

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA - CIAGA
APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DE MÁQUINAS - APMA

ARON PEREIRA DA SILVA

LUBRIFICAÇÃO EM EQUIPAMENTOS MARÍTIMOS

RIO DE JANEIRO
2016

Aron Pereira da Silva

LUBRIFICAÇÃO EM EQUIPAMENTOS MARÍTIMOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais de Máquinas da Marinha Mercante (APMA), ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador (a): Nélio Fernandes

RIO DE JANEIRO

2016

ARON PEREIRA DA SILVA

LUBRIFICAÇÃO EM EQUIPAMENTOS MARÍTIMOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais de Máquinas da Marinha Mercante (APMA), ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: NÉLIO FERNANDES

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

RESUMO

O estudo a seguir tem o intuito de apresentar a importância da lubrificação para os equipamentos a bordo de embarcações. Este estudo começa desde sua composição, características físico-química, aditivos, seu uso a bordo até a sua armazenagem.

A lubrificação, em geral, é evitar o desgaste do equipamento pelo atrito sólido, formando uma película que ao invés do atrito sólido gera atrito líquido. Porém este estudo apresentará que a lubrificação não só é importante para redução de atrito, mas também é usado para o arrefecimento, para diminuição de esforços, remoção de impurezas e desgastes que possa existir no equipamento, aumentando assim, a vida útil do equipamento.

ABSTRACT

The following study aims to present the importance of lubrication for the equipment on board vessels. This study starts from its composition, physico-chemical characteristics, additives, their use on board until their storage.

The lubrication, in general, is to prevent equipment wear by solid friction, forming a film instead of the solid friction generates fluid friction. However, this present study that lubrication is not only important for reducing friction, but is also used for cooling , for reduced efforts and wear removing impurities that may exist in the equipment , thereby increasing the useful life of the equipment .

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1	10
LUBRIFICANTES	10
1.1 - LUBRIFICAÇÃO	10
1.2 - CLASSIFICAÇÃO DOS LUBRIFICANTES QUANTO A ORIGEM	10
1.2.1 - ÓLEOS MINERAIS PUROS	10
1.2.3 - ÓLEOS GRAXOS	11
1.2.4 - ÓLEOS COMPOSTOS	11
1.2.5 - ÓLEOS SINTÉTICOS	11
1.2.6 - LUBRIFICANTES PASTOSOS	11
1.3 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES	12
1.3.1 - VISCOSIDADE	12
1.3.2 - ÍNDICE DE VISCOSIDADE	12
1.3.3 - DENSIDADE RELATIVA	12
1.3.4 - PONTO DE FULGOR (FLASH POINT)	12
1.3.5 - PONTO DE COMBUSTÃO	12
1.3.6 - PONTO DE MÍNIMA FLUIDEZ	13
1.3.7 - RESÍDUOS DE CARVÃO	13
1.3.8 - COR	13
1.3.9 - DEMULSIBILIDADE	13
1.3.10 - PONTO DE NÉVOA	13
1.3.11 - PONTO DE GOTA	13
1.4 - ADITIVOS	14
1.4.1 - DISPERSANTE	14
1.4.2 - DETERGENTE INIBIDOR	14
1.4.3 - ANTIDESGASTE	15
1.4.4 - MODIFICADOR DE VISCOSIDADE	15
1.4.5 - ANTIOXIDANTE	15
1.4.6 - ANTICORROSIVO	15
1.4.7 - ANTIFERRUGEM	16
1.4.8 - ANTIESPUMANTE	16
1.4.9 - ABAIXADOR DO PONTO DE FLUIDEZ	16
1.4.10 - BIOCIDA	16

1.5 - ESPECIFICAÇÕES DO ÓLEOS LUBRIFICANTES	17
CAPÍTULO 2	18
UTILIDADE DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES	18
2.1 - O EMPREGO DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES	18
2.2 - LUBRIFICANTES PARA TURBINAS	18
2.3 - LUBRIFICANTES PARA COMPRESSORES	19
2.4 - LUBRIFICANTES PARA MANCAIS DE DESLIZAMENTO	20
2.5 - LUBRIFICANTES PARA MANCAIS DE ROLAMENTO	20
2.5.1 - LUBRIFICAÇÃO COM GRAXA	21
2.5.2 - LUBRIFICAÇÃO COM ÓLEO	21
2.5.3 - INTERVALOS DE LUBRIFICAÇÃO	21
2.6 - LUBRIFICAÇÃO DOS MACAIS DOS MOTORES	21
2.7 - LUBRIFICAÇÃO DE ENGRENAGENS FECHADAS	22
2.8 - LUBRIFICAÇÃO DE ENGRENAGENS ABERTAS	22
2.9 - LUBRIFICAÇÃO DE REDUTORES	22
2.10 - LUBRIFICAÇÃO DE MÁQUINAS-FERRAMENTAS	22
2.11 - ÓLEOS HIDRÁULICOS	23
2.11.1 - VISCOSIDADE DO ÓLEO HIDRÁULICO	24
CAPÍTULO 3	25
LUBRIFICAÇÃO NOS MCP'S E MCA'S EM EMBARCAÇÕES	25
3.1 - LUBRIFICAÇÕES EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA	25
3.2 - TIPO DE ATRITO	25
3.3 - SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO	26
3.3.1 - BOMBA DE ÓLEO	26
3.3.2 - FILTRO DE ÓLEO	26
3.3.3 - RESFRIADOR DE ÓLEO	26
3.4 - MÉTODOS DE LUBRIFICAÇÃO DO MOTORES.	27
3.4.1 - SISTEMA DE SALPICO	27
3.4.2 - SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO POR PRESSÃO	27
3.4.3 - SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO POR MISTURA	27
3.4.4 - SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO POR PROJEÇÃO	28
3.4.5 - SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO POR CÁRTER SECO	28
CAPÍTULO 4	29
ANÁLISES DO ÓLEO LUBRIFICANTE	29
4.1 - NECESSIDADE DE ANÁLISE DO ÓLEO LUBRIFICANTE USADO	29

4.1.1 - VISCOSIDADE	30
4.1.2 - PONTO DE FULGOR E PONTO DE COMBUSTÃO	31
4.1.3 - ANÁLISE DE ÁGUA	31
4.1.4 - NÚMERO DE NEUTRALIZAÇÃO	32
4.1.5 - MÉTODO POTENCIOMÉTRICO	32
4.1.6 - RESÍDUOS DE CARBONO	33
4.1.7 - ANÁLISE ESPECTOGRÁFICA	34
CAPÍTULO 5	35
CUIDADOS COM ARMAZENAMENTO E MANUSEIO DE LUBRIFICANTES	35
5.1 - ARMAZENAMENTO	35
5.2 - MANUSEIO DESCUIDADO DOS TAMBORES	35
5.2.1 - CONTAMINAÇÃO POR ÁGUA	35
5.2.2 - CONTAMINAÇÃO POR IMPUREZAS	36
5.2.3 - MISTURAS ACIDENTAIS POR OUTROS PRODUTOS	36
5.2.4 - CONTAMINAÇÃO POR OUTRO TIPO DE LUBRIFICANTE	36
5.2.5 - DETERIORAÇÃO DEVIDO A EXTREMOS DE TEMPERATURAS	36
5.3 - DEPÓSITOS OU ALMOXARIFADO DE LUBRIFICANTES	37
CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

INTRODUÇÃO

A importância da lubrificação se dá pelo atrito entre duas superfícies sólidas. O atrito pode ser dito como a resistência que se opõe ao movimento. Este atrito pode ser encontrado em qualquer tipo de movimento, nos sólidos, líquidos ou gases.

O atrito entre os sólidos se dá pelas superfícies que quando examinadas com um microscópio, apresentam-se saliências e reentrâncias. Portanto ao entrar em movimento relativo essas deformidades entrarão em contato direto, provocando cisalhamento e arrancamento, com desprendimento de calor e desgaste das superfícies.

Sendo indesejáveis todos estes problemas encontrados pelo atrito, procura-se impedir esse contato direto, interpondo-se entre estas superfícies uma substância com pequena resistência ao cisalhamento, que se denomina lubrificante.

CAPÍTULO 1

LUBRIFICANTES

1.1 - LUBRIFICAÇÃO

A lubrificação é uma operação que consiste em reduzir o atrito entre duas superfícies sólidas que estejam em movimentos relativos introduzindo uma substância apropriada a estas superfícies. Normalmente estas substâncias apropriadas são óleos ou graxas que ficam entres essas superfícies para impedir o contato direto.

Quando se introduz um lubrificantes entre as superfícies que estão em movimento relativo, o atrito que anteriormente era atrito sólido, passa a ser atrito fluido, ou seja, ao invés de ser sólido-sólido, será sólido-fluido. Nestas condições o desgaste das superfícies será bastante reduzido.

Além dessa redução do atrito, outros objetivos são alcançados com a lubrificação, se a substância lubrificante for selecionada corretamente, como por exemplo, menor dissipação de energia na forma de calor, redução da temperatura, redução da corrosão, redução de desgaste, vibrações e ruídos.

Os lubrificantes podem ser gasosos como o ar; líquidos como os óleos em geral; semi-sólidos como as graxas e sólidos como a grafita, o talco, a mica etc. Contudo, os lubrificantes mais práticos e de uso diário são os líquidos e os semi-sólidos, isto é, os óleos e as graxas.

1.2 - CLASSIFICAÇÃO DOS LUBRIFICANTES QUANTO A ORIGEM

Quanto à origem, os lubrificantes podem ser apresentados sob formas líquidas, sólidas, gasosas ou até pastosa

Os lubrificantes de forma líquida são os mais empregados em relação a lubrificação. Geralmente são preferidos pela facilidade de penetrar em partes móveis pela ação hidráulica. Os lubrificantes líquidos podem ser subdivididos em óleos minerais puros, óleos graxos, óleos compostos e os óleos sintéticos.

1.2.1 - ÓLEOS MINERAIS PUROS

São substâncias obtidas a partir do petróleo e, de acordo com sua estrutura molecular, são classificadas em óleos parafínicos, óleos naftênicos ou aromáticos.

Os crus passam por diferentes tratamentos, como destilação fracionada,

remoção de asfalto, refinação de ácido e refinação por solvente. Conforme o processo de tratamento adotado, pode o lubrificante apresentar grande variação de características quanto a viscosidade, volatilidade, resistência a oxidação, etc.

1.2.3 - ÓLEOS GRAXOS

Podem ser de origem animal ou vegetal. Estes óleos foram os primeiros a serem adotado pelo homem. Conforme o desenvolvimento industrial e o aperfeiçoamento da maquinaria, houve a necessidade de substituir os óleos graxos pelos óleos minerais, devido algumas desvantagens. A principal desvantagem dos óleos graxos está em sua pequena resistência a oxidação, rancificando-se facilmente e formando gomosidade.

1.2.4 - ÓLEOS COMPOSTOS

Os óleos compostos são misturas de óleos graxos com os óleos minerais. Esta adição de óleo graxo é de até 30%, variando de acordo com a finalidade do óleo que tem por finalidade ao lubrificante maior oleosidade e a facilidade de emulsificar em presença de vapor d`água.

1.2.5 - ÓLEOS SINTÉTICOS

São produzidos em indústrias petroquímicas que utilizam substâncias orgânicas e inorgânicas para fabricá-los. Estas substâncias podem ser silicones, diésteres, resinas, glicerinas, polímeros, etc. Os lubrificantes sintéticos são os melhores, porém seu custo é mais elevado e devido a isso seu emprego é limitado aos locais onde os óleos convencionais não podem ser utilizados.

1.2.6 - LUBRIFICANTES PASTOSOS

Os lubrificantes pastosos, comumente chamados de graxas, são empregados onde os lubrificantes líquidos não executam uma função satisfatória. As graxa podem ser subdivididas em graxas sabão metálico, graxas sintéticas, graxas a base de argila, graxas betuminosa e graxas para processo.

As graxas apresentam melhores propriedades de retenção por possuírem alta afinidade com as superfícies metálicas. Elas são empregadas em equipamentos expostos a atmosfera poluídas ou úmidas durante um longo período de tempo, evitando assim a necessidade de ficar repondo o lubrificante líquido.

1.3 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES

Os óleos lubrificantes, antes de serem colocados à venda pelo fabricante, são submetidos a ensaios físicos padronizados que, além de controlarem a qualidade do produto, servem como parâmetros para os usuários.

Os principais ensaios físicos padronizados para os óleos lubrificantes são:

1.3.1 - VISCOSIDADE

Resistência ao escoamento oferecida pelo óleo. A viscosidade é inversamente proporcional à temperatura. O ensaio é efetuado em aparelhos denominados viscosímetros. Os viscosímetros mais utilizados são Saybolt, o Engler, o Redwood e o Ostwald.

1.3.2 - ÍNDICE DE VISCOSIDADE

Mostra como varia a viscosidade de um óleo conforme as variações de temperatura. Os óleos minerais parafínicos são os que apresentam menor variação da viscosidade quando varia a temperatura e, por isso, possuem índices de viscosidade mais elevados que os naftênicos.

1.3.3 - DENSIDADE RELATIVA

Relação entre a densidade do óleo a 20°C e a densidade da água a 4°C ou a relação entre a densidade do óleo a 60°F a densidade da água a 60°F.

1.3.4 - PONTO DE FULGOR (FLASH POINT)

Temperatura mínima à qual pode inflamar-se o vapor de óleo, no mínimo, durante 5 segundos. O ponto de fulgor é um dado importante quando se lida com óleos que trabalham em altas temperaturas.

1.3.5 - PONTO DE COMBUSTÃO

Temperatura mínima em que os vapores desprendidos pelo óleo inflamam-se e não mais se extinguem.

1.3.6 - PONTO DE MÍNIMA FLUIDEZ

Temperatura mínima em que ocorre o escoamento do óleo por gravidade. O ponto de fluidez dá uma idéia de quanto o óleo lubrificante pode ser resfriado sem perigo de deixar de fluir, e isso é um dado importante quando se lida com óleos que trabalham em baixas temperaturas.

1.3.7 - RESÍDUOS DE CARVÃO

Resíduos sólidos que permanecem após a destilação destrutiva do óleo.

1.3.8 - COR

A única importância em relação a cor está na aceitação geral como índice de conformidade de determinado tipo ou marca de óleo. A cor não tem nenhuma relação com a qualidade do lubrificante. É muito comum entre os consumidores supor que a cor do óleo tem alguma relação com a viscosidade.

1.3.9 - DEMULSIBILIDADE

É a capacidade que os óleos possuem de separarem-se da água. É de grande importância na lubrificação de turbinas hidráulicas e a vapor, onde a lubrificação pode entrar em contato com a água ou vapor.

1.3.10 - PONTO DE NÉVOA

É a temperatura em que, resfriando-se o produto, a cristalização da parafina dá uma aparência turva a este produto.

1.3.11 - PONTO DE GOTA

O ponto de gota de uma graxa é a temperatura em que se inicia a mudança do estado pastoso para o estado líquido. O ponto de gota varia de acordo com o sabão metálico empregado, as matérias-primas usadas e com o método de fabricação.

1.4 - ADITIVOS

Aditivos são substâncias que entram na formulação de óleos e graxas para melhorar o desempenho, visando aumentar a vida útil e promovendo melhor performance da máquina/equipamento. A presença de aditivos em lubrificantes tem os seguintes objetivos: Melhorar as características de proteção contra o desgaste e de atuação em trabalhos sob condições de pressões severas, aumentar a resistência à oxidação e corrosão, aumentar a atividade dispersante e detergente dos lubrificantes, aumentar a adesividade, aumentar o índice de viscosidade, etc.

A seguir, abordarei os principais aditivos encontrados nos óleos lubrificantes.

1.4.1 - DISPERSANTE

Este aditivo tem como função limpar as partes internas dos motores, coloca em suspensão a fuligem, partículas de carbono, inibe e dispersa a borra, como também reduz a formação de depósitos de verniz.

Quando o lubrificante não possui aditivo de dispersante, os resíduos se agrupam e precipitam, formando depósitos. No lubrificante que possui dispersante, o aditivo envolve cada partícula de resíduo com uma camada protetora que evita o agrupamento com outro resíduo e, conseqüentemente, a sua precipitação.

Composições típicas: polisobutenil succinamidas, ésteres ou poliésteres.

1.4.2 - DETERGENTE INIBIDOR

Neutraliza os gases que se dirigem ao cárter, evitando o agarramento dos anéis, como também reduz a formação de laca, carbono e depósitos de verniz. É o principal contribuidor para elevação do número de neutralização de um óleo lubrificante.

As funções dos aditivos detergente-dispersantes são as seguintes:

- Atua como dispersante evitando depósito de baixa temperatura e alta temperatura, isto é, evita que os produtos de oxidação do óleo e outros componentes insolúveis, se depositem nas superfícies metálicas;
- Atua como detergente, removendo depósitos;
- Atua em reação química, visando eliminar a formação de material insolúvel no óleo;
- Atua como neutralizante dos produtos de oxidação ácida.

Composições típicas: sulfonatos ou fenatos de magnésio ou cálcio, salicilatos, acetatos ou misturas.

1.4.3 - ANTIDESGASTE

Reduz o desgaste do motor. Forma uma película protetora inativa na superfície metálica. Quando a pressão exercida sobre a película de óleo excede certos limites, e quando esta pressão elevada é agravada por uma ação de deslizamento excessiva, a película de óleo se rompe, havendo um contato metal-metal. Portanto quando o lubrificante possui o antidegastante, o aditivo reage formando uma película que reduzirá o desgaste do motor.

Composições típicas: diaquil ou diaril ditiofosfato de zinco.

1.4.4 - MODIFICADOR DE VISCOSIDADE

Visa transformar os óleos básicos de baixa viscosidade em óleos mais viscosos, melhorando a relação viscosidade versus temperatura, se comparando com os óleos de graus simples.

Isso é aplicável em climas frios, por exemplo, onde devido a manutenção de uma viscosidade de menor variável o consumo de lubrificante é reduzido e as partidas do motor tornam-se mais fáceis.

Composições típicas: copolímeros de olefinas, polisobutilenos.

1.4.5 - ANTIOXIDANTE

Um óleo que está exposto ao ar, tende a oxidar-se devido a presença de oxigênio. Esta oxidação pode ser lenta ou rápida, depende da natureza do óleo.

O antioxidante retardar a decomposição por oxidação do lubrificante, retardando o espessamento do óleo e a formação de compostos ácidos, borras, lodos e vernizes.

Composições típicas: Ditiofosfato de Zinco, Fenóis, Aminas Aromáticas.

1.4.6 - ANTICORROSIVO

Os anticorrosivos têm por finalidade a neutralização do ataque dos contaminantes corrosivos do lubrificante às superfícies metálicas do equipamento, principalmente aos mancais. No funcionamento dos motores, são formados ácidos

sulfúrico e nítrico, devido a presença de enxofre e nitrogênio nos combustíveis, que são altamente corrosivos.

Composições típicas: Detergentes Alcalinos, Fenóis de Alquila Propoxilatos ou Etoxilatos.

1.4.7 - ANTIFERRUGEM

Prevenir a formação de ferrugem nas partes ferrosas do equipamento, principalmente por contato com a água ou pela presença de umidade ácida ou salina. A presença de sais na água acelera consideravelmente a ferrugem, com a adição do antiferrugem, o aditivo envolve as partes metálicas com uma película protetora evitando que a água entre em contato com as superfícies ferrosas.

Composições típicas: Sulfonados, Ácidos Graxos, Aminas.

1.4.8 - ANTIESPUMANTE

Quando a bomba de óleo alimenta as partes a lubrificar no motor com uma mistura óleo-ar devido a agitação do óleo, acontece o rompimento das partículas de óleo e conseqüentemente o desgaste do motor devido o contato metal-metal. O aditivo antiespumante tem como função agrupar as pequenas bolhas de ar existente no óleo formando bolhas maiores, que conseguem subir a superfícies, onde se desfazem.

Composições típicas: Polímeros do Silicone, Polimetacrilatos.

1.4.9 - ABAIXADOR DO PONTO DE FLUIDEZ

O Abaixar o Ponto de Fluidéz inibe o crescimento de rede de cristais de parafina no óleo lubrificante que são formados por baixa temperatura, garantindo o fluxo do óleo lubrificante.

Composições típicas: Polimetacrilatos, Poliacrilamidas, Naftalenos Alquilados.

1.4.10 - BIOCIDA

A função do aditivo biocida é de reduzir o crescimento de microorganismos (bactérias, fungos e leveduras) em emulsões lubrificantes, evitando a rápida degradação do fluido, a quebra da emulsão, a formação de subprodutos corrosivos e a ocorrência de efeitos maléficos pelo contato do homem com as emulsões contaminadas (dermatite, pneumonia, etc).

Composições típicas: Compostos de Formaldeído, Fenóis, Derivados Orgânicos de Cl e Hg.

1.5 - ESPECIFICAÇÕES DO ÓLEOS LUBRIFICANTES

Para facilitar a escolha do óleo lubrificante correto para cada equipamento, usa-se várias classificações, sendo as principais SAE e API.

SAE: Classifica os óleos lubrificantes pela sua viscosidade, que é indicada por um número. Quanto maior este número, mais viscoso é o lubrificante.

API: Baseia-se em níveis de deslocamento dos óleos lubrificantes, ou seja, se preocupa com o tipo de serviço do qual a máquina estará sujeita

Sendo assim,

Viscosidade - classificação SAE (Society of Automotive Engineers)

Qualidade - classificação API (American Petroleum Institute)

CAPÍTULO 2

UTILIDADE DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES

2.1 - O EMPREGO DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES

Por mais complicada que uma máquina pareça, há apenas três elementos a lubrificar:

1. Apoios de vários tipos, tais como: mancais de deslizamento ou rolamento, guia etc.
2. Engrenagens de dentes retos, helicoidais, parafusos de rosca sem-fim etc., que podem estar descobertas ou encerradas em caixas fechadas.
3. Cilindros, como os que se encontram nos compressores e em toda a espécie de motores, bombas ou outras máquinas com êmbolos.

Para este trabalho abordei algumas utilidades onde o óleo lubrificante se torna fundamental.

2.2 - LUBRIFICANTES PARA TURBINAS

Turbinas são mecanismos através dos quais a energia do vapor, água ou gás, é convertida em movimento para gerar trabalho.

Os modernos óleos de turbina devem ter algumas propriedades importantes como viscosidade adequada, resistência à oxidação e formação de borra, prevenção contra ferrugem, proteção dos mancais contra corrosão, resistência à formação de espuma e fácil separação da água, além de permanecer em uso por longos períodos sem se degradar.

São elementos de máquinas, cuja função é transmitir movimentos de rotação e potência de uma parte da máquina para outra.

Os diversos tipos de engrenagens (helicoidais, cônicas, hipoidais, rosca sem fim, dentes retos, espinha de peixe, entre outras) estão sujeitas a grandes variações de cargas, sobretudo em função das aplicações.

Seus óleos são formulados com aditivos de extrema pressão a base de ésteres sulfurados e compostos orgânicos de enxofre e fósforo, particularmente eficazes na presença de superfícies de aço, onde as temperaturas localizadas são

altas o suficiente para originar uma reação química. Apresentam estabilidade térmica, possuem inibidor de espuma, características antidesgastante e não corrosiva, além de excelente capacidade de separação da água.

2.3 - LUBRIFICANTES PARA COMPRESSORES

Nos compressores o óleo lubrificante é de vital importância para o perfeito funcionamento do equipamento e sua vida útil.

A qualidade do óleo, e as trocas efetuadas no período correto, são fatores indispensáveis a considerar.

Em princípio, as características básicas dos óleos lubrificantes para compressores de ar, são as mesmas utilizadas em outras aplicações e equipamentos.

Fatores como composição básica, índice de viscosidade, ponto de fluidez e ponto de fulgor, são os mesmos dos óleos automotivos, porém os aditivos que garantem a eficiência para os mecanismos dos compressores é completamente diferente, visto que as reações químicas e físicas que ocorrem nos compressores são nitidamente diversas, das que ocorrem nos motores à explosão.

A função do óleo lubrificante nos compressores alternativos de pistão é igualmente muito semelhante aos óleos lubrificantes utilizados nos motores, diferenciando-se muito na sua aditivação.

Veja as principais funções do óleo lubrificante nos compressores:

- Facilitar as partidas, favorecendo a mobilidade das peças que sofrem atrito entre si.
- Lubrificar os componentes prevenindo o desgaste.
- Reduzir o atrito entre as peças móveis.
- Proteger os componentes contra oxidação e corrosão.
- Manter limpas as peças internas.
- Auxiliar no arrefecimento das peças internas.
- Vedar espaços entre peças que são submetidos a pressões.

As razões principais que requerem um óleo com aditivação diferente para os compressores de pistão são: temperatura e ausência de combustão.

Ao contrário do motor, com sistema de arrefecimento incorporado ao conjunto, os compressores alternativos de pistão variam em muito os picos de temperatura.

Fatores ambientais, de instalação e regime de trabalho intermitentes, submetem estes mecanismos a temperaturas que oscilam entre a temperatura ambiente, até mais de 200° acima. Além disso, a combustão por injeção de combustível não existe, sendo que os subprodutos da queima não estão presentes no cilindro. Haverá produção de contaminantes e até carbonização, porém em menor proporção.

Para situações com temperatura ambiente baixa e climas de inverno rigoroso, é necessário utilizar um óleo industrial (com a composição citada), acrescido do fator “W”, (sigla de winter-inverno) com índice de viscosidade de acordo com a descrição abaixo:

Abaixo de 10° – Óleo SAE 10W (Óleo mineral sem detergente)

De 0° a 10° – Óleo SAE 20W (Óleo mineral sem detergente)

De 15° 60° – Óleo AW 150 (Óleo mineral sem detergente)

2.4 - LUBRIFICANTES PARA MANCAIS DE DESLIZAMENTO

O traçado correto dos chanfros e ranhuras de distribuição do lubrificante nos mancais de deslizamento é o fator primordial para se assegurar a lubrificação adequada.

Os mancais de deslizamento podem ser lubrificados com óleo ou com graxa. No caso de óleo, a viscosidade é o principal fator a ser levado em consideração; no caso de graxa, a sua consistência é o fator relevante.

A escolha de um óleo ou de uma graxa também depende dos seguintes fatores:

- Geometria do mancal: dimensões, diâmetro, folga mancal/eixo;
- Rotação do eixo;
- Carga no mancal;
- Temperatura de operação do mancal;
- Condições ambientais: temperatura, umidade, poeira e contaminantes;
- Método de aplicação.

2.5 - LUBRIFICANTES PARA MANCAIS DE ROLAMENTO

Os rolamentos axiais autocompensadores de rolos são lubrificados, normalmente, com óleo. Todos os demais tipos de rolamentos podem ser lubrificados com óleo ou com graxa.

2.5.1 - LUBRIFICAÇÃO COM GRAXA

Em mancais de fácil acesso, a caixa pode ser aberta para se renovar ou completar a graxa. Quando a caixa é bipartida, retira-se a parte superior; caixas inteiriças dispõem de tampas laterais facilmente removíveis. Como regra geral, a caixa deve ser cheia apenas até um terço ou metade de seu espaço livre com uma graxa de boa qualidade, possivelmente à base de lítio.

2.5.2 - LUBRIFICAÇÃO COM ÓLEO

O nível de óleo dentro da caixa de rolamentos deve ser mantido baixo, não excedendo o centro do corpo rolante inferior. É muito conveniente o emprego de um sistema circulatório para o óleo e, em alguns casos, recomenda-se o uso de lubrificação por neblina.

2.5.3 - INTERVALOS DE LUBRIFICAÇÃO

No caso de rolamentos lubrificados por banho de óleo, o período de troca de óleo depende, fundamentalmente, da temperatura de funcionamento do rolamento e da possibilidade de contaminação proveniente do ambiente. Não havendo grande possibilidade de poluição, e sendo a temperatura inferior a 50°C, o óleo pode ser trocado apenas uma vez por ano. Para temperaturas em torno de 100°C, este intervalo cai para 60 ou 90 dias.

2.6 - LUBRIFICAÇÃO DOS MANCAIS DOS MOTORES

Temperatura, rotação e carga do mancal são os fatores que vão direcionar a escolha do lubrificante.

Regra geral:

- Temperaturas altas: óleo mais viscoso ou uma graxa que se mantenha consistente;
- Altas rotações: usar óleo mais fino;
- Baixas rotações: usar óleo mais viscoso.

2.7 - LUBRIFICAÇÃO DE ENGRENAGENS FECHADAS

A completa separação das superfícies dos dentes das engrenagens durante o engrenamento implica presença de uma película de óleo de espessura suficiente para que as saliências microscópicas destas superfícies não se toquem.

O óleo é aplicado às engrenagens fechadas por meio de salpico ou de circulação.

A seleção do óleo para engrenagens depende dos seguintes fatores: tipo de engrenagem, rotação do pinhão, grau de redução, temperatura de serviço, potência, natureza da carga, tipo de acionamento, método de aplicação e contaminação.

2.8 - LUBRIFICAÇÃO DE ENGRENAGENS ABERTAS

Não é prático nem econômico encerrar alguns tipos de engrenagem numa caixa. Estas são as chamadas engrenagens abertas.

As engrenagens abertas só podem ser lubrificadas intermitentemente e, muitas vezes, só a intervalos regulares, proporcionando películas lubrificantes de espessuras mínimas entre os dentes, prevalecendo as condições de lubrificação limítrofe.

Ao selecionar o lubrificante de engrenagens abertas, é necessário levar em consideração as seguintes condições: temperatura, método de aplicação, condições ambientais e material da engrenagem.

2.9 - LUBRIFICAÇÃO DE REDUTORES

A escolha de um óleo para lubrificar redutores deve ser feita considerando-se os seguintes fatores: tipo de engrenagens; rotação do motor; temperatura de operação e carga. No geral, o óleo deve ser quimicamente estável para suportar oxidações e resistir à oxidação.

2.10 - LUBRIFICAÇÃO DE MÁQUINAS-FERRAMENTAS

Existe, atualmente, um número considerável de máquinas-ferramenta com uma extensa variedade de tipos de modelos, dos mais rudimentares àqueles mais sofisticados, fabricados segundo as tecnologias mais avançadas.

Diante de tão grande variedade de máquinas-ferramenta, recomenda-se a leitura atenta do manual do fabricante do equipamento, no qual serão encontradas indicações precisas para lubrificação e produtos a serem utilizados.

Para equipamentos mais antigos, e não se dispor de informações mais precisas, as seguintes indicações genéricas podem ser obedecidas:

Sistema de circulação forçada- óleo lubrificante de primeira linha com número de viscosidade S 215 (ASTM).

Lubrificação intermitente (oleadeiras, copo conta-gotas etc.)- óleo mineral puro com número de viscosidade S 315 (ASTM).

Fusos de alta velocidade (acima de 3000 rpm)- óleo lubrificante de primeira linha, de base parafínica, com número de viscosidade S 75 (ASTM).

Fusos de velocidade moderada (abaixo de 3000 rpm)- óleo lubrificante de primeira linha, de base parafínica, com número de viscosidade S 105 (ASTM).

Guias e barramentos- óleos lubrificantes contendo aditivos de adesividade e inibidores de oxidação e corrosão, com número de viscosidade S 1000 (ASTM).

Caixas de redução- para serviços leves podem ser utilizados óleos com número de viscosidade S 1000 (ASTM) aditivados convenientemente com antioxidantes, antiespumantes etc. Para serviços pesados, recomendam-se óleos com aditivos de extrema pressão e com número de viscosidade S 2150 (ASTM).

Lubrificação à graxa- em todos os pontos de lubrificação à graxa pode-se utilizar um mesmo produto. Sugere-se a utilização de graxas à base de sabão de lítio de múltipla aplicação e consistência NLGI 2.

Observações: S = Saybolt;ASTM

ASTM = American Society of Testing Materials (Sociedade Americana de Materiais de Teste).

NLGI = National Lubricating Grease Institute (Instituto Nacional de Graxa Lubrificante).

2.11 - ÓLEOS HIDRÁULICOS

A principal tarefa de um óleo hidráulico na indústria é de movimentar equipamentos ou ferramentas em linhas de processos. Em geral são sistemas centralizados ou individuais que movem ou transportam produtos na fábrica. Nas indústrias alimentícias, sistemas hidráulicos levantam, empurram, espremem ou dão forma aos ingredientes ou produtos.

Os sistemas com óleo hidráulico muitas vezes estão sendo usados em casos de alta carga. A função do fluido hidráulico é a transmissão de força e a lubrificação das peças internas do sistema como por exemplo bombas de engrenagens ou cilindros.

A maior parte dos óleos hidráulicos é produzida com óleos minerais devido ao custo. Para atender as exigências, estes produtos tem de ser melhorados com uma

variedade de aditivos, tais como: inibidores de corrosão, antioxidantes, detergentes, aditivos EP (extreme pressão), antiespumantes, emulgadores, abaixador do ponto de congelamento (pour-point), etc. Também é importante que o óleo hidráulico não ataque as vedações do sistema hidráulico

2.11.1 - VISCOSIDADE DO ÓLEO HIDRÁULICO

A maioria é formulado com viscosidades de ISO VG 32, 46 ou 68. Com o tempo de uso e a influência de umidade a viscosidade do óleo tende a aumentar devido a emulsificação de água no óleo, fato que ocorre muito nas indústrias de alimentos aonde ocorre a limpeza dos equipamentos diariamente com água sob pressão e detergentes, contaminando assim o óleo hidráulico. Com óleos semi-sintéticos ou sintéticos consegue-se uma economia considerável, devido a diminuição de trocas e paradas no processo produtivo.

CAPÍTULO 3

LUBRIFICAÇÃO NOS MCP'S E MCA'S EM EMBARCAÇÕES

3.1 - LUBRIFICAÇÕES EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

Um motor de combustão interna é desenvolvido para funcionar por muitas horas. Para que isso seja possível o motor é provido de um sistema de lubrificação, caso contrário não duraria alguns minutos. Isso aconteceria devido movimento incessante de peças dentro do motor, sendo que estas peças estão em contato com outras peças de mesmo ou semelhante material. O sistema de lubrificação garante que essas peças trabalhem com um filme de óleo entre elas (atrito úmido), que reduz consideravelmente o atrito e conseqüentemente o desgaste. Além disso, o sistema também exerce uma função refrigerante auxiliar ao sistema de arrefecimento, retém partículas em suspensão no óleo que venham a alcançar os canais de lubrificação sobre intenso trabalho das peças de força, previne a oxidação das peças e a formação da carbonização.

O sistema de lubrificação deve prover lubrificação para os seguintes componentes:

- Mancais do eixo de cames;
- Mancais do eixo de manivelas;
- Paredes do cilindro;
- Cabeça do pistão;
- Pé da biela com pino do pistão;
- Munhões e moentes da árvore de manivelas.

3.2 - TIPO DE ATRITO

Como já foi abordado anteriormente as peças do motor não possuem superfícies lisas e uniformes, pelo contrário, são repletas de cristas e o contato com as outras peças gerariam um grande atrito não fosse a ação do óleo. As moléculas de óleo formam uma película entre as duas peças, preenchendo o espaço entre as cristas das duas peças. Contudo, a formação dessa película é prejudicada pela pressão exercida pelas peças, que desgasta a película de óleo entre pistão e a parede do cilindro, o contato metal-metal torna-se inevitável. A formação da película e o seu desgaste até o contato entre as peças é caracterizado pelos três níveis de atrito:

- **Atrito líquido:** O filme de óleo entre as peças se mantém íntegro impedindo o contato entre as peças durante o funcionamento do motor;
- **Atrito úmido:** O filme de óleo começa a se desgastar e em alguns pontos há contato entre a saia do pistão e a parede do cilindro;
- **Atrito seco:** O filme de óleo foi completamente retirado da parede do cilindro, deixando o motor exposto ao prejudicial contato pistão-cilindro.

3.3 - SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO

Em um motor, o sistema de lubrificação tem como função distribuir o óleo lubrificante para todas as partes que devem ser lubrificadas com o intuito de prevenir o desgaste das partes móveis, reduzir o ruído e auxiliar no arrefecimento. Sendo os componentes básicos do sistema de lubrificação a bomba de óleo, cárter de óleo, filtro de óleo, filtro de tela, resfriador de óleo, válvula aliviadora de pressão.

3.3.1 - BOMBA DE ÓLEO

A bomba é a parte mais importante no sistema de lubrificação, ela tem a função de fazer a sucção do óleo lubrificante que se encontra no cárter do motor e mandando este óleo para todas as partes móveis. Ela pressuriza todo o sistema de lubrificação evitando que falte óleo para as partes móveis do motor.

3.3.2 - FILTRO DE ÓLEO

O filtro de óleo tem a função de reter os contaminantes contidos no óleo provenientes do atrito das partes móveis do motor e também o carbono resultante da queima do combustível, que causa o desgaste prematuro reduzindo a vida útil do motor.

3.3.3 - RESFRIADOR DE ÓLEO

Resfriador de óleo tem a função de deixar o óleo na temperatura ideal para seu funcionamento normal. Portanto o resfriador é utilizado para arrefecer o óleo deixando-o com a viscosidade necessária para a operação do motor.

3.4 - MÉTODOS DE LUBRIFICAÇÃO DO MOTORES.

O desenvolvimento do motor de combustão interna passou por diversas fases e nelas os sistemas dos motores foram sendo aperfeiçoados. Com isso alguns tipos de sistemas de lubrificação foram surgindo, seja pelo desenvolvimento, seja pelo tipo de uso do motor.

Os principais métodos de lubrificação do motores são:

3.4.1 - SISTEMA DE SALPICO

Neste sistema a bomba mantém sempre o cárter cheio de óleo,este fica posicionado propositalmente próximas a passagem de cada biela. As bielas por sua vez estão munidas com um prolongamento afilado denominado pescador, que recolhem parte do óleo durante seu movimento de vai e vem. O óleo ao penetrar nas bielas lubrifica seu respectivo moente. Este é um sistema que requer canais de lubrificação maiores devido sua baixa pressão de funcionamento(0,1 a 0,4bar).

3.4.2 - SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO POR PRESSÃO

Este sistema de lubrificação utiliza a pressão da bomba(1 a 3 bar) para alcançar as diversas canalizações de óleo do motor. Munhões e moentes do virabrequim possuem furos de lubrificação por onde o óleo sobre pressão atinge as bielas. Canalizações de óleo também dirigem o óleo até as peças do cabeçote(comando de válvulas, eixo de balancins, tuchos...). As bielas possuem uma canalização interna, que se estende da cabeça até o pé da biela chegando ao pino do pistão. Para então despejar jatos de óleo que refrigeram o pistão. Neste sistema também é muito frequente o uso jateadores de óleo, que despejam jatos de óleo em direção aos pistões ou cilindros.

3.4.3 - SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO POR MISTURA

Este sistema de lubrificação utiliza o óleo lubrificante proporcionalmente misturado ao combustível, e foi largamente utilizado em motores dois tempos. A proporção de óleo não pode ser exagerada, o que prejudica o desempenho da combustão(loga a potência) além de contaminar câmara de combustão e a janela de escape.

3.4.4 - SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO POR PROJEÇÃO

Esta é uma variação do sistema de lubrificação sobre pressão. Neste mancais e virabrequim são lubrificados por pressão, enquanto que as bielas são lubrificadas por projeção de um jato de óleo. Um canal de óleo sobre pressão despeja jatos de óleo sobre a biela, que munida de uma colher consegue canalizar esses jatos internamente promovendo a lubrificação do conjunto pino-pistão bem como boa parte desse óleo atinge a cabeça da biela, promovendo sua refrigeração. A pressão de trabalho nesse sistema varia de 1 a 3 bar.

3.4.5 - SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO POR CÁRTER SECO

Este é o mais bem sucedido e eficiente sistema de lubrificação. Possui duas bombas de óleo que trabalham, uma retirando o óleo que tende a acumular-se no fundo do cárter e enviando para um reservatório externo (poceto), e outra enviando o óleo desse reservatório para o motor, introduzindo-o a pressão nos elementos a lubrificar. Sua maior vantagem é poder trabalhar com o óleo em menor temperatura, além de possibilitar a montagem de um cárter menor.

CAPÍTULO 4

ANÁLISES DO ÓLEO LUBRIFICANTE

4.1 - NECESSIDADE DE ANÁLISE DO ÓLEO LUBRIFICANTE USADO

A principal razão para se analisar um óleo lubrificante usado, é que através dos resultados obtidos nas análises, pode-se determinar se o óleo está ou não em condições de continuar em uso, se está ocorrendo algum tipo de problema relacionado com as partes que estão sendo lubrificadas ou com a operação do motor. A interpretação da análise de óleos usados depende do conhecimento do tipo de equipamento, da sua condição, estado operacional e do conhecimento do lubrificante utilizado, variando de acordo com cada fabricante de equipamento e de lubrificante. Estas análises servem apenas para orientação, uma vez que os mesmos nem sempre são conclusivos para condenar ou manter em uso um lubrificante. A interpretação final deve ser feita por técnicos habilitados, que tenham condições de correlacionar os resultados obtidos de cada motor e sua condição operacional.

Para se atingir as características desejadas de um óleo lubrificante, realizam-se análises físico-químicas que permitem fazer uma pré-avaliação de seu desempenho. Algumas destas análises não refletem as condições encontradas na prática, mas são métodos empíricos que fornecem resultados comparativos de grande valia, quando associados aos métodos científicos desenvolvidos em laboratórios. As provas de laboratório são importantes para o controle das operações de fabricação e como índice de uniformidade, porém, a medida final da qualidade e poder de lubrificação são resultados obtidos na prática e nas condições reais de serviço. Na refinação e produção de óleos lubrificantes, devem ser estabelecidos limites de tolerância, cobrindo numerosas propriedades e características, a fim de se obter o grau desejado de normalização dos produtos. Usam-se como limites básicos, várias propriedades físicas e químicas, conhecidas como especificações para óleos lubrificantes. Estas especificações são usualmente determinadas e expressas baseadas em testes padronizados, estabelecidos por órgãos normalizadores como a ASTM (American Society for Testing and Materials), ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), IBP (Instituto Brasileiro do Petróleo), API (American Petroleum Institute), e outras.

Abaixo, encontram-se as principais análises realizadas em óleos lubrificantes usados.

4.1.1 - VISCOSIDADE

A viscosidade é uma das propriedades mais importantes dos lubrificantes. A viscosidade está relacionada com o atrito entre as moléculas do fluido, podendo ser definida como a resistência ao escoamento ou a resistência interna oferecida por um fluido (líquido ou gasoso) ao movimento ou ao escoamento. A viscosidade determina a facilidade com que pode ser dada a partida num motor em tempo frio. É o fator que determina a capacidade de carga que pode ser suportada num mancal, com uma película de óleo separando as partes móveis. A viscosidade afeta diretamente a potência e o calor gerado nos componentes mecânicos, influenciando no efeito de vedação entre as folgas das peças e no próprio consumo do motor. A viscosidade não possui relação alguma com o seu peso ou oleosidade. A oleosidade é a propriedade que o lubrificante possui de aderir às superfícies (adesividade) e permanecer coeso (adesividade). Como exemplo, a água, que não possui oleosidade e os óleos lubrificantes que possuem adesividade e coesividade.

Fluidos com alta oleosidade têm uma alta viscosidade, como o mel, isto é, eles não escorrem facilmente. Fluidos mais finos, tais como a água que flui facilmente, possui baixa viscosidade. Os óleos lubrificantes são produzidos em várias viscosidades, podendo-se obter outras intermediárias através da mistura entre os óleos básicos. A viscosidade de um óleo lubrificante varia com a temperatura, sendo inversamente proporcional à mesma. Isto significa que a medida que a temperatura do óleo aumenta, ele se torna menos viscoso. Com a diminuição da temperatura, o óleo torna-se mais espesso, ou mais viscoso. A viscosidade de óleos de diferentes origens e processos de refinação varia de forma diferente para as mesmas variações de temperatura. Assim sendo, sempre que se referir a um valor que representa a viscosidade de um óleo deve-se referir também à temperatura na qual ela foi medida, pois caso contrário o valor não terá nenhum significado.

Existem vários aparelhos para se medir a viscosidade de um óleo, os quais são denominados de viscosímetros. Os viscosímetros mais utilizados são os Cinemático (utiliza o sistema métrico internacional), Saybolt universal, Redwood (inglês) e Engler (alemão).

No método Cinemático, um tubo capilar é abastecido com óleo através de sucção, até um nível marcado. Parando-se de succioná-lo, o óleo tende a voltar para a posição inicial, passando por uma segunda marca de referência. Anota-se o tempo, em segundos, que o nível do óleo levou para passar pelos dois traços de referência. Para cada faixa de viscosidade dos óleos, é utilizado um tubo capilar com diâmetro especificado e, para cada tubo, é determinado um fator de correção "C" do tubo.

Para o cálculo da viscosidade em centistokes (cSt):

VISCOSIDADE CINEMÁTICA EM CST = C X T

Onde:

Centistokes = 1 mm²/s

C= Fator de correção do tubo usado.

T= tempo de escoamento em segundos do óleo no viscosímetro cinemático.

4.1.2 - PONTO DE FULGOR E PONTO DE COMBUSTÃO

Ponto de Fulgor é a temperatura na qual o óleo, quando aquecido em aparelho adequado, desprende os primeiros vapores que se inflamam momentaneamente (lampejo) ao contato de uma chama. Este ensaio fornece a indicação do ponto de evaporação de um óleo à pressão atmosférica.

Continuando-se o aquecimento, depois de atingido o Ponto de Fulgor, quando o óleo ao contato da chama inflama-se em toda a superfície por mais de 5 segundos, tem-se a esta temperatura o Ponto de Combustão ou Inflamação. O Ponto de Combustão de um óleo encontra-se aproximadamente de 20°C A 30°C acima do Ponto de Fulgor. Os óleos para motores necessitam ter um Ponto de Fulgor elevado, para se evitar o risco de incêndio nas altas temperaturas em que trabalham. No caso de óleos usados, o aumento do Ponto de Fulgor significa perda das partes leves por evaporação, enquanto que sua redução indica que houve contaminação por combustível ou outro produto de menor Ponto de Fulgor.

O teste do Ponto de Fulgor (Flash Point) é um dos métodos utilizados para se verificar a contaminação por combustível diluído no óleo lubrificante do motor. Quando o valor da temperatura encontrada nesta análise diminui, é sinal de que existe presença de combustível ou de outro produto de menor Ponto de Fulgor, e geralmente, esta queda é acompanhada por uma diminuição da viscosidade do óleo. Com o uso, poderá ocorrer o aumento do valor do Ponto de Fulgor, pois o calor gerado pela combustão e pelo atrito tende a evaporar as frações mais leves contidas no óleo lubrificante. Para óleos de motores usados, quando ocorrer uma redução abrupta no Ponto de Fulgor em relação ao valor inicial, deve-se trocá-lo e verificar no motor as causas mecânicas que geraram isto. Normalmente o limite mínimo do Ponto de Fulgor de óleos usados é de 200°C.

4.1.3 - ANÁLISE DE ÁGUA

A água, quando misturada aos óleos lubrificantes pode provocar a oxidação do óleo, a corrosão das partes lubrificadas, o aumento da viscosidade do

óleo, a separação dos aditivos e a formação de espuma. Quando separada, a água provoca um escoamento irregular do óleo e falhas de lubrificação.

Para a determinação do teor de água, faz-se uma destilação por arraste com tolueno no óleo usado, de modo que a água e o tolueno evaporem e sejam condensados em um recipiente graduado. A água pode ser proveniente, da má estocagem dos óleos, vazamentos no sistema de arrefecimento do motor, contaminação externa, condensação da umidade do ar nas partes internas do motor e do combustível. Nos óleos de motores, a aditivação detergente-dispersante, a tolerância à água é pequena (máximo 0,3% de água em volume). Quando estes óleos são contaminados com água, ficam leitosos, com uma cor marrom claro, havendo separação parcial dos aditivos.

4.1.4 - NÚMERO DE NEUTRALIZAÇÃO

Os óleos lubrificantes usados ou novos podem apresentar características básicas ou ácidas, dependendo de sua origem, processos de refinação, aditivos empregados, deterioração em serviço e contaminações. As características ácidas podem ser devidas a vários tipos de substâncias contidas no óleo, tais como ácidos orgânicos ou inorgânicos, ésteres, resinas ou sais de metais pesados. A característica básica deve-se a bases orgânicas. O teste de Número de Neutralização determina a quantidade e o caráter ácido ou básico de um óleo lubrificante, podendo ser determinado pelo método potenciométrico.

4.1.5 - MÉTODO POTENCIOMÉTRICO

Os métodos potenciométricos, baseia-se na diferença de potencial gerado quando se colocam dois eletrodos de diferentes materiais na solução que se deseja medir. Esta diferença de potencial pode ser relacionada diretamente ao valor do Ph desta solução, podendo variar de 0 a 14, sendo que de 0 a 7 o produto é ácido, de 7 a 14 o produto é básico e o valor 7 indica produto neutro.

De acordo com o caráter ácido ou básico, o valor do número de neutralização pode ser indicado pelas seguintes classificações:

- **TBN** (Total Base Number): É a medida da quantidade de ácido, expressa em miligramas de hidróxido de potássio (KOH), equivalentes ao ácido clorídrico, gasta para neutralizar (até pH=4) todos os componentes básicos presentes em 1 grama de amostra.

- **TAN** (Total Acid Number): É a medida da quantidade de base, expressa em miligramas de hidróxido de potássio, necessária para neutralizar (até pH=11) todos os componentes ácidos presentes em 1 grama de amostra.

Deve-se notar que os resultados obtidos são sempre expressos em mg KOH/g, independente de ter sido usado um ácido ou uma base na titulação. Um óleo mineral puro bem refinado deve apresentar somente uma acidez ou alcalinidade orgânica, o que normalmente é inferior a 0,1 mg de KOH/g. Os óleos que contêm aditivos, podem apresentar acidez ou alcalinidade total com valores mais elevados, em função da natureza do aditivo utilizado. Com óleos novos, os resultados do teste de neutralização fornecem um valor para controle de qualidade do produto. Com óleos usados, os resultados podem servir como um guia do estado mecânico do motor e troca do óleo nas condições de operação ou deterioração do produto.

O aumento do TAN indica uma contaminação do óleo com produtos ácidos provenientes da combustão ou oxidação do mesmo, sendo que neste caso geralmente ocorre uma evidência paralela que é o aumento da viscosidade do óleo. a ocorrência de corrosão nos mancais de cobre/chumbo dos motores.

O TBN mede a capacidade que o óleo possui de neutralizar as substâncias ácidas presentes. O TBN é uma característica importante do óleo, pois representa a reserva alcalina do mesmo, utilizado para neutralizar os ácidos fortes que se formam durante a combustão ou oxidação do óleo, tais com ácidos derivados do enxofre e nitrogênio. Além disso, está comprovado que o valor do TBN pode influir diretamente no comportamento do motor. Altos valores de TBN podem levar a um menor desgaste dos anéis de segmento, camisas de cilindro, além de menores depósitos de verniz nas partes críticas do motor. Não se pode generalizar acerca dos limites para os quais valores de TBN de um óleo em serviço podem atingir, para decidir com segurança se ele deve permanecer em uso.

4.1.6 - RESÍDUOS DE CARBONO

Os produtos derivados de petróleo são misturas complexas de hidrocarbonetos que, quando submetidos à evaporação em altas temperaturas, deixam resíduos carbonosos que podem trazer inconvenientes aos motores de combustão interna e a outros equipamentos. A percentagem de resíduo de carbono de um óleo é determinada através de métodos e aparelhos especiais padronizados (Conradson e Ramsbottom). Estes ensaios consistem basicamente em se fazer evaporar uma pequena amostra de óleo, não permitindo que o mesmo tenha contato direto com o oxigênio para evitar sua combustão.

Estes ensaios servem para comparar as tendências de formação de resíduos de carbono dos óleos para motores. Os valores obtidos não devem servir de critério para determinar a qualidade ou desempenho de um óleo lubrificante, quando considerados isoladamente. Isto se deve ao fato de que as condições existentes durante o teste nos aparelhos padronizados, não são repetidas na prática. Alguns fatores como a dosagem de combustível pelo sistema de injeção, condições mecânicas do motor, contaminantes do óleo, entre outros, podem influenciar muito mais na formação de resíduos de carbono do que o valor determinado em teste de laboratório.

4.1.7 - ANÁLISE ESPECTOGRÁFICA

A análise espectrográfica dos óleos lubrificantes, realizadas nos aparelhos de emissão espectrográfica ou no espectômetro de absorção atômica, fornece resultados rápidos e precisos dos contaminantes inorgânicos presentes nas amostras testadas. Além dos elementos contidos nos aditivos do óleo, outros metais como o ferro, cromo, cobre, chumbo, alumínio e silício, são de especial interesse para se avaliar problemas na lubrificação das partes móveis do motor, que ocasionam o desgaste de determinadas peças, ou problemas provenientes do mau funcionamento do sistema de filtragem de ar.

Os valores obtidos de cada elemento nos testes permitem corrigir operações inadequadas do equipamento, ou ainda dados significativos para se elaborar um plano de manutenção preditiva. A interpretação dos resultados obtidos deve ser feita por técnicos capacitados, que tenham conhecimento do tipo de óleo analisado e de sua origem, além dos dados de operação do equipamento, para poderem avaliar corretamente o significado relativo de cada elemento contido na amostra analisada.

A determinação dos metais e outros elementos produzidos por desgaste e sua concentração, é a consideração principal neste tipo de análise. Destes materiais, o ferro e o silício são os que estão mais associados com o desgaste mecânico. O ferro está relacionado com o desgaste abrasivo e corrosivo sofrido pelas partes constituídas deste material, como camisas de cilindros, árvore de comando de válvulas e sedes de válvulas. O silício provém geralmente da sujeira e do pó abrasivo (poeira) devido a má filtragem ou entrada falsa de ar no sistema de admissão. O cromo indica desgaste dos anéis de segmento. O alumínio indica desgaste nos pistões e o cobre está associado com o desgaste ou corrosão dos casquilhos de mancais (bronzinas).

CAPÍTULO 5

CUIDADOS COM ARMAZENAMENTO E MANUSEIO DE LUBRIFICANTES

5.1 - ARMAZENAMENTO

Para uma boa qualidade de óleo lubrificante, algumas preocupações são adotadas desde as refinarias, depósitos das companhias e distribuidoras até o consumidor final. Estas precauções vão desde o rigoroso controle de qualidade existente em todo o processo de fabricação do lubrificante, até cuidados com o envasamento e a embalagem, afim de se evitar contaminação e outros danos comprometendo a qualidade do produto.

Um controle no recebimento é de fundamental importância para o bom desembaranhamento dos lubrificantes. Para que ele seja de maneira eficiente, algumas regras devem ser seguidas, como por exemplo, verificar se o produto que está sendo entregue está de acordo com o pedido feito e a nota fiscal, verificar se os lacres dos tambores não foram violados, verificar as condições da embalagem quanto a sua estrutura e identificação do produto.

5.2 - MANUSEIO DESCUIDADO DOS TAMBORES

Quedas bruscas, descidas de rampas sem proteção, rolar em terreno irregular. São alguns exemplo que resultam em furos, amassamentos ou desaparecimento da identificação do produto.

Ao se manusear o tambor de óleo lubrificante, deve ter cuidado para não danificá-lo, pois caso contrário poderá haver contaminações do óleo.

Abaixo segue alguns tipos de contaminação devido a forma errada de manuseio dos tambores de óleo.

5.2.1 - CONTAMINAÇÃO POR ÁGUA

As embalagens podem eventualmente permitir a entrada de água para o interior. Isso se dá pelo fato que os óleo sofrem variação no seu volume conforme a variação de temperatura, dilatando-se com o calor do dia contraindo-se com a menor temperatura noturna. A consequência disto é que ocorre a expulsão do ar contido no interior da embalagem durante o dia e a aspiração do ar externo durante a noite, trazendo junto a umidade.

A contaminação pela água é prejudicial a qualquer tipo de lubrificante. Óleos aditivados, como óleos para motores, óleos para cilindros ou óleos de extrema pressão podem deteriorar-se ou precipitar os aditivos e, se utilizados, podem trazer sérios problemas para o equipamento.

5.2.2 - CONTAMINAÇÃO POR IMPUREZAS

A presença de materiais estranhos, como a poeira, areia, folhas, pregos e outros causam sempre sérios problemas as máquinas e equipamentos. Além da deterioração do lubrificante, poderá ocorrer obstrução da tubulação do sistema de lubrificação, grimpamentos de válvulas de sistemas hidráulicos e desgates excessivos devido a presença de materiais abrasivos.

5.2.3 - MISTURAS ACIDENTAIS POR OUTROS PRODUTOS

Sérios inconvenientes podem surgir pela mistura de óleos com outros produtos. Os produtos aditivados, muitas vezes, não se misturam normalmente, podendo haver precipitação de aditivos.

A armazenagem dos lubrificantes deve ser sempre separada de outros produtos tais como solventes, detergentes, tintas, etc.

5.2.4 - CONTAMINAÇÃO POR OUTRO TIPO DE LUBRIFICANTE

A mistura acidental de um lubrificante com outro tipo diferente pode vir a causar sérios inconvenientes. Se, por exemplo, um óleo de alta viscosidade for contaminado com um de baixa viscosidade, a película lubrificante formada pelo produto contaminado será mais fina que a original e, conseqüentemente, haverá maior desgaste.

Os óleos para sistemas de circulação, como os óleos hidráulicos e de turbinas, se misturados com óleos solúveis, óleos para motores ou óleos para cilindros, além da possibilidade de reação dos aditivos, perderiam suas características de separação de água, ocasionando sérios problemas para os equipamentos.

5.2.5 - DETERIORAÇÃO DEVIDO A EXTREMOS DE TEMPERATURAS

O óleo lubrificante armazenado ao ar livre está sujeito a temperaturas altas ou baixas devido a exposição ao clima, e esta exposição ao clima pode deteriorar

certos tipos de óleos e graxas lubrificantes. Por exemplo, algumas graxas não devem ser armazenadas em locais quentes, pois o calor poderá separar o óleo do sabão inutilizando-a como lubrificante. Um outro exemplo são os óleos solúveis que contém uma porcentagem de umidade que é necessária para sua estabilidade, quando armazenado em locais quentes ou muito frios, esta umidade pode evaporar-se ou congelar-se, inutilizando o produto.

5.3 - DEPÓSITOS OU ALMOXARIFADO DE LUBRIFICANTES

A armazenagem deve ser feita tendo em vista as facilidades de carga e descarga e os pontos de consumo.

O depósito de lubrificantes deve ser em local coberto, bem ventilado, afastado de fontes de contaminação e de calor ou frio excessivo.

Os tambores deverão ficar deitados em estrados de madeira. As marcas dos tambores deverão estar sempre bem visíveis. Limpar sempre em volta do bujão antes de abrir.

É necessário espaço para a estocagem de recipientes cheios e não abertos e para os recipientes em uso, dos quais são retirados os lubrificantes para a distribuição para vários outros pontos a serem aplicados.

Em qualquer situação, sempre deve-se ter um controle e organização eficaz sobre os produtos armazenados e manipulados, para evitar uma contaminação ou confusão de outro tipo de lubrificante e assegurar a rotatividade do estoque.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi exposto neste trabalho a importância do óleo lubrificante, de sua conservação e como ele é fundamental para os equipamentos a bordo dos navios mercantes.

Com base neste trabalho, podemos deduzir que a lubrificação é um dos mais importantes itens de manutenção a bordo e deve ser entendida e praticada na finalidade de aumentar a vida útil do equipamento. Pois sabemos que se a lubrificação for inadequada ou com contaminantes, isto acarretará em sérios problemas para o equipamento.

Como oficial de máquinas, tenho a declarar que foi de grande utilidade e gratificante esta pesquisa sobre os óleos lubrificantes. Acredito que levarei este aprendizado para resto de minha carreira a bordo dos navios mercantes. Espero ter atendido as expectativas propostas em relação ao assunto, e possa ser de alguma utilidade aos marítimos, pesquisadores posteriores e qualquer pessoa interessada pelo assunto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

4. HEMAIS, C.A. Polímeros e a indústria automobilística. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol.13, n 2, p. 107-114, 2003.
5. ROUSSO, José. Lubrificação Industrial. Rio de Janeiro: CNI/DAMP.
6. BOULANGER, P. e ADAM, B. Motores Diesel. Editora Hemus São Paulo, SP.
7. REIS, A.V.; MACHADO, A.L.T.; TILLMANN, C.A.C.; MORAES, M.L.B. Motores, tratores, combustíveis e lubrificantes. Pelotas: UFPel, 1999. 315 p.
8. STONE, RICHARD. Internal Combustion Engines. Society of Automotive Engineers, Inc. 2nd Edition. 1993 Warrendale, PA, USA.
9. DISTRIBUIDORA, BR PETROBRAS. Lubrificantes: Fundamentos a Aplicações. Gerência Industrial. 2005.
10. <http://pt.slideshare.net/Pedrujr/aditivos-para-lubrificantes> - acessado em 22/05/2016.
11. www.grax.com.br - acessado em 21/05/2016.
12. <http://www.carrosinfoco.com.br/carros/2014/07/sistema-de-lubrificacao-dos-motores-de-combustao-interna> - acessado em 24/05/2016.