

Treinamento:

Análise de Óleo III

Temas Abordados:

- Fundamentos de Lubrificação
- Fundamentos do Desgaste de Máquinas
- Análise de Detritos de Desgaste
- Análise da Degradação de Lubrificantes
- Desenvolvimento e Gerenciamento de Programas de Análise de Óleo

*Último nível de
Certificação em
Análise de Óleo !*

Local:

Sede Confialub

Rua dos Chanés, 498 São Paulo -SP



Conteúdo:

I. Fundamentos de Lubrificação (20%)

- A. Regimes de Lubrificação
 - 1. Hidrodinâmica
 - 2. Elastohidrodinâmica
 - 3. Limites
- B. Óleos Base
 - 1. Características comuns de óleos minerais
 - a) Parafínicos
 - b) Naftênicos
 - 2. Características, vantagens e desvantagens de óleos sintéticos comuns
 - a) Hidrocarbonetos sintetizados
 - b) Ésteres de fosfato
 - c) Ésteres ácidos dibásicos
- C. API e outras classificações de óleos base
- D. Funções básicas de aditivos de lubrificantes
 - 1. Antioxidantes/inibidores de oxidação
 - 2. Inibidores de Ferrugem
 - 3. Inibidores de Corrosão
 - 4. Agentes anti-emulsificação
 - 5. Melhoradores do Índice de Viscosidade (VI)
 - 6. Detergentes
 - 7. Dispersantes
 - 8. Depressor do ponto de gota
 - 9. Inibidores de espuma
 - 10. Agentes anti-desgaste (AW)
 - 11. Agentes de pressões extremas (EP)

II. Fundamentos do Desgaste de Máquinas (15%)

- A. Mecanismos Comuns de Desgaste de Máquinas
 - 1. Desgaste abrasivo
 - a) Desgaste abrasivo entre dois corpos
 - b) Desgaste abrasivo entre três corpos
 - 2. Desgaste adesivo
 - 3. Fadiga de superfície
 - 4. Desgaste corrosivo
 - 5. Desgaste por atrito (fretting)
 - 6. Desgaste erosivo
 - 7. Desgaste elétrico
 - 8. Desgaste por cavitação
 - a) Cavitação gasosa
 - b) Cavitação vaporosa
- B. Modos comuns de desgaste específicos às máquinas
 - 1. Engrenagens
 - 2. Mancais simples
 - 3. Mancais de elementos rotantes
 - 4. Hidráulicos

III. Análise de Detritos de Desgaste (21%)

- A. Ferrografia analítica
 - 1. Técnicas de análise de detritos de desgaste
 - a) Efeitos da luz
 - b) Efeitos de magnetismo
 - c) Tratamento de calor ou térmico
 - d) Tratamento químico
 - e) Morfologia
 - f) Detalhe da superfície
 - 2. Tipos, origens e causas prováveis de desgaste
 - a) Partículas de detritos de usinagem
 - b) Partículas esféricas
 - c) Partículas grossas
 - d) Partículas laminares
 - e) Partículas de óxido de ferro vermelho
 - f) Partículas de óxido de ferro preto
 - g) Partículas de corrosão
 - h) Partículas não-ferrosas
 - i) Polímeros de fricção

- B. Espectroscopia elementar de emissão atômica
 - 1. Determinação básica da metalurgia da partícula de desgaste a partir da composição elementar
 - 2. Como avaliar tendências sequenciais
 - 3. Como avaliar a tendência de "lock-step"
 - 4. Limitações de tamanho de partículas de espectrômetros comuns de emissão atômica
 - 5. Técnicas avançadas
 - a) Digestão ácida/microondas
 - b) Espectroscopia de filtro Rotrode
 - 6. Fluorescência de Raio-X (XRF) e outros métodos de espectroscopia elementar avançadas

IV. Análise da degradação de lubrificantes (25%)

- A. Degradação oxidativa do óleo base
 - 1. Causas de falha ou degradação oxidativa do óleo base
 - 2. Como reconhecer lubrificantes e aplicações em risco
 - 3. Estratégias para se deter ou mitigar a oxidação do óleo base
 - 4. Como reconhecer os efeitos da oxidação do óleo base
 - 5. Pontos fortes, limitações e aplicabilidade dos testes usados para se detectar e solucionar a oxidação do óleo base
 - a) Número de acidez
 - b) Viscosidade
 - c) Análise Infravermelho por Transformada de Fourier
 - d) Teste de Oxidação de Vaso de Pressão Rotativo
 - e) Inspeção sensorial
- B. Degradação térmica do óleo base
 - 1. Causas de degradação térmica
 - a) Degradação de superfície quente
 - b) Degradação induzida por compressão adiabática
 - 2. Pontos fortes, limitações e aplicabilidade dos testes usados para se detectar e solucionar degradação térmica do óleo base
 - a) Número de acidez
 - b) Viscosidade
 - c) Análise Infravermelho por Transformada de Fourier
 - d) Teste de estabilidade térmica (ASTM D 2070-91)
 - e) Detecção de insolúveis de carbono por centrifugação
 - f) Inspeção sensorial
- C. Depleção/degradação dos aditivos
 - 1. Como avaliar o risco de mecanismos comuns de depleção/degradação dos aditivos
 - a) Neutralização
 - b) Shear down
 - c) Hidrólise
 - d) Oxidação
 - e) Degradação térmica
 - f) Lavagem por água
 - g) Lavagem/remoção de partículas particle scrubbing
 - h) Adsorção de superfície
 - i) Contato por fricção
 - j) Sedimentação da condensação
 - k) Filtragem
 - l) Adsorção de agregados
 - m) Evaporação
 - n) Centrifugação
 - 2. Pontos fortes, limitações e aplicabilidade dos métodos para se medir a depleção/degradação dos aditivos
 - a) Espectroscopia de emissão atômica
 - b) Análise Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)
 - c) Número de acidez
 - d) Número base
 - e) Índice de viscosidade (VI)
 - f) Teste de Oxidação de Vaso de Pressão Rotativo
 - g) Teste do mata-borrão (mancha de óleo)

Conteúdo:

D. Como detectar a adição de um lubrificante errado

1. Viscosidade
2. Número de neutralização (AN/BN)
3. Espectroscopia elementar
4. Análise Infravermelho por Transformada de Fourier
5. Outros testes

V. Desenvolvimento e Gerenciamento de Programas de Análise de Óleo (19%)

A. Seleção de tipos de testes específicos ao equipamento

B. Otimização da frequência de análises

C. Estabelecimento de alarmes e limites

1. Estabelecimento de limites de contaminação baseados em metas
2. Limites de níveis obtidos estatisticamente
 - a) Revisão dos dados
 - b) Cálculo das médias
 - c) Cálculo dos desvios-padrões
 - d) Estabelecimento de limites superiores e inferiores usando

desvios padrões e medianos

e) Como mudanças na operação ou manutenção do sistema influenciam nas inferências estatísticas

3. Limites para a frequência de trocas

- a) Cálculo da frequência de trocas
- b) Alarmes baseados em declives ("Slope-based")
- c) Limites da frequência de trocas obtidos estatisticamente

4. Estabelecimento dos limites de envelhecimento para as propriedades do fluido

- a) Propriedades físicas
- b) Propriedades químicas
- c) Propriedades aditivas

D. Gerenciamento das informações das análises de óleo

E. Criar e gerenciar os procedimentos de análise de óleo

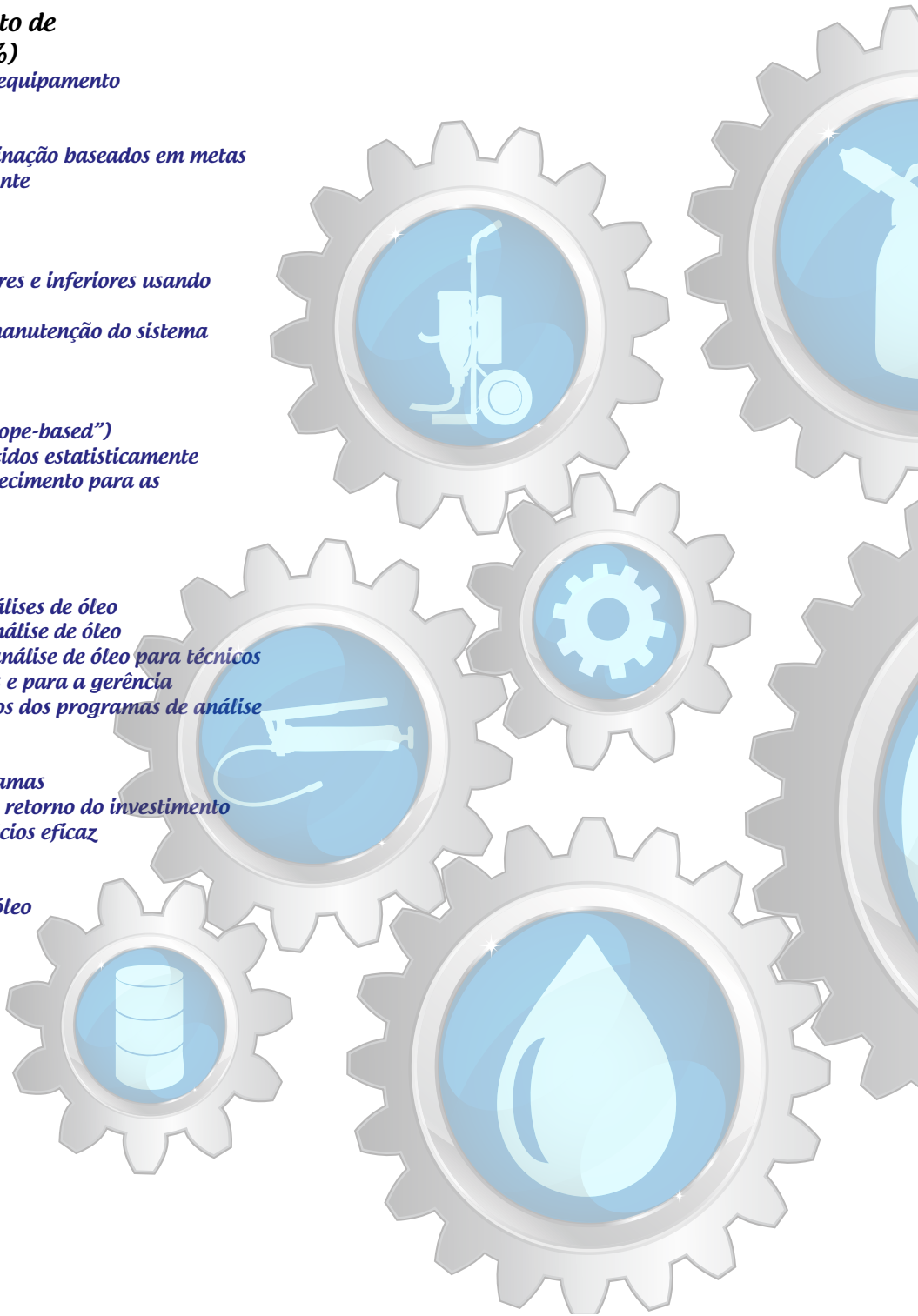
F. Elaborar escopos para treinamento em análise de óleo para técnicos de confiabilidade, operários especializados e para a gerência

G. Como fazer a análise the custo/benefícios dos programas de análise de óleo e controle de contaminação

1. Como calcular o custo dos programas
2. Como estimar os benefícios dos programas
3. Padrões de medidas para o cálculo do retorno do investimento
4. Como elaborar uma proposta de negócios eficaz

H. Garantia de Qualidade

1. Análises internas de óleo (no local)
2. Fornecedores externos de análises de óleo





Analista de Lubrificantes de Máquinas Nível III MLA III (ISO 18436-4, III)

Informações Gerais

Para obter certificação, o profissional deve preencher os seguintes requisitos:

- **Educação e/ou Experiência** – Os candidatos devem possuir 36 meses de experiência no campo de monitoramento da condição de máquinas baseado na análise de lubrificantes. Os meses de experiência são baseados em um mínimo de 16 horas por mês de experiência de amostragem e análise.
- **Possuir certificação de Analista de Lubrificantes de Máquinas Nível II (MLA).**
- **Treinamento** – Os Candidatos devem ter recebido 32 horas de treinamento formal documentado em análise de óleos para monitoramento de condições de máquinas, conforme descrito no Corpo de Conhecimento do MLA III.

Nota: O ICML não requer, recomenda, endossa ou autoriza qualquer curso de treinamento como sendo o oficial ou aprovado. É responsabilidade de cada candidato pesquisar as opções de treinamento disponíveis em sua área e decidir qual empresa de treinamento será a de sua escolha. O ICML recomenda que o conteúdo do curso escolhido seja comparado com o "Corpo de Conhecimento" do exame escolhido. É de interesse e responsabilidade de cada pessoa enquanto candidato do ICML assegurar que ele/ela está sendo treinado(a) nos mesmos assuntos nos quais será testado(a). Os "Corpos de Conhecimento" do ICML são de domínio público e podem ser utilizados por empresas no desenvolvimento de cursos de treinamento, tão bem quanto por candidatos para avaliar se um treinamento escolhido é apropriado.

- **Exame** - Cada candidato deverá passar por um exame escrito, com 100 (cem) questões de múltipla-escolha que avaliam o conhecimento que o candidato tem sobre cada tópico. Os candidatos terão três horas para completar o exame sem o auxílio de pesquisa aos livros. Uma nota de 70% é necessária para passar no exame e atingir a certificação.

Corpo de Conhecimento

O Corpo de Conhecimento do MLA Nível III é um resumo dos conceitos que o profissional deve ter para que possa passar no exame, de acordo com a norma ISO 18436-4, Categoria III, Anexo A.

As referências das quais as questões dos exames foram originadas, se encontram no Domínio de Conhecimento que segue:

I. Fundamentos de Lubrificação (20%)

- A. Regimes de Lubrificação
 - 1. Hidrodinâmica
 - 2. Elastohidrodinâmica
 - 3. Limites
- B. Óleos Base
 - 1. Características comuns de óleos minerais
 - a) Parafínicos
 - b) Naftênicos
 - 2. Características, vantagens e desvantagens de óleos sintéticos comuns
 - a) Hidrocarbonetos sintetizados
 - b) Ésteres de fosfato
 - c) Ésteres ácidos dibásicos
 - d) Ésteres ácidos dibásicos
- C. API e outras classificações de óleos base
- D. Funções básicas de aditivos de lubrificantes
 - 1. Antioxidantes/inibidores de oxidação
 - 2. Inibidores de Ferrugem
 - 3. Inibidores de Corrosão
 - 4. Agentes anti-emuulsificação
 - 5. Melhoradores do Índice de Viscosidade (VI)
 - 6. Detergentes
 - 7. Dispersantes
 - 8. Depressor do ponto de gota
 - 9. Inibidores de espuma
 - 10. Agentes antidesgaste (AW)
 - 11. Agentes de pressões extremas (EP)

II. Fundamentos do Desgaste de Máquinas (15%)

- A. Mecanismos Comuns de Desgaste de Máquinas
 - 1. Desgaste abrasivo
 - a) Desgaste abrasivo entre dois corpos
 - b) Desgaste abrasivo entre três corpos
 - 2. Desgaste adesivo
 - 3. Fadiga de superfície
 - 4. Desgaste corrosivo
 - 5. Desgaste por atrito (fretting)
 - 6. Desgaste erosivo
 - 7. Desgaste elétrico
 - 8. Desgaste por cavitação
 - a) Cavitação gasosa
 - b) Cavitação vaporosa
- B. Modos comuns de desgaste específicos às máquinas
 - 1. Engrenagens
 - 2. Mancais simples
 - 3. Mancais de elementos rolantes
 - 4. Hidráulicos

III. Análise de Detritos de Desgaste (21%)

- A. Ferrografia analítica
 - 1. Técnicas de análise de detritos de desgaste
 - a) Efeitos da luz
 - b) Efeitos de magnetismo
 - c) Tratamento de calor ou térmico
 - d) Tratamento químico
 - e) Morfologia
 - f) Detalhe da superfície
 - 2. Tipos, origens e causas prováveis de desgaste
 - a) Partículas de detritos de usinagem

- b) Partículas esféricas
- c) Partículas grossas
- d) Partículas laminares
- e) Partículas de óxido de ferro vermelho
- f) Partículas de óxido de ferro preto
- g) Partículas de corrosão
- h) Partículas não-ferrosas
- i) Polímeros de fricção

B. Espectroscopia elementar de emissão atômica

1. Determinação básica da metalurgia da partícula de desgaste a partir da composição elementar
2. Como avaliar tendências sequenciais
3. Como avaliar a tendência de "lock-step"
4. Limitações de tamanho de partículas de espectrômetros comuns de emissão atômica
5. Técnicas avançadas
 - a) Digestão ácida/microondas
 - b) Espectroscopia de filtro Rotrode
6. Fluorescência de Raio-X- (XRF) e outros métodos de espectroscopia elementar avançadas

IV. Análise da degradação de lubrificantes (25%)

A. Degradação oxidativa do óleo base

1. Causas de falha ou degradação oxidativa do óleo base
2. Como reconhecer lubrificantes e aplicações em risco
3. Estratégias para se deter ou mitigar a oxidação do óleo base
4. Como reconhecer os efeitos da oxidação do óleo base
5. Pontos fortes, limitações e aplicabilidade dos testes usados para se detectar e solucionar a oxidação do óleo base
 - a) Número de acidez
 - b) Viscosidade
 - c) Análise Infravermelho por Transformada de Fourier
 - d) Teste de Oxidação de Vaso de Pressão Rotativo
 - e) Inspeção sensorial

B. Degradação térmica do óleo base

1. Causas de degradação térmica
 - a) Degradação de superfície quente
 - b) Degradação induzida por compressão adiabática
2. Pontos fortes, limitações e aplicabilidade dos testes usados para se detectar e solucionar degradação térmica do óleo base
 - a) Número de acidez
 - b) Viscosidade
 - c) Análise Infravermelho por Transformada de Fourier
 - d) Teste de estabilidade térmica (ASTM D 2070-91)
 - e) Detecção de insolúveis de carbono por centrifugação
 - f) Inspeção sensorial

C. Depleção/degradação dos aditivos

1. Como avaliar o risco de mecanismos comuns de depleção/degradação dos aditivos
 - a) Neutralização
 - b) Shear down
 - c) Hidrólise
 - d) Oxidação
 - e) Degradação térmica
 - f) Lavagem por água
 - g) Lavagem/remoção de partículas particle scrubbing
 - h) Adsorção de superfície
 - i) Contato por fricção
 - j) Sedimentação da condensação
 - k) Filtragem
 - l) Adsorção de agregados
 - m) Evaporação
 - n) Centrifugação
2. Pontos fortes, limitações e aplicabilidade dos métodos para se medir a depleção/degradação dos aditivos
 - a) Espectroscopia de emissão atômica
 - b) Análise Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)
 - c) Número de acidez
 - d) Número base
 - e) Índice de viscosidade (VI)
 - f) Teste de Oxidação de Vaso de Pressão Rotativo

- g) Teste do mata-borrão (mancha de óleo)
- D. Como detectar a adição de um lubrificante errado
 - 1. Viscosidade
 - 2. Número de neutralização (AN/BN)
 - 3. Espectroscopia elementar
 - 4. Análise Infravermelho por Transformada de Fourier
 - 5. Outros testes

V. Desenvolvimento e Gerenciamento de Programas de Análise de Óleo (19%)

- A. Seleção de tipos de testes específicos ao equipamento
- B. Otimização da frequência das análises
- C. Estabelecimento de alarmes e limites
 - 1. Estabelecimento de limites de contaminação baseados em metas
 - 2. Limites de níveis obtidos estatisticamente
 - a) Revisão dos dados
 - b) Cálculo das médias
 - c) Cálculo dos desvios-padrões
 - d) Estabelecimento de limites superiores e inferiores usando desvios padrões e medianos
 - e) Como mudanças na operação ou manutenção do sistema influenciam nas inferências estatísticas
 - 3. Limites para a frequência de trocas
 - a) Cálculo da frequência de trocas
 - b) Alarmes baseados em declives ("Slope-based")
 - c) Limites da frequência de trocas obtidos estatisticamente
 - 4. Estabelecimento dos limites de envelhecimento para as propriedades do fluido
 - a) Propriedades físicas
 - b) Propriedades químicas
 - c) Propriedades aditivas
- D. Gerenciamento das informações das análises de óleo
- E. Criar e gerenciar os procedimentos de análise de óleo
- F. Elaborar escopos para treinamento em análise de óleo para técnicos de confiabilidade, operários especializados e para a gerência
- G. Como fazer a análise the custo/benefícios dos programas de análise de óleo e controle de contaminação
 - 1. Como calcular o custo dos programas
 - 2. Como estimar os benefícios dos programas
 - 3. Padrões de medidas para o cálculo do retorno do investimento
 - 4. Como elaborar uma proposta de negócios eficaz
- H. Garantia de Qualidade
 - 1. Análises internas de óleo (no local)
 - 2. Fornecedores externos de análises de óleo

Domínio de Conhecimento

- Roylance, B. and T. Hunt (1999) Wear Debris Analysis. Coxmoor Publishing, Oxford, UK..
- Denis, J., J. Briant and J. Hipeaux (1997) Lubricant Properties Analysis & Testing. Editions TECHNIP, Paris, France.
- Troyer, D. and J. Fitch (1999) Oil Analysis Basics. Noria Publishing, Tulsa, Oklahoma, USA.
- Hunt, T. (1993) Handbook of Wear Debris Analysis and Particle Detection in Liquids. Elsevier Science Publishers, LTD, Essex, UK.
- Toms, L. (1998) Machinery Oil Analysis. Coastal Skills Training, Virginia Beach, VA, USA.
- Bloch, H. (2000) Practical Lubrication for Industrial Facilities. Marcel Dekker, Inc., New York, USA.
- Standard Practice of In-Service Monitoring of Mineral Turbine Oils for Steam and Gas Turbines, American Society for Testing and Materials (ASTM) D 4378-92.
- Standard Practice for In-Service Monitoring of Lubricating Oil for Auxiliary Power Plant Equipment, American Society for Testing and Materials (ASTM) D 6224-98.

Estas referências podem ser compradas, dentre outras, das seguintes organizações:

[Amazon.Com](#)

[ASTM](#)

[Barnes and Noble](#)

[Noria Corporation](#)