente a densidade relativa e costuma-se falar simplesmente em densidade.

Assim, define-se densidade relativa como sendo a relação entre a massa de um determinado volume do produto à temperatura "t" pela massa de igual volume de água destilada a uma dada temperatura.

Ponto de combustão

É a temperatura na qual o óleo, aquecido no mesmo aparelho para a determinação do ponto de fulgor, continuará, uma vez inflamado, a queimar por mais de cinco segundos. Esta temperatura é ligeiramente superior a do ponto de fulgor.

Cor

É determinada por comparação com cores padronizadas, em aparelhos ASTM ou similar. A única importância da cor, no que se refere a óleos lubrificantes, está na sua aceitação geral como índice de uniformidade de determinado tipo ou marca. Entretanto, a cor não tem nenhuma relação com a qualidade do lubrificante. Erro comum em que incorrem muitos consumidores, é o de supor que a cor esteja relacionada com a viscosidade.

2.3 - Aditivos

Um aditivo é uma substância natural modificada ou sintetizada, empregada na produção de óleos lubrificantes para modificar, fornecer ou ressaltar propriedades dos óleos básicos.

As propriedades obtidas pela incorporação de aditivos são as seguintes:

- Poder detergente: o óleo dissolve os produtos sólidos de combustão, borrachas e óleos gráfiticos; esta propriedade evita, assim, a formação de depósitos sobre as paredes internas do motor e dentro dos tubos e canaletes.
- Poder dispersante: é a característica que dá ao óleo a possibilidade de conservar em suspensão todos os produtos dissolvidos e de impedir a sua acumulação no fundo do cárter ou nos filtros; o poder dispersante completa a ação dos produtos detergentes;
- Propriedade M.P. (máxima pressão): é a propriedade que a camada de óleo tem que lhe permite resistir às altas pressões mecânicas atuando sobre os mancais do motor. A qualidade de lubrificação mantém-se, assim, mais acentuada quando do funcionamento a plena potência, altos regimes e altas temperaturas;
- Resistência à oxidação: o contato do ar do cárter e dos gases ácidos de combustão com o óleo tende a se transformar por oxidação. Como resultado, assiste-se a uma redução do seu poder lubrificante. Os aditivos destinados a resistir aos fenômenos de oxidação fazem com que o óleo conserve durante mais tempo as suas qualidades lubrificantes. Estes aditivos neutralizam os ácidos que tendem a acumular-se no cárter do motor, e cuja presença origina desgastes nas superfícies de atrito.

CAPÍTULO III

Lubrificação nos MCPs e MCAs

3.1 - Tipos de lubrificação

Dependendo do motor, o sistema de lubrificação poderá ser:

Lubrificação por salpico e bomba de circulação

No sistema de lubrificação por salpico (figura 3.1.1), que quase não é mais usado nos dias de hoje, o óleo é dirigido pela bomba às calhas em que mergulham os captadores das bielas (pescadores), forçando óleo para os mancais das bielas. Devido ao impacto dos contrapesos da árvore de manivelas no óleo, grande parte do óleo restante é pulverizado, formando uma névoa que se acumula em cavidades acima de orifícios lubrificadores, fornecendo assim a lubrificação para os mancais principais, eixo de comando de válvulas e pinos dos pistões, além de lubrificar diretamente as paredes dos cilindros e mecanismos das válvulas. Esse sistema só pode ser empregado em máquinas de simples efeito.

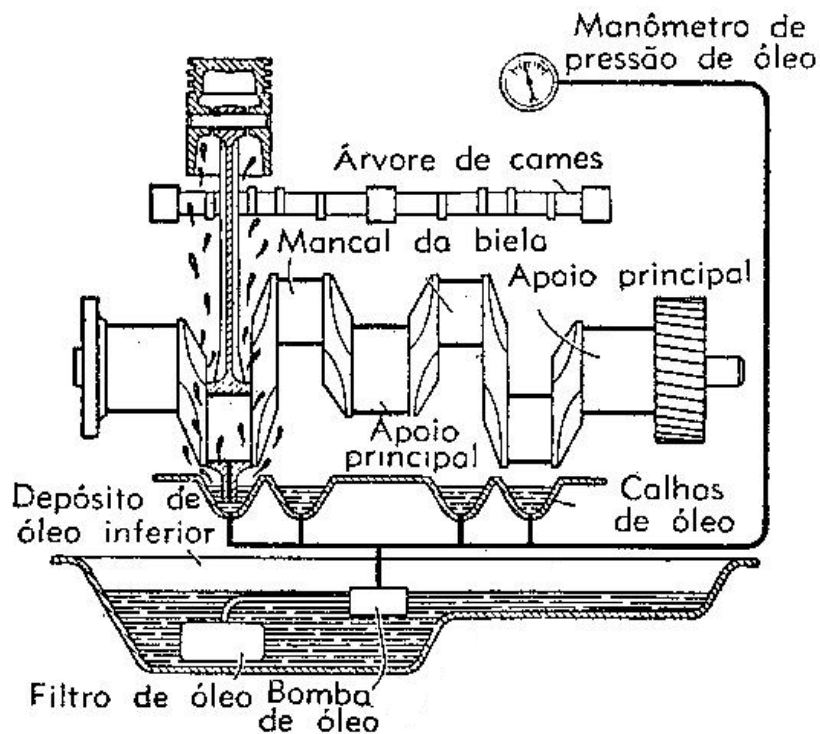


Figura 3.1.1-
Lubrificação
por salpico

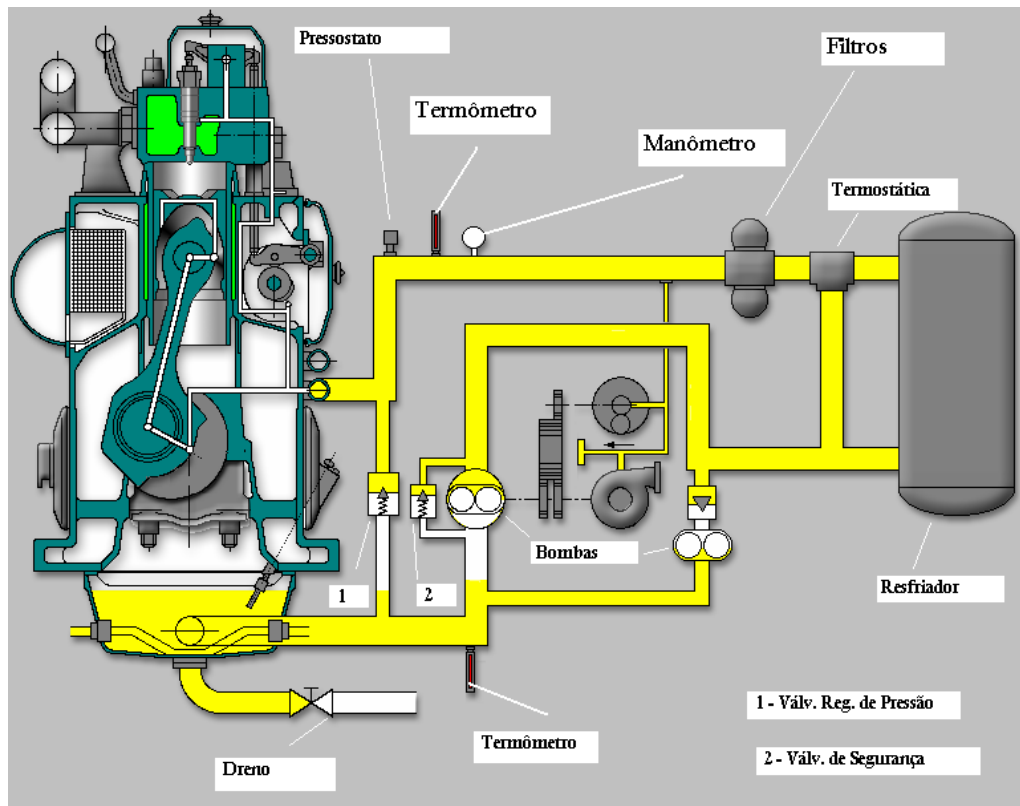
Lubrificação forçada

Este é o tipo de lubrificação utilizada em mais de 99% dos motores. Nos sistemas de lubrificação sob pressão mais complexos, o óleo é forçado a cada um dos mancais principais da árvore de manivelas, mancais das bielas e mancais da árvore de comando de válvulas e, depois, por meio de passagens perfuradas nas bielas, para os pinos dos pistões. O óleo é geralmente levado sob pressão para a lubrificação dos balancins, hastes e tuchos. Algumas bielas possuem uma passagem ou injetor, no mancal da biela, pelo qual o óleo é pulverizado às paredes dos cilindros, para proporcionar uma lubrificação adicional aos anéis e pistões. O óleo que escapa das diversas superfícies lubrificadas escorre novamente para o cárter. As engrenagens de sincronização são lubrificadas por óleo pulverizado por um bocal derivado da tubulação principal.

Os componentes do sistema de lubrificação forçada são: cárter (ou poceto), bomba, ralo, válvula de segurança, filtro, válvula reguladora de pressão, resfriador, válvula termostática, pressostato, termostato, manômetros e termômetros. Observe na figura abaixo alguns desses

componentes.

Figura 3.1.2 - Sistema de Lubrificação Forçada (cárter)



Por gravidade

A lubrificação por gravidade também é conhecida como lubrificação manual, que pode ser realizada por meio de almotolias, com copo com vareta ou agulha ou com uso de um copo tipo conta gotas. A lubrificação manual não é tão eficiente quanto a lubrificação automática, pois não proporciona uma camada de lubrificante homogênea. Na figura 3.1.3 a seguir, temos um exemplo do funcionamento do sistema por gravidade com bomba situada no interior do reservatório de óleo, a qual o recalca para um reservatório localizado acima da máquina, de onde o óleo vai por gravidade atingir os diversos pontos.

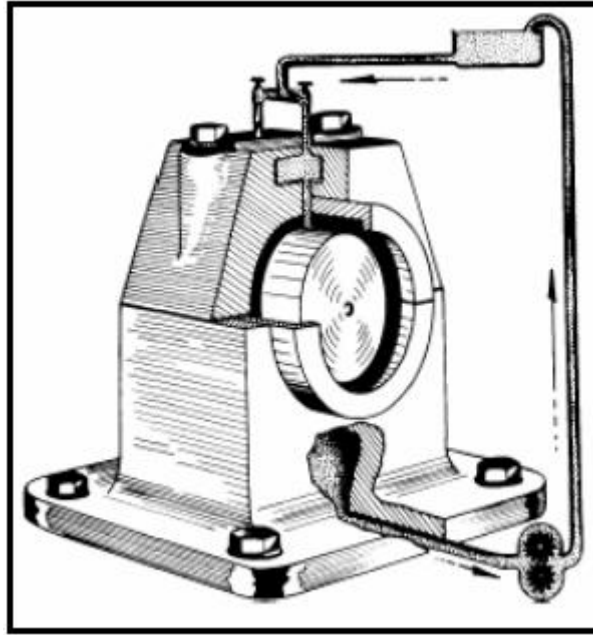


Figura 3.1.3-
Lubrificação
por
gravidade

Por mistura

O óleo é misturado com o combustível e penetra no motor proporcionalmente ao consumo do mesmo. Este sistema de lubrificação não é apropriado aos motores a 2 tempos que funcionam com pré-compressão no cárter. A proporção do lubrificante em relação ao combustível é, geralmente, de 5%. Uma quantidade mais elevada leva a um entupimento das câmaras de explosão e de escape, assim como a um empobrecimento da carburação.

3.2 - Lubrificação dos Mancais de Motores Diesel

Para manter completamente separadas as superfícies do mancal e do eixo, mediante uma película de óleo lubrificante, é preciso que esta tenha espessura suficiente para impedir que as asperezas microscópicas de ambas as superfícies cheguem a tocar-se. E isso se consegue enchendo com lubrificante o espaço livre entre o mancal e o eixo, até formar uma cunha de óleo sobre a qual o eixo possa flutuar (teoria da cunha de óleo). Nos mancais de motores diesel, essa separação se obtém facilmente quando uma quantidade suficiente de óleo

é arrastada pelo movimento do eixo e entra em forma de cunha sob este. Cria-se, assim, uma pressão hidráulica na cunha de óleo, que levanta o eixo e o mantém numa posição flutuante.

Quando o eixo está em repouso, por causa do seu próprio peso, sobra apenas uma película microscópica que permite o contato metálico entre as pequeníssimas asperezas de ambas as superfícies. Ao começar a girar transfere seu peso a uma nova área completamente coberta pelo óleo, o que reduz consideravelmente o atrito, e, ao estar já completamente molhada pelo óleo, a superfície do eixo começa a deslizar sobre a superfície do mancal. À medida que ganha velocidade, o eixo arrasta mais óleo ao espaço em forma de cunha. Essa ação de bombeamento é motivada pela aderência do óleo ao eixo. Origina-se então, uma pressão hidráulica na cunha de óleo que separa o eixo do mancal. Aumentando a velocidade, essa pressão se torna ainda mais elevada. Assim, o único atrito que existe é o pequeno atrito fluido originado pelas partículas de óleo ao deslizarem umas sobre as outras.

3.3 - Lubrificação das camisas

Nos grandes propulsores de navio (MCPs), por possuírem grandes áreas de atrito, há a necessidade de uma lubrificação especialmente destinada às camisas dos cilindros. Esse sistema de lubrificação pode ser mecânico (lubrificador mecânico) ou pode ser eletrônico (lubrificador eletrônico), aos quais dedicaremos algumas palavras a seguir. Ambos injetam óleo SAE 50 dentro do cilindro, quando o êmbolo está próximo ao ponto morto inferior.

3.3.1 - Lubrificador mecânico

Eles podem regular a quantidade de óleo com base na pressão média efetiva (tipo MEP) ou podem regular a quantidade de óleo com base na potência efetiva (tipo BHP).

Lubrificador tipo MEP (Mean Effective Pressure)

Este modelo de lubrificador leva este nome pelo fato da lubrificação ficar condicionada a Pressão Média Efetiva do motor. O lubrificador é totalmente dependente da rotação do motor, o que em condições de carga média pode não ser tão preciso, uma vez que o ajuste de injeção do lubrificador está ligado ao eixo de comando das bombas injetoras.

Deve-se ficar atento a esta ligação entre o eixo de comando das bombas e o lubrificador. Há registros de aceleração repentina do motor, pelo fato do emperramento dessa ligação, o que pode fazer o motor entrar em sobrevelocidade.

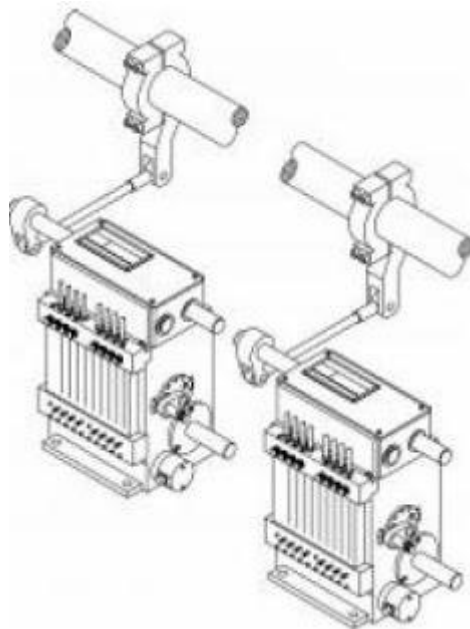


Figura 3.3.1.1-
Lubrificador
mecânico

Lubrificador tipo BHP (Break Horse Power)

Este modelo de lubrificador vem com um regulador montado em cima do lubrificador. O eixo de comando das bombas injetoras é ligado a este dispositivo que, em situações de carga, controla a vazão do lubrificador, evitando assim má lubrificação, tanto em alta carga quando em baixa carga.

A diferença entre o tipo MEP e o tipo BHP é em que parte do lubrificador o eixo de comando das bombas injetoras será conectado. No caso do BHP a lubrificação fica ligada a quantidade de carga do motor, e não, somente à rotação e à variação do eixo de comando das bombas.

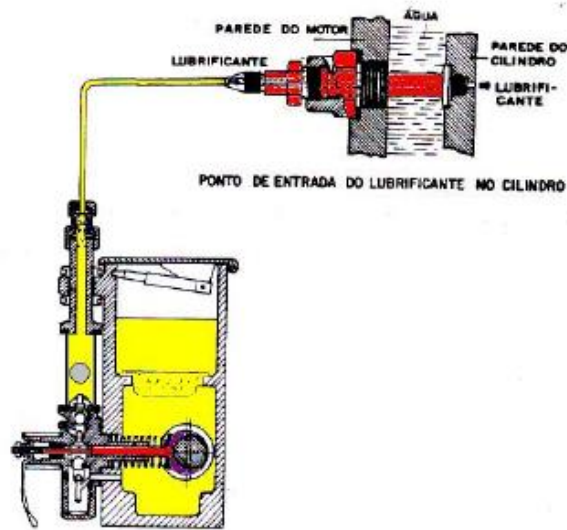


Figura 3.3.1.2-
Lubrificador
mecânico

3.3.2 - Lubrificador eletrônico

Tal qual o mecânico, o lubrificador eletrônico injeta lubrificante SAE 50 no interior do cilindro quando o êmbolo está nas proximidades do ponto morto inferior. Além de possuir o comando todo eletrônico, esse lubrificador controla a quantidade de lubrificante com base no percentual de enxofre contido no combustível. A figura 3.3.2.1 mostra o lubrificador Alpha ACC (Adaptive Cylinder-oil Control) da MAN.

Figura 3.3.2.1 - Alpha
Lubrication System (MAN
B&W – 7S50MC-C)



3.4 - Consumo de óleo lubrificante

Todos os motores consomem normalmente uma parcela previamente especificada de óleo lubrificante. Alguns fatores que podem fazer com que o motor passe a consumir óleo lubrificante acima do normal são:

•Desgaste dos conjuntos anéis/camisas provocado por:

- entrada de abrasivos (poeira, areia, etc.) devido a uma falha no sistema de filtro de ar;
- falha nos bicos injetores (lavagem de cilindro); e,
- Conjuntos anéis/camisas fabricados com materiais fora de especificação ("Piratas") que não resistem ao desgaste natural.

•Desgaste nas guias de válvulas.

•Falha no compressor de ar.

•Camisas espelhadas (sem brunimento) provocadas por:

- Motor opera com pouca carga
- Motor opera em marcha lenta por longos períodos de tempo

•Perdas de óleo por evaporação.

•Passagem de óleo à câmara de combustão através dos anéis de segmentos ou das guias de válvulas.

•Fugas por juntas do cárter ou por retentores do virabrequim (vazamentos em geral).

CAPÍTULO IV

Controle do óleo lubrificante nos MCPs e MCAs

O óleo lubrificante constitui-se num agente de extrema importância na determinação de elementos de desgaste e contaminação dos equipamentos. A chamada manutenção preditiva baseia-se no monitoramento do óleo lubrificante por vários ensaios de laboratório, a fim de determinar a presença de contaminantes e, por eles, o estado de conservação do equipamento. Várias empresas realizam testes com amostras para descobrir possíveis problemas no motor. Nos navios também é possível fazer análise e controle do lubrificante com o uso do Oil Test Kit.

Uma mudança gradual das características do lubrificante em serviço é normal. Mudanças súbitas apontam para a necessidade de correções de avarias ou, mesmo, a troca do óleo. E, na maioria dos casos, são indícios de falha no equipamento, pois a vida do lubrificante está diretamente ligada às condições de trabalho e manutenção de cada máquina. Uma vez preservadas as características químicas e físicas do óleo e mantido em níveis toleráveis o grau de contaminantes, o lubrificante poderá permanecer em serviço, por um período maior, com segurança.

Pelos resultados das análises, é possível conhecer, controlar e, normalmente, combater a origem da contaminação. Desde o dia que o lubrificante entra em serviço, ele está sujeito à contaminação e degradação, duas principais causas de perda de sua eficiência. Se o óleo receber a bordo a devida atenção e cuidados, a sua vida útil será prolongada.

Logo, há um controle do óleo usado em serviço marítimo, para detectar a contaminação, oxidação e determinar se as práticas de purificação à bordo são eficientes.

4.1 - Contaminação

A contaminação é fator preocupante e indesejável que pode ocorrer nos MCPs e MCAs. A contaminação do sistema de lubrificação pode se dar por partículas sólidas, ar, água e outros produtos, que, por reações, formam borra e resina. São dados importantes no estabelecimento dos ensaios a serem efetuados e quando da interpretação dos resultados de análise.

4.1.1 - Elementos contaminantes

Os principais elementos contaminantes do óleo lubrificante dos MCPs e MCAs são:

- **Água:** a contaminação com água pode provocar a ferrugem, acelerar a deterioração do óleo e combinar-se com produtos da oxidação, materiais de aditivos e outras impurezas, formando borra. Por razões óbvias, a contaminação com água, prejudica diretamente a lubrificação.

A contaminação por água, nos motores diesel, é resultante de condensação, vazamentos das juntas do cabeçote ou dos cilindros ou nas canalizações dos pistões resfriados a água.

- **Combustível:** as causas comuns de contaminação pelo combustível são guarnições rachadas ou quebradas das linhas de combustível, alimentação excessiva, configuração insatisfatória do jato dos injetores, combustão incompleta e vedação inadequada pelos anéis.

Avaliar a contaminação com combustível pesado e intermediário nos óleos de cárter usado apresenta especiais problemas. As amostras contendo resíduos desses combustíveis, raramente acusam redução de viscosidade, e podem apresentar espessamento, como resultado de tal contaminação. A contaminação com combustível pesado é inferida por uma série de

ensaios, tais como, viscosidade, índice de neutralização, insolúveis e a presença de elementos em traços, como: vanádio, sódio e ocasionalmente níquel.

- **Insolúveis:** são substâncias presentes nos lubrificantes, em determinados solventes orgânicos como o pentano, tolueno, ou hexano. Os insolúveis são, principalmente, produtos da oxidação do óleo (borras, vernizes, resinas, gomas), fuligem da combustão, degradação do óleo, entre outros.

4.2 - Tratamento do lubrificante

O tratamento do óleo lubrificante dos MCPs e MCAs é feito por decantação, centrifugação e por filtragem. A decantação ocorre antes de o óleo seguir para o cárter (ou poceto); a centrifugação ocorre com o óleo sendo aspirado do cárter (ou poceto) pelo centrifugador, tratado e descarregado de volta para o cárter (ou poceto); e, a filtragem acontece durante todo tempo em que o motor está funcionando, já que os filtros estão inseridos no caminho do óleo que vai servir o motor.

➤ Centrifugador

A finalidade básica de uma separadora centrífuga é separar componentes mais pesados contidos no lubrificantes. O efeito de centrifugação é baseado na Lei de Stokes, cuja velocidade de sedimentação é proporcional às diferenças de densidades, tamanho das partículas e inversamente proporcional à viscosidade.

É bom notar que, a separação de dois líquidos (ex: óleo e água), somente será possível para líquidos imiscíveis e não para misturas emulsionadas ou miscíveis entre si.

O óleo lubrificante, após algum tempo de funcionamento, também adquire contaminantes (água e borra), provenientes do sistema de resfriamento e de queima de combustível do motor.

A finalidade da operação é livrar um líquido de corpos estranhos ou separar um líquido de outro ao qual se acha misturado. A figura 4.3.1 mostra um centrifugador.

Para o processo de separação de líquidos de diferentes pesos específicos ou densidades, temos dois tipos de separação através da força centrífuga, a saber:

- **Purificação:**

É uma separação de líquido-líquido na qual a máquina é usada para separar dois líquidos misturados mas que não estejam solúveis um no outro (líquidos não-miscíveis) e com pesos específicos diferentes.

- **Clarificação:**

É definida como a separação dos sólidos existentes nos líquidos (A + B), ou seja, separa somente a fase sólida e os líquidos continuam juntos, isto é, um contaminando o outro.



Figura 4.2.1-
Centrifugador

- **Filtragem:** é muito importante e é feita por meio de um filtro que retém pequenas partículas sólidas ainda presentes no lubrificante, impedindo-as de chegarem às partes móveis do motor. O filtro deve ser substituído ou lavado seguindo as recomendações do fabricante.

4.3 - Testes efetuados nos lubrificantes

Através do Oil Test KIT, mostrado na figura 4.4.1 abaixo, que temos a bordo, podemos efetuar os testes mais importantes nos lubrificantes em circulação nos MCPs e MCAs, para verificar os percentuais de emulsão, diluição, acidez e sólidos em suspensão. Não excluindo o fato de que periodicamente uma amostra do óleo deve ser levado ao laboratório de terra para testes mais apurados.

A emulsão é a contaminação do lubrificante por água, cujo percentual máximo é de 1%. A diluição é a contaminação do lubrificante por combustível, cujo percentual máximo é de 5%. A acidez e o nível de sólidos em suspensão são ditos por comparação com tabela de cores.

Em todos os casos, como a finalidade é obter a maior vida útil do lubrificante (não é trocá-lo), as avarias que estão provocando tais contaminações devem ser sanadas e óleo novo deve ser adicionado ao cárter (ou poceto), de forma a diminuir o percentual de contaminação.



Figura 4.3.1-
Oil Test Kit

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vimos que o óleo lubrificante aplicado aos MCPs e MCAs deve seguir as recomendações do fabricante para o correto funcionamento do mesmo. Assim, o óleo poderá realizar todas as suas funções por longo período.

Vimos também que tais motores trabalham com grande quantidade de óleo, o que exige um bom tratamento e controle, já que não é economicamente viável trocá-lo como acontece nos motores dos veículos automóveis.

Por fim, concluímos que, para prolongar a vida útil dos motores, é necessário que os oficiais de máquinas façam um monitoramento das condições do lubrificante a bordo dos navios, evitando problemas maiores futuramente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Manuais e folhetos Voith Turbo Schneider Propeller

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: Confiabilidade e Manutenabilidade. Rio de Janeiro, 2004.

MOURA, Carlos R. S.; CARRETEIRO, Ronald P. Lubrificantes e Lubrificação. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975

ZAMBONI, Gustavo E. Graxas, uma arte à procura de definições. Disponível em <http://manutencao.net/blogs/lubrificacaoemfoco/2008/11/14/graxas-uma-arte-a-procura-de-definicoes/> Acesso em 20 abr 2009

SOBRINHO, Adélcio R. Lubrificantes para Motores Marinhos. Disponível em <http://manutencao.net/blogs/lubrificacaoemfoco/2009/05/12/oleos-para-motores-maritimos/> Acesso em 20 abr 2009

Manual motor Sulzer RTA84C

Manual Purifier Alfa Laval

www.lubraxis.com.br

Slides de MCI. Autor: Clóvis Ferreira-OSM

www.Laboroil.com.br

www.castrol.com.br

Fundamentos de lubrificação_ TEXACO