

OS AUMENTOS E DIMINUIÇÕES DA VISCOSIDADE

por John S. Evans, B.Sc.



John Evans, gerente de diagnóstico da WearCheck

O tema da viscosidade foi tratado extensivamente em muitos boletins técnicos e com razão. A viscosidade de um lubrificante é a sua propriedade física mais importante e é esta propriedade que define a própria essência do óleo. Os sistemas de classificação de viscosidade, como o SAE (Sociedade de Engenheiros da Mobilidade) para óleos automotivos e o ISO (Organização Internacional de Normalização) para aplicações industriais têm recebido aceitação universal como meio de classificar lubrificantes.

Os temas relativos à viscosidade que foram abordados no passado incluem: sistemas de classificação de óleo, como funciona o óleo, por que existem tantos tipos diferentes de óleo, fricção e lubrificação e como ler as indicações numa lata de óleo. Outros boletins técnicos trataram de como são feitas as medições de viscosidade. Mas por que é que nos preocupamos em medir a viscosidade?

Em primeiro lugar, como já mencionado, a viscosidade define o óleo em uso, de modo que este possa ser comparado com o que foi indicado no formulário de apresentação. Em segundo lugar, as alterações na viscosidade, aumento ou redução, podem indicar mudanças químicas e físicas do óleo que podem ser o resultado de um problema mecânico. São estas alterações na viscosidade e

as suas causas que serão abordadas neste boletim técnico.

O QUE É A VISCOSIDADE?

Mas primeiro uma pequena revisão. A viscosidade é essencialmente uma medida da resistência ao fluxo de um líquido a uma temperatura especificada. Contudo, existem dois tipos de viscosidade.

Viscosidade dinâmica ou absoluta é definida como a proporção da tensão de cisalhamento relativamente à taxa de cisalhamento a uma temperatura especificada. Para aqueles que querem uma definição mais rigorosa, é a força tangencial por unidade de área necessária para mover um plano horizontal em relação a outro à velocidade de unidade quando mantida uma distância de unidade pelo líquido. A unidade SI de viscosidade dinâmica é um segundo Newton por metro quadrado ou um segundo Pascal ($s\ N\ m^{-2}$ ou $Pa\ s$). O não-SI, mas unidade aceitável, o Poise, é de $0,1\ N\ s\ m^{-2}$. Uma vez que a viscosidade dinâmica de líquidos reais é invariavelmente uma quantidade fracionada, a unidade mais usual é o centipoise (cP, $10^{-3}\ N\ s\ m^{-2}$) sendo representado pela letra grega eta (η).

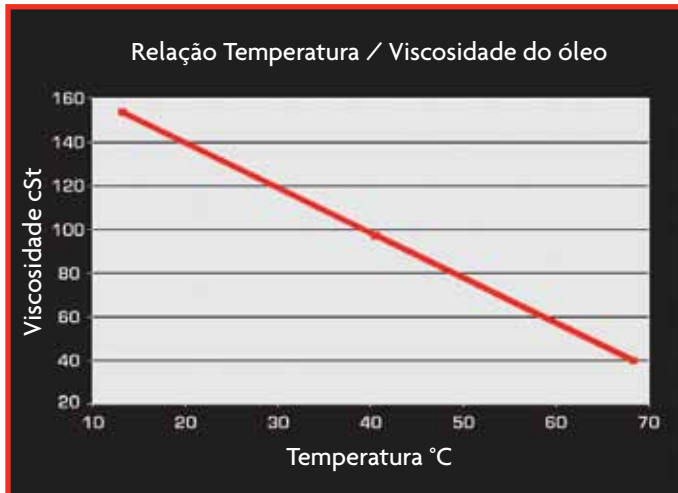
A viscosidade dinâmica é importante na definição de certas propriedades de baixa temperatura de lubrificantes, mas raramente é empregada na análise de óleo usado ou na definição do grau de viscosidade (voltaremos a este ponto mais tarde). Por diversas razões muito válidas, o analista de óleo está interessado na viscosidade cinemática.

Viscosidade cinemática é uma unidade derivada e é pura e simplesmente a viscosidade dinâmica do líquido dividida pela sua densidade a uma temperatura especificada. Também pode ser definida como a resistência ao fluxo sob a força da gravidade. A unidade SI é o metro quadrado por segundo, também conhecida como o Stoke (m^2s^{-1} ou St) sendo representada pela letra grega nu (ν).

O termo mais comum é o centistoke (cSt), que é um milímetro quadrado por segundo. As

temperaturas preferidas para tais medições são entre 40 °C e 100 °C.

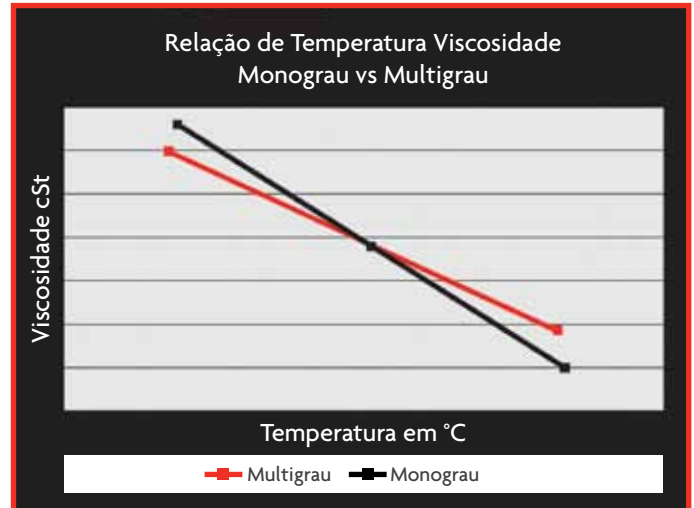
É de vital importância registar a temperatura à qual a viscosidade é medida, pois a viscosidade modifica com a temperatura. À medida que a temperatura aumenta, a viscosidade diminui como mostrado no gráfico simplificado abaixo:



Relação Temperatura / Viscosidade do óleo

Para complicar ainda mais, diferentes óleos diluem a taxas diferentes à medida que a temperatura aumenta. Isto introduz o conceito de índice de viscosidade ou IV. O IV de um óleo é um número sem unidade que mede a rapidez com que a viscosidade muda com a temperatura. Os óleos com IV inferior irão diluir mais rapidamente que os óleos com IV superior à medida que a temperatura aumenta. Um normal óleo de motor monograu tal como um SAE 30 terá um IV de cerca de 95, enquanto um óleo 15W40 multigráu terá um IV de cerca de 135. O óleo multigráu irá diluir-se menos que o monograu à medida que a temperatura aumenta, proporcionando assim um perfil de viscosidade mais estável ao longo de uma ampla gama de temperaturas, no entanto, ambos terão uma viscosidade de cerca de 100 cSt a 40°C.

No sistema de viscosidade SAE, quanto maior for o número, maior é a viscosidade; com efeito um óleo SAE 15W40 comporta-se como um SAE 15 quando está frio e como um SAE 40 quando está quente. Isto proporciona uma proteção adequada à temperatura de funcionamento garantindo ainda que o óleo não está muito espesso para fluir quando o motor está frio. Na verdade, o 'W' realmente significa 'Winter' (Inverno). O gráfico na parte superior da seguinte coluna ilustra a relação entre óleos monograu e multigráu. O IV de um óleo pode ser aumentado através de uma série de formas. Os típicos óleos minerais multigráu têm um aditivo, MIV ou melhorador do índice de viscosidade, que é um polímero orgânico de cadeia longa que permanece firmemente enrolado quando está frio.



Relação de Temperatura Viscosidade Monograu vs Multigráu (exagerada)

À medida que a temperatura aumenta, o polímero desenrola e retarda a ação de diluição causada pelo aumento da temperatura. Os óleos minerais altamente refinados têm naturalmente um IV elevado pois o processo de refinação remove os componentes do crude com propriedades inferiores de IV. Por último, os lubrificantes sintéticos podem ser quimicamente modificados para terem índices de viscosidade elevados. Lembre-se que os óleos crude refinados simplesmente sem quaisquer aditivos têm um IV natural.

O índice de viscosidade de um óleo pode ser determinado medindo a viscosidade cinemática do óleo a duas temperaturas, geralmente 40°C e 100°C. A viscosidade cinemática é medida usando um viscosímetro cinemático. Os instrumentos típicos são mostrados abaixo.



Viscosímetros cinemáticos típicos

Um banho de óleo de silicone é mantido a temperatura constante (até um vigésimo de um grau) e uma série de tubos são imersos no banho. O óleo flui para baixo no tubo sob a força da gravidade até atingir um sensor eletrônico na parte inferior do tubo. À medida que o óleo passa o sensor é iniciado

um cronómetro. A uma curta distância mais adiante está outro sensor que para o temporizador à medida que o óleo o passa. Com base no orifício do tubo e no tempo que demora o óleo a fluir entre os dois sensores, pode ser calculada a viscosidade. Um tubo de viscosidade é mostrado abaixo.



Um tubo de viscosidade

Este método de teste é muito fácil de realizar. Também é rápido, barato, preciso e repetível. Isto não é necessariamente assim quando se tenta medir a viscosidade dinâmica onde uma película de óleo está colocada entre duas placas e mede-se a força requerida para rodar uma placa sobre a outra. As várias vantagens de medir a viscosidade cinemática garantem que este é o método preferido. No entanto, a viscosidade dinâmica, irá provavelmente, fornecer uma imagem mais verdadeira do que realmente acontece num sistema real lubrificado. A medição cinemática submete o óleo a uma pequena tensão de cisalhamento de gravidade, enquanto as medições de viscosidade dinâmica envolvem tensões de cisalhamento mais típicas daquelas encontradas num sistema mecânico e isto por sua vez pode afetar a viscosidade do óleo numa situação real.

Antes de prosseguirmos, vamos considerar algumas das unidades menos comuns de medição de viscosidade cinemática. Segundos Saybolt Universal (SUS) foram populares nos Estados Unidos e estão baseados no número de segundos que demoram 60 mililitros de óleo a fluir através de um orifício cuidadosamente calibrado. Relacionados com os SUS (ou SSU) estão os Segundos Saybolt Furol (SFS). Este é basicamente o mesmo que a medição universal, mas aplica-se a fluidos mais viscosos. Furol é, na verdade, um acrónimo para "Fuel and Road Oils" (Combustível e Óleo Rodoviário). Os Graus Engler foram populares na Europa continental e estão baseados na proporção de tempo que demora 200 ml de óleo a fluir através do viscosímetro relativamente ao tempo necessário para o mesmo volume de água fluir a 20°C. Os Segundos Redwood foram usados no Reino Unido e a leitura está baseada no tempo necessário para 50 ml de óleo fluírem através do viscosímetro. Existem fatores de conversão para alternar entre sistemas, mas a temperatura deve

ser indicada e geralmente assume-se que o óleo tem um IV de 95.

Então, agora que sabemos o que estamos a medir, por que realizamos a medição e como realizamos a medição - o que significam os resultados? Qual é o significado de uma viscosidade muito elevada ou reduzida? O que provoca a alteração da viscosidade?

CAUSAS DA ALTERAÇÃO DA VISCOSIDADE

A viscosidade de um óleo pode aumentar por várias razões, tais como a polimerização, a oxidação, a perda por evaporação dos produtos de pequeno corte, e a formação de materiais insolúveis de carbono e óxido. Os contaminantes tais como a água, ar, fuligem, anticongelante e a adição de óleo errado podem também causar o aumento da viscosidade de um óleo. Olhemos para cada um destes.



Óleo de motor com sedimentação grave (contaminação por fuligem)

POLIMERIZAÇÃO

A polimerização dos compostos base do óleo pode ocorrer quando o óleo é submetido a temperaturas elevadas durante longos períodos de tempo. O material de base de um óleo contém vários compostos orgânicos distintos, ainda que intimamente relacionados. As temperaturas elevadas podem causar a aglomeração química destes compostos, criando compostos de maior peso molecular da mesma família. Isso resulta num aumento dramático da viscosidade e ponto de ebulição do óleo.

OXIDAÇÃO

Outro efeito que está intimamente relacionado com a polimerização é a oxidação, porque um aumento na oxidação também é causado por um funcionamento a temperatura elevada. O material de base de um óleo pode reagir com o oxigénio na atmosfera. Esta reação também é conhecida como oxidação. Isto pode também causar a polimerização, mas simultaneamente pode promover a formação de ácidos orgânicos no óleo. O efeito global é um aumento da acidez, viscosidade e taxa de desgaste associada com uma diminuição no TBN (Índice de Alcalinidade Total).

Por cada 10 °C de aumento da temperatura, a taxa de oxidação duplica e, por extensão lógica, o tempo de vida útil do óleo é reduzido para metade. Esta situação não é tão terrível quanto parece pois os óleos são misturados com aditivos que combatem os efeitos de temperaturas elevadas e a formação de ácido. Uma questão que surge frequentemente é “Qual é a temperatura máxima que este óleo pode suportar?”. Infelizmente não existe nenhuma resposta pois a vida útil do óleo não depende apenas da temperatura de funcionamento, mas também do tempo. Assim, o que necessitamos saber é a temperatura e a duração? Um óleo do motor pode lidar bem com 150°C durante uma hora, mas sofrer degradação grave a 100°C durante um longo período de tempo.

FORMAÇÃO DE MATERIAIS INSOLÚVEIS DE CARBONO E ÓXIDO

Também relacionada com a oxidação está a formação de materiais insolúveis de carbono e óxido. O funcionamento a temperatura elevada pode causar a formação de vários compostos que são insolúveis no óleo. A fuligem é formada quando o óleo está parcialmente oxidado e formam-se outros subprodutos de degradação do óleo, sendo que todos aumentam a viscosidade do óleo. Este efeito pode também ser simplesmente devido a um período prolongado de drenagem do óleo; mesmo os melhores óleos não podem durar para sempre.

PERDA DE PEQUENOS CORTES

O funcionamento a temperatura elevada pode também causar a degradação térmica do óleo sem ser necessária a presença de oxigénio. Como já foi mencionado, o óleo de base está composto por vários compostos intimamente relacionados. Estes compostos têm volatilidades diferentes (pontos de ebulição). Se o óleo for submetido a temperaturas não elevadas de forma prolongada, então, os componentes com ponto de ebulição mais reduzido evaporam-se. Isto é denominado como perda de produtos de pequeno corte. Estes componentes mais voláteis são também as frações que possuem viscosidades mais reduzidas de modo que a perda de produtos de corte pequeno resulta num aumento da viscosidade.

CONTAMINANTES

Os contaminantes também desempenham um papel no aumento da viscosidade. A água pode também ter uma viscosidade mais baixa que o óleo, mas quando se mistura com o óleo pode reagir com o material de base e, mais importante ainda, com os aditivos. As emulsões estáveis podem criar compostos que aumentam a viscosidade do óleo. A água também fornece uma outra fonte de oxigénio, que pode facilitar a oxidação sob as circunstâncias adequadas. A reação da água com o óleo e os seus aditivos é conhecida como hidrólise. Uma quantidade pequena, mas mensurável de água irá realmente dissolver-se no óleo, em seguida, formam-se emulsões e, finalmente, será visível água livre no óleo. A quantidade de água em cada fase depende do material de base, a química dos aditivos e a temperatura do óleo.

O ar pode ser encontrado dissolvido ou livre no óleo. Também se pode tornar ocluso (equivalente a uma emulsão) e pode formar uma espuma. O ar atua como uma fonte de oxigénio e, se for bem misturado com o óleo irá facilitar a oxidação que irá espessar o óleo.

Num mundo ideal a combustão de combustíveis fósseis, como o diesel ou a gasolina levaria à formação de apenas dióxido de carbono e vapor de água. Infelizmente vivemos no mundo real, onde os combustíveis fósseis não são compostos puros e onde o processo de combustão não é 100% eficiente. Uma combustão pobre conduz a combustível parcialmente oxidado que conduz à acumulação de fuligem no óleo. É por esta razão que os óleos dos motores a diesel ficam pretos após um período muito curto de tempo. Uma vez mais os óleos são formulados com aditivos concebidos para lidarem com uma determinada quantidade de fuligem, mas após o limite ser atingido a geração de fuligem adicional irá provocar o aumento da viscosidade do óleo. Isto é conhecido como o temido problema da sedimentação com o qual muitos de vocês podem estar familiarizados.

A contaminação com líquidos de arrefecimento causa não só um problema devido à presença de água mas, se o líquido de arrefecimento contiver glicol provoca um efeito extremamente prejudicial no óleo e pode causar um espessamento grave do óleo num período muito curto de tempo.

A maneira mais simples para aumentar a viscosidade do óleo é adicionar outro lubrificante que tenha uma viscosidade mais elevada. Reabastecer um normal SAE 10W com 20% de um SAE 50 irá aumentar a viscosidade em cerca de 35%. Finalmente, se quiser aumentar a viscosidade de seu óleo, simplesmente não o mude. Todos os efeitos aqui listados só irão piorar com o tempo. Quanto mais tempo o óleo estiver em uso, mais se irá degradar e o efeito normal é um aumento da viscosidade. Lembre-se que os aditivos no seu óleo são sacrificiais. Após completarem a sua função, é o fim. Não podem ser regenerados - o óleo não dura para sempre.

OS EFEITOS DA VISCOSIDADE ELEVADA

Quais são então os efeitos da viscosidade elevada? Uma viscosidade elevada pode criar um arrasto viscoso. Isto gera mais fricção, que por sua vez gera mais calor, que irá acelerar o processo de oxidação - com efeito, um círculo vicioso, em vez de um círculo viscoso. Um fluxo inadequado para os rolamentos, cavitação, chicoteamento do óleo em chumaceira lisa, perdas de energia e potência, características antiespumantes e antiemulsionantes fracas, retrocesso de líquido em linhas de drenagem e pobre capacidade de bombeamento de arranque a frio também podem resultar do aumento da viscosidade. Dito tudo isto, muitas vezes é o óleo com uma viscosidade demasiado baixa que realmente causa mais danos a um componente, assim o que causa a diminuição da viscosidade de um óleo?



Óleo hidráulico de baixa viscosidade

CAUSAS DE VISCOSIDADE REDUZIDA

Existem menos causas para uma diminuição da viscosidade de um óleo, e os óleos estão melhor equipados para lidar com um aumento na viscosidade pois esta é a tendência física e química natural de um óleo com a idade.

CRAQUEAMENTO TÉRMICO

Alguns óleos podem ser sujeitos a um fenômeno conhecido como craqueamento térmico e isto é de particular preocupação para fluidos de transferência térmica. O craqueamento térmico pode ser encarado como o oposto de polimerização ainda que ambos sejam causados pela exposição prolongada a temperaturas elevadas. Se a polimerização é a aglomeração de vários compostos orgânicos semelhantes para produzir novos compostos com viscosidades mais elevadas (e pontos de ebulição), então, o craqueamento térmico envolve a quebra dos mesmos compostos em pedaços mais pequenos. Estas peças menores terão viscosidades mais reduzidas e, mais importante, pontos de ebulição mais baixos que resultam em pontos de ignição mais baixos e uma maior volatilidade. O ponto de ignição de um óleo é a temperatura mínima na qual uma mistura de vapor de óleo/ar irá momentaneamente sustentar combustão se for introduzida uma fonte de ignição externa. Um ponto de ignição reduzido pode ter importantes implicações para a saúde e segurança.

FORÇAS DE CISALHAMENTO ELEVADAS

Anteriormente foi mencionado que o índice de viscosidade de um óleo pode ser aumentado através da adição de determinados compostos. Infelizmente, esses polímeros orgânicos longos que se desenrolam quando o óleo aquece não são completamente estáveis face ao cisalhamento. Isto significa que, quando os compostos são sujeitos a forças de cisalhamento elevadas, tal como acontece numa transmissão automática, começam a partir, resultando numa perda permanente da viscosidade. Os óleos que possuem um IV elevado conseguido através do processo de refinação ou por causa da sua matéria de base sintética não estão sujeitos a este fenómeno.

CONTAMINAÇÃO

A viscosidade de um óleo pode também diminuir devido à contaminação, sendo a diluição do combustível a causa mais comum. Um normal óleo de motor SAE 15W40 terá a 40 °C uma viscosidade compreendida entre 100 e 120 cSt, enquanto o diesel terá uma viscosidade entre 3 e 5 cSt nas mesmas condições. O diesel e os óleos de motor são totalmente miscíveis em todas as proporções. O efeito mais grave que a diluição de combustível tem no óleo é a redução da sua viscosidade, sendo que a redução da viscosidade resulta numa perda da capacidade de carga do óleo. Em última análise o que isto significa, é que o óleo está muito fino para manter afastadas superfícies metálicas em movimento e torna-se inevitável algum tipo de falha ou bloqueio. Obviamente, a gravidade da falha e o período de tempo para a sua ocorrência irão depender de elementos como a marca, modelo, aplicação, ambiente, fatores de carga, período de mudança de óleo, procedimentos de manutenção, etc. Como regra geral, normalmente, 8,5% de diluição do combustível fará cair a viscosidade de um 15W40 em cerca de 30% a 40 °C e cerca de 20% a 100 °C.

O outro efeito é menos óbvio e não tão grave, mas o diesel não contém qualquer dos aditivos que o óleo contém, por isso, se tiver 10% de diluição de combustível, essencialmente reduziu a concentração do pacote de aditivos de óleo pela mesma quantidade. Isto só se torna grave quando a diluição de combustível é altíssima.

ADICIONAR SOLVENTES

A viscosidade pode também ser reduzida adicionando solventes, utilizados como agentes de lavagem e de limpeza, estes não estão necessariamente limitados aos motores. Os solventes podem entrar no motor através de combustíveis adulterados. Os compressores de arrefecimento podem estar contaminados com os gases de arrefecimento que irão reduzir a viscosidade, assim como quaisquer outros gases de processo que se dissolveram no lubrificante em qualquer outra parte da instalação.

ADICIONAR ÓLEO COM UM GRAU MAIS REDUZIDO DE VISCOSIDADE

Finalmente, tal como com um aumento da viscosidade, a viscosidade de um óleo pode diminuir com a adição de um lubrificante com grau de viscosidade mais reduzido. A adição de 20% de um SAE 10W a um SAE 50 irá reduzir a sua viscosidade em cerca de 30%.

OS EFEITOS DA VISCOSIDADE REDUZIDA

Quais são então os efeitos da viscosidade reduzida? O desgaste excessivo devido à perda das características de carga do óleo já foi mencionado em relação à diluição do combustível. Também irão ocorrer perdas de energia e um aumento na fricção devido ao contato metal-metal. O aumento da fricção mecânica também irá aumentar a quantidade de calor gerado e, conseqüentemente, aumentar a probabilidade de oxidação. Uma

das funções do lubrificante é atuar como um vedante; o óleo de baixa viscosidade não é um bom vedante, sendo por isso o vazamento interno e externo um problema.

Os óleos com baixa viscosidade são também mais sensíveis à contaminação por partículas pois as películas de lubrificantes são mais finas. Finalmente, num mundo ideal uma película hidrodinâmica é dependente de alta velocidade, alta viscosidade e baixa carga. Isto significa que, se a viscosidade for reduzida, as aplicações de carga elevada e/ou baixa velocidade podem resultar em falha da película do lubrificante.

MEDIÇÃO A 40 °C vs 100 °C

Os padrões da indústria ditam que as temperaturas típicas de medição da viscosidade estão entre 40 °C e 100 °C. Quais são as diferentes vantagens das duas temperaturas? A medição a 40 °C é útil para a deteção precoce de oxidação, polimerização e falha térmica do óleo. Também é útil para a deteção de contaminantes, como combustível e líquidos de arrefecimento que reduzem a viscosidade. A adição de óleos com viscosidade diferente é mais perceptível a temperatura mais baixa. Faz sentido medir a viscosidade à temperatura que está mais próxima da temperatura de funcionamento real da máquina. Os equipamentos que operam perto da temperatura ambiente devem medir a sua viscosidade a 40 °C. Obviamente, instrumentos de medição de viscosidade que operam mais próximos da temperatura ambiente, são mais fáceis de operar no campo ou na instalação.

A medição a 100 °C tem vantagens na deteção do cisalhamento do agente melhorador do índice de viscosidade e é mais adequada para os componentes que funcionam a temperaturas elevadas, tais como os motores de combustão interna. Ambas as temperaturas podem ser utilizadas quando o cálculo ou mudança do IV for importante e onde devam ser atingidos vários objetivos. Normalmente, a viscosidade de todas as amostras

deve ser medida a 40 °C e os motores também devem ter sua viscosidade medida a 100 °C.

RESOLUÇÃO DE MUDANÇAS NA VISCOSIDADE

A simples mudança do óleo, porque a viscosidade é muito elevada ou reduzida não irá solucionar o problema; é necessária uma resolução ativa de problemas.

Se a sua viscosidade for muito elevada, então verifique:

- temperatura de funcionamento
- eficiência da combustão
- presença de água ou glicol
- aeração
- procedimentos de reabastecimento

Se a sua viscosidade for muito reduzida, então verifique:

- avaria no sistema de combustível
- a presença de forças de cisalhamento elevadas
- temperatura elevada que resulta em craqueamento térmico
- contaminação por solvente e gases dissolvidos
- procedimentos de reabastecimento

Como foi claramente demonstrado, existem muitos elementos que podem falhar na viscosidade de um óleo, por muitas razões e estes podem indicar e resultar em muitos problemas diferentes. Manter a viscosidade de um óleo dentro de limites superiores e inferiores razoáveis irá resultar no melhor funcionamento dos equipamentos, menos avarias, custos reduzidos de manutenção e peças sobressalentes, menor tempo de inatividade e maior rentabilidade. Certifique-se que as viscosidades são monitorizadas regularmente, para que os pequenos problemas possam ser corrigidos antes de se tornarem em grandes catástrofes.

John Evans é um gerente de diagnóstico da WearCheck Africa.

Pode aceder a Boletins Técnicos anteriores no web site da WearCheck: www.wearcheck.co.za

JUNTOS PARA APOIAR O PLANETA

Se preferir receber as edições futuras dos Boletins Técnicos e Monitor da WearCheck por email em formato PDF em vez de impressos, por favor envie um email para: support@wearcheck.co.za.

Escritório Central de KwaZulu-Natal
9 Le Mans Place,
Westmead, KZN, 3610
PO Box 15108,
Westmead, KZN, 3608
t +27 (0) 31 700 5460
f +27 (0) 31 700 5471
e support@wearcheck.co.za
w www.wearcheck.co.za



Especialista na monitorização do estado de máquinas

Parte de  Torre Industries

Filiais
Joanesburgo +27 (0) 11 392 6322
Cidade do Cabo +27 (0) 21 981 8810
Porto Elizabeth +27 (0) 41 360 1535
East London +27 (0) 82 290 6684
Rustenburg +27 (0) 14 597 5706
Middelburg +27 (0) 13 246 2966
Witbank +27 (0) 82 878 1578
Zâmbia: Lumwana +260 (0) 977 622287
Zâmbia: Kitwe +260 (0) 212 210161
EAU +971 (0) 55 221 6671
Índia +91 (0) 44 4557 5039



Honeywell



SABS
ISO 9001

SABS
ISO 14001



Diferentes publicações podem reproduzir artigos ou extratos dos mesmos, desde que reconhecem a autoria da WearCheck, parte da Torre Industries.