



DE ONDE VEM TODO O METAL?

Por John S. Evans, B. Sc.



John Evans, gerente de diagnóstico da WearCheck

A análise do óleo envolve a extração de uma pequena amostra representativa de óleo de uma peça de maquinaria lubrificada e a realização de uma gama completa de testes químicos e físicos em laboratório.

Os dados são então interpretados para a elaboração de um relatório. Existem três áreas fundamentais de interesse num relatório de análise de óleo: a saúde da máquina que é amostrada, a saúde do óleo lubrificante da máquina e os níveis de contaminação.

Dos múltiplos testes que é possível realizar a uma amostra de óleo, talvez o mais conhecido seja a análise de espectrometria. Muitas vezes é referido na indústria pela sigla, SOAP, que significa Programa de Análise Espectrográfica. Existem vários instrumentos que podem realizar este teste, mas o mais comum em grandes laboratórios é denominado plasma de acoplamento induzido ou ICP. A Wearcheck opera quatro desses instrumentos.

O objetivo do teste é medir a concentração de metais de desgaste (saúde da máquina), aditivos de óleo (saúde do óleo) e contaminantes. Os parâmetros são determinados pelas concentrações dos vários elementos da tabela periódica. A Wearcheck mede 29 destes elementos e estes

enquadram-se nas diversas categorias, tais como o cobre que é um metal de desgaste, o cálcio que forma parte de um aditivo de óleo ou o silício que é um componente da sujidade (contaminante). Note que alguns elementos podem pertencer a mais de uma categoria.



Um espectrómetro ICP

A amostra de óleo é misturada com um solvente adequado e introduzida no plasma do espectrómetro. O plasma é gerado por uma poderosa descarga de frequência de rádio e podem ser alcançadas temperaturas muito elevadas, até 10 000 °C, tão quente como a superfície do sol. Quando os diferentes elementos são submetidos a temperaturas tão elevadas emitem luz de diferentes frequências. A maior parte dessa luz é a parte ultravioleta do espectro eletromagnético, portanto, não seria visível para o olho humano, mas o ICP tem detetores que podem ver essas frequências. A intensidade de cada frequência é proporcional à concentração de cada elemento no óleo.

Para poder interpretar um relatório de análise de óleo com precisão é vital saber de onde vêm os vários elementos e a qual das três categorias pertencem. Este boletim técnico irá analisar quais os elementos que pertencem a quais categorias e quais são as fontes mais comuns de elementos.

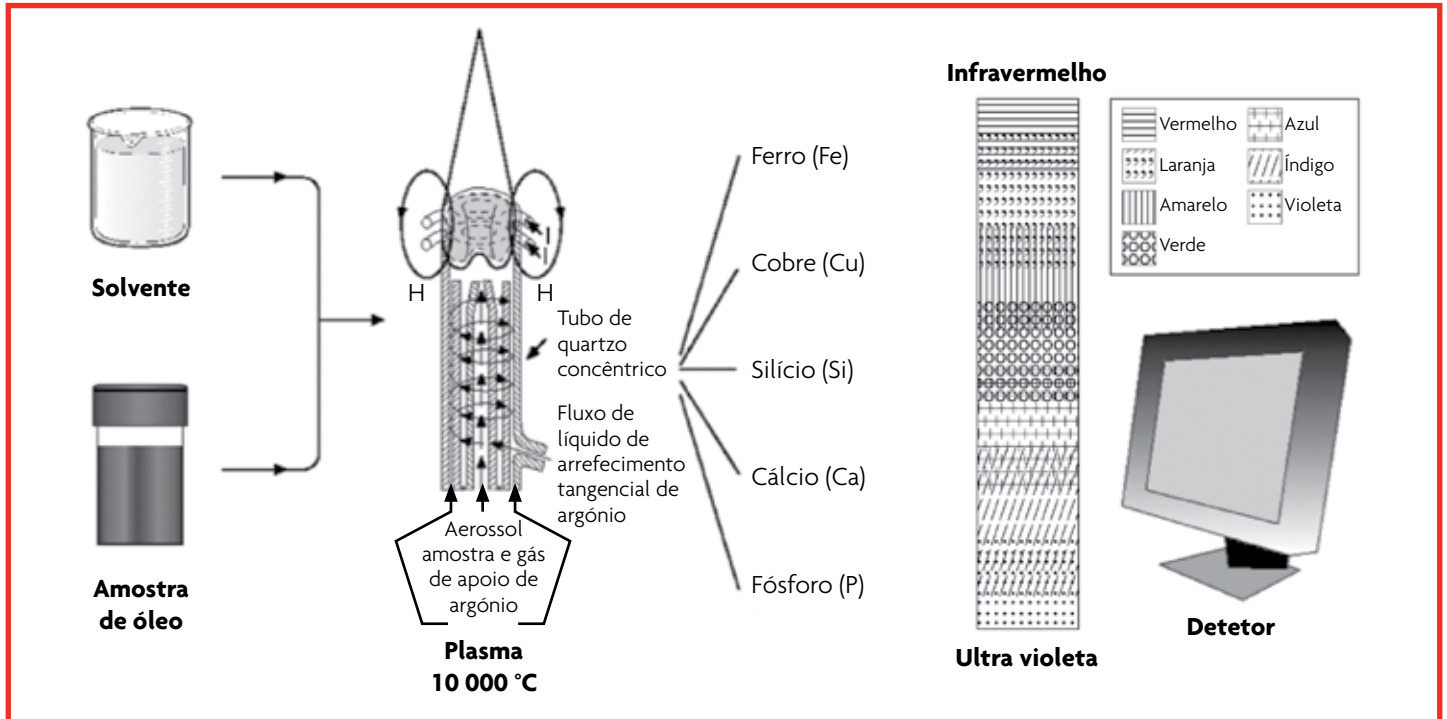


Imagem 1: Como funciona o espectrômetro

De longe, a maior categoria é a de metais de desgaste, dos quais o ferro é o elemento de desgaste mais comum.

FERRO – SÍMBOLO QUÍMICO FE

A maioria dos símbolos químicos fazem sentido, porque vem do nome latino do elemento, neste caso Ferrum. Nos motores, os revestimentos do cilindro e a cambota são os principais componentes com mais desgaste, juntamente com a engrenagem de distribuição, eixos e válvulas. Em caixas de velocidades e componentes de tração, o ferro é o principal constituinte das engrenagens, eixos e rolamentos anti-fricção (elemento de rolamento).

Finalmente, o ferro também pode ser um contaminante. Quando o ferro reage com a água (que contém oxigênio) e o oxigênio atmosférico, pode formar-se ferrugem, o que pode indicar a contaminação ou degradação do componente. Pode formar-se ferrugem, que contém ferro, nos sistemas de arrefecimento. Se ocorrer uma fuga do líquido de arrefecimento interno na qual o líquido de arrefecimento entra em contacto com o óleo de lubrificação, então, o líquido de arrefecimento pode evaporar-se à temperatura e pressão de funcionamento, deixando aditivos de arrefecimento e contaminantes no óleo. Isto será abordado mais detalhadamente em sódio.

ALUMÍNIO – SÍMBOLO QUÍMICO AI

A fonte mais comum de alumínio em motores é o pistão. Quase sem exceção, todos os êmbolos são feitos de alumínio ou de uma das suas ligas. Em transmissões, os conversores de binário são fabricados em alumínio. O corpo das bombas hidráulicas e os corpos em geral são geralmente fabricados em alumínio. As

aruelas de batente, chumaceira lisa e buchas também podem ser feitas deste metal.

O alumínio também pode ser um contaminante. É um componente aditivo de algumas massas lubrificantes e se a massa lubrificante é transferida para um componente lubrificado a óleo, então, pode estar presente alumínio. A comum sujidade (poeira e brita) é altamente abrasiva e pode ser muito perigosa para qualquer peça de maquinaria lubrificada. Tradicionalmente deteta-se a sujidade através da presença de silício. No entanto, a maioria da sujidade é uma mistura de óxidos de silício e de alumínio, assim, se ocorrer entrada de sujidade então geralmente o alumínio acompanha o silício - normalmente numa proporção de Al: Si entre 1:2 até 1:5.

CRÓMIO – SÍMBOLO QUÍMICO CR

Nos motores, normalmente os anéis são feitos de crómio ou são revestidos com esse metal. Em raras ocasiões, os revestimentos podem ser cromados e os anéis são feitos de ferro fundido. Os eixos, engrenagens e rolamentos anti-fricção podem conter pequenas quantidades de crómio enquanto metal de liga com ferro para formar certos aços, podendo estar presente na maioria dos tipos de componentes. O crómio pode também ser usado como um revestimento de endurecimento da superfície em engrenagens. O crómio também pode ser um contaminante. Em áreas onde o metal é minerado pode aparecer no óleo como indicação de entrada de sujidade. Note que a sujidade nem sempre consiste em silício (e alumínio).

Finalmente, o crómio pode por vezes ser uma indicação de uma fuga do líquido de arrefecimento interno. Certos tipos de

condicionadores do líquido de arrefecimento contêm cromato de sódio e, novamente, se a água do sistema de arrefecimento vazar para o óleo, então, esta pode evaporar deixando o crómio e o sódio no óleo. Isto ocorre geralmente em aplicações eletromotoras a diesel.

Ferro, alumínio e crómio podem ser frequentemente vistos juntos em amostras de óleo do motor pois compõem a metalurgia dos revestimentos, pistões e anéis. Normalmente estão associados com silício elevado pois a entrada de sujidade através do sistema de admissão de ar pode causar o desgaste anormal dos componentes.

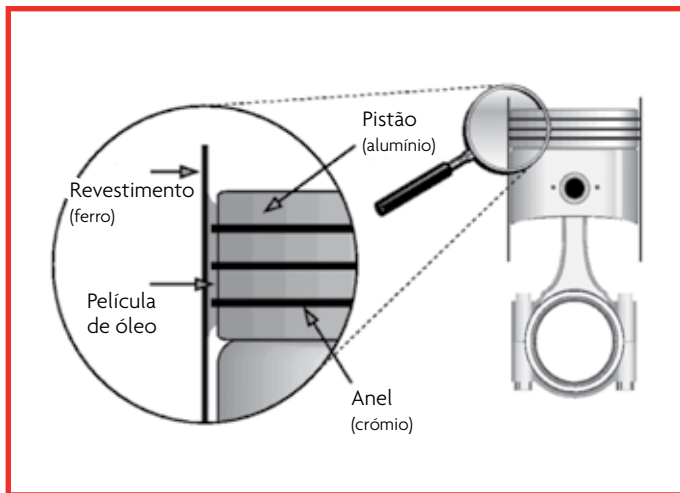


Imagem 2: Desgaste do pistão, anel e revestimento

SILÍCIO – SÍMBOLO QUÍMICO SI

Apesar do silício ser geralmente visto como uma indicação de entrada de sujidade pode ter muitas fontes diferentes. O silício é parte de um produto químico adicionado aos óleos para impedir a formação de espuma, sendo um aditivo. Está geralmente presente numa concentração de 5 a 10 ppm, por isso não se surpreenda ao ver o silício em amostras de óleo de motores novos. Não entre em pânico, não se deve à entrada de sujidade.

O silício é encontrado em produtos químicos usados em condicionadores de líquido de arrefecimento podendo ser um contaminante, se houver uma fuga do líquido de arrefecimento interno, juntamente com o sódio. As massas lubrificantes contêm silício (particularmente as massas lubrificantes de bentonite) e os compostos de montagem muitas vezes contêm produtos químicos à base de silício, que facilmente lixiviam a óleo. Estes compostos de montagem podem gerar níveis muito elevados de silício mas não são uma indicação de um problema.

Além de ser um aditivo e um contaminante, o silício também pode ser um composto de desgaste (que não é estritamente um metal, de modo que afirmar que é um metal de desgaste seria quimicamente incorreto). Por vezes o carboneto de silício é

utilizado na construção de pistões para reduzir o seu coeficiente de expansão. O silício pode ter muitas fontes e pode encaixar em três categorias.

NÍQUEL – SÍMBOLO QUÍMICO NI

O níquel é mais frequentemente visto como uma liga de rolamentos anti-fricção (e às vezes engrenagens) juntamente com ferro. As válvulas e guias de válvula podem conter níquel e alguns componentes de turbinas também podem conter este metal. Os revestimentos, tal como o crómio, podem conter níquel.

O níquel é também um componente da maior parte dos óleos pesados e médios para fornos apresentando-se no óleo como um subproduto da combustão tornando-o num contaminante, além de um metal desgaste. Isto ocorre geralmente em aplicações de motores marítimos.

VANÁDIO – SÍMBOLO QUÍMICO V

O vanádio não é visto frequentemente mas pode ser um metal de desgaste das lâminas da turbina e das válvulas. Também pode estar presente como subproduto de combustão exatamente como o níquel.

TITÂNIO – SÍMBOLO QUÍMICO TI

Este metal aparece como um elemento de desgaste em componentes de turbinas, molas e válvulas. Também pode estar presente se forem utilizados componentes de cerâmica. O titânio, tal como o crómio, pode estar presente como contaminante, onde ocorreu entrada de sujidade, particularmente quando exista minério de titânio no ambiente; isso é bastante comum em aplicações de mineração de areia mineral (dunas).

COBALTO – SÍMBOLO QUÍMICO CO

O cobalto quase nunca está presente, mas se estiver, então, normalmente a sua origem são os componentes de turbinas ou como parte de uma liga de ferro dos rolamentos anti-fricção.

MOLIBDÉNIO – SÍMBOLO QUÍMICO MO

O molibdénio é mais um daqueles metais que podem encaixar em todas as três categorias elementares. Enquanto metal de desgaste é mais comum em caixas de engrenagens de automóveis pois é um componente dos anéis de sincronização. Alguns motores têm o anel de compressão (topo) revestido com este metal.

Surge como um aditivo em óleos de motor, como parte do pacote de antioxidante. O dissulfureto de molibdénio (Mo-Di) é um aditivo pós-venda que pode ser adicionado aos lubrificantes durante quase um século. O dissulfureto de molibdénio também pode ser misturado com óleos de engrenagens que são usados em aplicações de movimento muito reduzido e carga pesada, tais como em caixas de velocidades de escavadora de arrasto.

Enquanto contaminante pode aparecer em fugas do líquido de arrefecimento interno como parte do pacote de aditivo do líquido de arrefecimento. É também um componente da massa lubrificante e por isso, se as vedações estiverem danificadas permitindo a transferência de lubrificante, pode surgir no óleo como contaminação da massa lubrificante.

MANGANÉSIO – SÍMBOLO QUÍMICO MN

Este metal é encontrado como elemento de liga com ferro em alguns aços e pode estar presente em eixos, válvulas de engrenagens e rolamentos anti-fricção. É um contaminante bastante comum em equipamentos que trabalham em minas de manganésio, onde indica a entrada de sujidade. Alguns combustíveis de substituição do chumbo contêm manganésio como aditivo antidetonante, sendo que pode surgir como subproduto da combustão em óleos de motores a gasolina, que utilizem estes tipos de combustível. Em casos muito raros o manganésio existe como aditivo.

O seguinte agrupamento de metais de desgaste são todos elementos de chumaceiras lisas, os mais comuns sendo o cobre, estanho e chumbo. Podem em raras ocasiões ser encontrados prata, antimónio e cádmio.

COBRE – SÍMBOLO QUÍMICO CU

O cobre tem muitas fontes de metal de desgaste, embora, também, possa ser um contaminante e, ocasionalmente, um aditivo. O cobre provém de chumaceiras lisas, buchas, arruelas de batente, engrenagens gastas, pacotes de embreagem sinterizados e travões. Tudo o que tenha um componente de metal “amarelo” irá conter cobre. A liga de cobre e estanho é denominada bronze, enquanto o cobre e o zinco criam o latão. As engrenagens de bronze são frequentemente usadas como engrenagens com parafuso sem-fim em caixas de velocidades com parafuso sem-fim.

Podem ser lixiviados níveis muito elevados de cobre como contaminante de arrefecedores e radiadores de óleo. Os componentes do sistema de arrefecimento são frequentemente fabricados em cobre e este pode lixiviar diretamente para o óleo. Isto não implica que o arrefecedor se esteja a dissolver e não é uma indicação de um problema. No entanto, pode ser um pouco perturbador ver aparecer de repente várias centenas de ppm de cobre numa amostra de um relatório de análise de óleo. O cobre também pode lixiviar para o lado da água do sistema de arrefecimento e, se esta água entrar no óleo pode evaporar deixando o cobre atrás, indicando um problema.

O cobre pode ser um componente de alguns compostos de montagem e pode aparecer como contaminante em máquinas recém montadas. Tal como o manganésio, em circunstâncias muito raras, o cobre pode surgir como um aditivo.

ESTANHO – SÍMBOLO QUÍMICO SN

O estanho é frequentemente ligado com chumbo para formar o que é conhecido como metal de Babbitt (metal branco) e é o principal constituinte do revestimento de chumaceiras lisas. É normalmente encontrado nas bielas de motores. Alguns pistões podem estar revestidos com estanho; isso ajuda a conduzir o calor.

A solda também é também uma liga de estanho e chumbo sendo que qualquer junta soldada pode lixiviar para o óleo, estando por vezes acompanhado de fugas do líquido de arrefecimento interno. Não é uma indicação de um problema mas pode estar presente. O estanho pode ser encontrado tanto como metal de desgaste e como contaminante e, em ocasiões muito raras, é um aditivo em alguns lubrificantes especializados retardadores de fogo.

CHUMBO – SÍMBOLO QUÍMICO PB

Este metal é o outro grande componente do metal de Babbitt encontrado em chumaceiras lisas (bielas). Também é encontrado em buchas e em algumas conceções mais antigas do pacote de embreagem. Os sistemas de travão também podem conter chumbo. Alguns revestimentos podem conter este metal.

Enquanto contaminante pode lixiviar desde a solda, como estanho, do sistema de arrefecimento. O chumbo costumava ser um aditivo comum encontrado na gasolina e terminava no óleo como subproduto de combustão. Atualmente é raro ver chumbo como aditivo da gasolina, mas as amostras provenientes de fora da África do Sul podem apresentar níveis muito elevados de chumbo. Como regra geral podemos contar um ppm de chumbo no óleo por cada quilómetro percorrido.

O chumbo é encontrado como um agente de pressão extrema em algumas massas lubrificantes e há muitos anos atrás os óleos para engrenagens industriais eram baseados em chumbo com o mesmo aditivo. As preocupações ambientais significam que estes produtos não são atualmente utilizados. No entanto, as caixas de velocidades com uma carga de óleo superior a vinte anos podem mostrar níveis muito elevados de chumbo e ocasionalmente aparece um tambor do material.

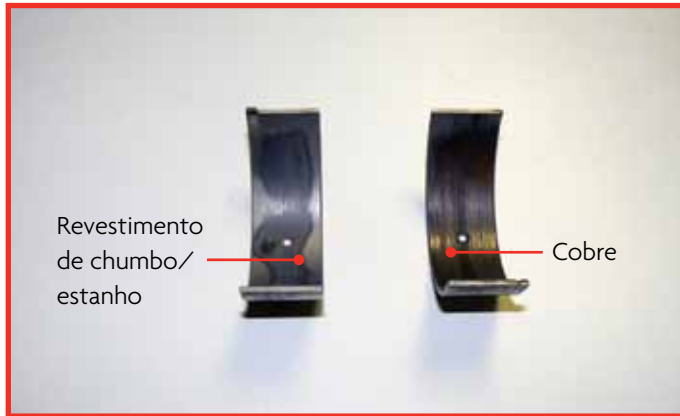


Imagem 3: Metalurgia de rolamentos

PRATA – SÍMBOLO QUÍMICO AG

Algumas chumaceiras lisas em motores locomotivos podem conter prata. É de vital importância usar um óleo livre de zinco nestas aplicações, pois o zinco irá atacar a prata e destruir o rolamento. A prata pode ser encontrada em revestimentos e pode lixiviar níveis muito elevados da solda à base de prata utilizada em alguns sistemas de arrefecimento.

ANTIMÓNIO – SÍMBOLO QUÍMICO SB

O antimónio é mais frequentemente observado como agente de extrema pressão em massa lubrificante, sendo que pode terminar no óleo enquanto contaminante por massa lubrificante. Em ocasiões raras também pode formar parte de uma liga com chumbo e estanho em algumas chumaceiras lisas mais invulgares.

CÁDMIO – SÍMBOLO QUÍMICO CD

O cádmio é raramente visto, mas poderia ser um constituinte de chumaceiras lisas e de alguns revestimentos.

TÂNTALO – SÍMBOLO QUÍMICO TA

Pode ser encontrado em materiais cerâmicos mas é muito raro.

CÉRIO – SÍMBOLO QUÍMICO CE

Este é um metal raro e também é encontrada em materiais cerâmicos e, novamente, é raramente encontrado.

BERÍLIO – SÍMBOLO QUÍMICO BE

Este é um dos primeiros metais encontrados na tabela periódica e tal como o cério e o tântalo é um componente encontrado em materiais cerâmicos. É também muito importante na análise de óleo do motor de aviões a jato pois o berílio é um elemento de liga em certas arruelas de batente e pequenas quantidades do metal podem indicar um problema grave.

ZIRCÓNIO – SÍMBOLO QUÍMICO ZR

O zircónio é o último dos elementos cerâmicos, que é analisado. Tal como acontece com o titânio é um dos principais constituintes de areias minerais e aparece como sujidade em máquinas que trabalham nesses ambientes.

LÍCIO – SÍMBOLO QUÍMICO LI

O lítio só é encontrado como contaminante. O metal é um aditivo muito comum usado como sabão (agente espessante) em muitas massas lubrificantes. Se aparecer numa amostra de óleo é uma indicação clara de contaminação por massa lubrificante.

SÓDIO – SÍMBOLO QUÍMICO NA

Ao longo deste boletim técnico tem havido muitas referências a fugas do líquido de arrefecimento interno e os elementos associados. Para recapitular, a água no sistema de arrefecimento pode vaziar para o sistema de lubrificação e contaminar o óleo. Muitas vezes, às pressões e temperaturas de funcionamento a água evapora-se.

A maioria dos sistemas de arrefecimento deve ser tratada com glicol e um condicionador de líquido de arrefecimento que irá conter vários produtos químicos que permitem ao líquido de arrefecimento fazer o seu trabalho e proteger o sistema de arrefecimento contra danos. São estes produtos químicos que são deixados no óleo e indicam que está presente água, mas não é evidente. Os produtos químicos mais comuns contêm sódio, sendo esta a primeira indicação de uma fuga do líquido de arrefecimento interno.

Outros produtos químicos encontrados em condicionadores de arrefecimento contêm elementos tais como molibdénio, fósforo, crómio, boro e silício. Os elementos que compõem a estrutura física do sistema de arrefecimento podem lixiviar para o óleo (quer do lado da água quer do lado óleo do arrefecedor) incluindo o cobre, estanho, chumbo e prata.

O sódio também pode ser encontrado como aditivo em alguns óleos de motor (muitas vezes substituindo o cálcio ou o magnésio), mas é muito mais raro do que costumava ser. Algumas massas lubrificantes contêm sódio como parte do sabão e o sódio será evidente se o óleo estiver contaminado com água do mar.

Os últimos sete elementos compõem a maior parte dos pacotes de aditivos do óleo.

MAGNÉSIO – SÍMBOLO QUÍMICO MG

O magnésio é usado na formulação de detergentes e inibidores de corrosão. O metal pode ser usado em revestimentos, corpos e invólucros e alguns blocos de motor podem conter magnésio, tornando-o num elemento de desgaste. É também um componente da água do mar e portanto pode aparecer como contaminante.

CÁLCIO – SÍMBOLO QUÍMICO CA

O cálcio é encontrado frequentemente em conjunto com o magnésio e constitui a parte do detergente e inibidor de corrosão do pacote de aditivos. Pode ser usado como um sabão para o fabrico de massas lubrificantes e, tal como o magnésio, encontra-se na água do mar.

ELEMENTO GERAL E FONTES DE CONTAMINAÇÃO

FERRO (Fe)	Revestimentos de cilindros, cambotas, engrenagens, eixos, válvulas, rolamentos anti-fricção, ferrugem, água do radiador.
CRÓMIO (Cr)	Revestimentos de cilindros, anéis, eixos, rolamentos anti-fricção, fuga do líquido de arrefecimento interno, entrada de sujidade, revestimentos.
NÍQUEL (Ni)	Rolamentos anti-fricção, engrenagens, componentes de turbina, válvula e guias de válvula, revestimentos, contaminante de combustível (combustível de porão).
MOLIBDÊNIO (Mo)	Anéis de pistão, anéis de sincronização, aditivos de óleo, massas lubrificantes, aditivos sólidos (anti-fricção), fuga do líquido de arrefecimento interno.
VANÁDIO (V)	Lâminas de turbina, válvulas, contaminante de combustível (combustível de porão).
MANGANÉSIO (Mn)	Eixos, válvulas, rolamentos anti-fricção, entrada de sujidade.
TITÂNIO (Ti)	Componentes de turbina, molas, válvulas, cerâmica, entrada de sujidade.
ALUMÍNIO (Al)	Pistões, chumaceiras lisas, conversores de binário, arruelas de batente, buchas, invólucros, bombas, massa lubrificante, entrada de sujidade.
COBRE (Cu)	Chumaceiras lisas, buchas, arruelas de batente, quaisquer componentes fabricados em “ligas de metal amarelo” (tais como bronze, bronze de fósforo ou latão), engrenagens com parafuso sem-fim, pacotes de embreagem, travões, sistema de arrefecimento, aditivos de óleo, massas lubrificantes de montagem.
ESTANHO (Sn)	Chumaceiras lisas, revestimento do pistão, solda, sistema de arrefecimento.
CHUMBO (Pb)	Chumaceiras lisas, buchas, pacotes de embreagem, sistema de arrefecimento, solda, aditivos de óleo, aditivos de gasolina, subprodutos da combustão, massas lubrificantes, revestimentos.
MAGNÉSIO (Mg)	Aditivos de óleo, água do mar, revestimentos, blocos de motor, corpos/invólucros.
CÁLCIO (Ca)	Aditivos de óleo, massas lubrificantes, água do mar.
ZINCO (Zn)	Aditivos de óleo, componentes de latão, sistema de arrefecimento.
FÓSFORO (P)	Aditivos de óleo, componentes de bronze.
ENXOFRE (S)	Aditivos de óleo, componentes à base de óleo.
BÁRIO (Ba)	Aditivos de óleo
BORO (B)	Aditivos de óleo, fuga do líquido de arrefecimento interno.
LÍTIO (Li)	Massa lubrificante
SÓDIO (Na)	Fuga do líquido de arrefecimento interno, aditivos de óleo, massas lubrificantes, entrada de sujidade, água do mar.
SILÍCIO (Si)	Entrada de sujidade, aditivos de óleo, fuga do líquido de arrefecimento interno, massas lubrificantes, compostos de montagem, pistões, ligas de silício/alumínio.

ZINCO – SÍMBOLO QUÍMICO ZN

O zinco é encontrado em produtos químicos utilizados na criação de aditivos anti-desgaste, anti-oxidação, detergentes e inibidores de corrosão. O zinco é ligado com o cobre para produzir latão podendo por isso estar presente como metal desgaste.

FÓSFORO – SÍMBOLO QUÍMICO P

O fósforo é um não-metal e está presente em muitos aditivos. Estes incluem: produtos químicos anti-desgaste, anti-oxidação, pressão extrema, inibidor de corrosão, modificadores de fricção, desativador de metal e biocidas. O fósforo pode ser ligado com o estanho e o cobre para formar fósforo-bronze que é por vezes usado para fabricar parafusos sem fim, podendo ocorrer ocasionalmente como elemento de desgaste.

BÁRIO – SÍMBOLO QUÍMICO BA

Este metal é bastante raro e pode ser encontrado em algumas das antigas formulações de líquidos de transmissão automática. Pode substituir o magnésio e o cálcio no fabrico de detergentes e inibidores de corrosão.

BORO – SÍMBOLO QUÍMICO B

O boro é utilizado em compostos de extrema pressão e dispersantes. Também pode aparecer como um contaminante, pois pode ser utilizado no fabrico de condicionadores de líquido de arrefecimento.

ENXOFRE – SÍMBOLO QUÍMICO S

Este é o último dos 29 elementos que são analisados. O enxofre é um componente natural do óleo de base aparecendo em quase todas as amostras de óleo. Os materiais altamente refinados (grupo III API) e de base sintética podem conter nenhum ou

muito pouco enxofre, mas a maioria das bases do grupo I e II API irão conter cerca de 5000 ppm de enxofre, cuja remoção é bastante dispendiosa no processo de refinação. O enxofre também é encontrado em muitos aditivos, incluindo aditivos anti-desgaste, anti-oxidação, pressão extrema, inibidor de corrosão e desativador de metal.



A Tabela periódica

Isto leva-nos ao fim da nossa jornada seletiva através da tabela periódica dos elementos químicos. Os metais, não-metais e produtos químicos semelhantes podem aparecer numa enorme variedade de formas e podem pertencer a uma, duas ou três das principais categorias de elementos - metais de desgaste, contaminantes e aditivos. Somente ao tomar em consideração a imagem global e tomando em conta todos os resultados (conhecido como diagnóstico holístico) é possível determinar a correta fonte do elemento.

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.