



GREGO PARA PRINCIPIANTES (PARTE 1)

OU OS TESTES E AQUILO QUE NOS PERMITEM SABER

por Ashley Mayer, B. Sc. Eng (Mech), ABP (Natal)



Ashley Mayer

A WEARCHECK TRABALHA MAIORITARIAMENTE COM TENDÊNCIAS, NÃO LIMITES

Duas das perguntas mais comuns realizadas aos diagnosticadores da Wearcheck são: 'Que testes são realizados?' e 'Como interpreto os resultados?' A primeira pergunta é fácil de responder, a segunda não. Além da sua formação académica formal, todos os diagnosticadores da Wearcheck são submetidos a um programa de formação interna durante seis meses antes de iniciarem a sua função. Durante esse período diagnosticam entre vinte a trinta mil amostras, sendo cada uma delas controlada por um diagnosticador qualificado antes de ser aceite. As razões para tal prendem-se com o fato dos testes estarem tão inter-relacionados e interdependentes que a interpretação dos resultados nem sempre é simples. Sabendo isto, torna-se fácil perceber a impossibilidade de colocar todo o processo de

diagnóstico em algumas linhas.

Outra irritação para os aspirantes diagnosticadores amadores é o fato de alguns resultados serem aparentemente contraditórios. Por exemplo, num motor uma medição de sódio (Na) de 300 ppm pode ser ignorada em determinado caso e 50 ppm pode gerar um aviso em outro caso. A importância da medição é determinada considerando outras medições e testes, e infelizmente existem demasiadas variáveis a ter em conta que não podem ser colocadas por escrito.

A complexidade de interpretação é a razão pela qual fornecemos um diagnóstico com cada amostra. Se o diagnóstico dos resultados fosse tarefa simples, não nos preocuparíamos com fornecer um diagnóstico. Assim, confie no diagnóstico, e refira-se às leituras na parte traseira para qualquer esclarecimento. Se for necessário um maior esclarecimento, os diagnosticadores podem ser contactados por fax, telefone ou email e estarão encantados em ajudar.

Outro ponto que deve ser enfatizado é que Wearcheck geralmente não trabalha com limites. Depositamos a nossa confiança em tendências. Estabelecemos tendências através da amostragem regular de um componente, idealmente realizada a intervalos regulares. Ao comparar os resultados da última amostra relativamente aos de amostras anteriores, vemos que leituras mudaram substancialmente em relação às amostras anteriores, e realizamos um diagnóstico em conformidade. Por exemplo, num diferencial, 300 ppm de ferro pode ser a norma para um tipo de operação, mas o mesmo veículo realizando um tipo diferente de operação, e com um período diferente do óleo em uso, 1500 ppm de ferro pode ser aceitável. Um limite preestabelecido de, digamos 1000 ppm, teria aqui significado a troca de um óleo em perfeito estado de serviço.

A ESPETROMETRIA ICP É O TESTE MAIS ÚTIL NA ANÁLISE DO ÓLEO USADO

Este boletim e o seguinte pretendem olhar para os vários testes que a Wearcheck realiza e a interpretação básica dos resultados. Este boletim analisa os quatro testes que são realizados em cada amostra; o próximo examina os testes que são apenas realizados em determinadas categorias de amostra ou em circunstâncias especiais.

CLASSIFICAÇÃO DE AMOSTRA

Quando as amostras chegam à Wearcheck são agrupadas em grupos de 20 de acordo com as seguintes categorias gerais:

- Motores
- Transmissões (sistemas de engrenagem, tais como caixas de velocidades manuais, diferenciais e caixas de velocidades industriais)
- Caixa de velocidades (Caixa de velocidades automática)
- Hidráulico
- Compressores e turbinas

Também existem outras categorias especiais menores, tais como motores de aeronaves e compressores de refrigeração.

Cada amostra é sujeita a quatro testes básicos:

1. Espetrometria ICP
2. Quantificação de partículas
3. Viscosidade a 40 °C
4. Rastreio de água

1. ESPETROMETRIA ICP

A espectrometria é o estudo da luz (ou mais geralmente a radiação eletromagnética) e a sua interação com a matéria. Existem cerca de 30 diferentes tipos de espectrometria. Um tipo, a espectrometria de plasma de acoplamento induzido (ICP), mede a luz nas regiões visíveis e ultravioleta do espectro. É um procedimento de emissão atômica (AE) através do qual o óleo diluído é passado através de um plasma de gás argônio. O plasma é produzido por indução e é mantido a uma temperatura de aproximadamente 8000 °C, mais quente do que a superfície visível do sol. Na região superior do plasma, a energia adquirida é libertada como resultado das transições eletrônicas, e ocorrem emissões características de “luz”. Diferentes elementos produzem diferentes frequências ou cores. A intensidade da luz emitida é diretamente proporcional à concentração do elemento. A espectrometria ICP é utilizada para medir a concentração de diferentes elementos no óleo. A Wearcheck possui dois espectrômetros ICP, no seu principal laboratório, cada um dos quais mede concentrações de até 30 elementos simultaneamente.

Os elementos são divididos em três categorias gerais nos relatórios:

- metais de desgaste, tais como ferro de engrenagens
- contaminantes, como o lítio, que indicariam a presença de massa lubrificante
- aditivos de óleo, como o fósforo que é encontrado em aditivos de extrema pressão e anti-desgaste.

Alguns elementos podem pertencer a mais de uma categoria. Por exemplo, o silício pode ser um componente de detritos de desgaste (material da coroa do pistão), do pacote de aditivo (agentes antiespuma) e de contaminantes (sujidade). Somente ao observar um conjunto completo de resultados é possível prever a fonte do elemento particular.

POR VEZES A WEARCHECK USA LIMITES PARA CONTAMINANTES

A espectrometria ICP é talvez o teste mais importante e útil na análise de óleo usado, mas tem as suas limitações. Talvez a maior desvantagem seja o limite de tamanho das partículas que pode ver. As partículas superiores a 5-8 micrões de tamanho não são detetadas. Olhemos para um exemplo extremo; processar uma amostra de óleo com um rolamento de esfera sólido assente no fundo iria indicar uma leitura de zero ferro. Apesar de haver muito ferro na amostra. Se a mesma esfera, fosse reduzida a um pó fino e a amostra fosse novamente analisada, indicaria uma medição muito elevada de ferro. Assim, talvez seja melhor redefinir a função do ICP de medição da concentração de diferentes elementos para a medição da concentração de elementos encontrados em partículas menores do que 5-8 micrões de tamanho.

Apesar deste limite não afetar a deteção na maioria das situações de desgaste, existem situações nas quais se pode tornar um problema. Por exemplo, quando um componente começa a falhar devido a fadiga, as partículas de desgaste criadas tendem a ser maiores que o normal (este processo é denominado lascamento). Estas partículas maiores não serão detetadas pelo ICP, após o exame a tendência do nível de ferro aparenta estar em descida, apesar de na realidade o componente estar em problemas. Dado que existe esta limitação, são necessários outros testes para garantir uma solução de monitorização eficaz.

De forma geral também não é possível utilizar a análise ICP para medir a degradação dos aditivos de um óleo. Tomemos em consideração o detergente aditivo que se encontra no óleo de um motor. Isto iria refletir o valor de cálcio (Ca). Se medirmos o nível de cálcio de um óleo novo e um usado, seriam muito

semelhantes, apesar de no óleo usado o detergente estar ausente. A razão para tal está relacionada com o fato de não existir alteração da real quantidade de cálcio presente no óleo. O que se alterou foi a forma na qual existe o cálcio. Antes de ser 'usado', o cálcio estava presente num composto com propriedades de detergente. Após ser usado, o cálcio ainda está presente, mas agora numa forma inativa. Deste modo o ICP não deve ser usado para medir a degradação de aditivo.

Existem algumas exceções que todavia não são de confiança. O caso mais notável é o da contaminação por água do óleo de boro para engrenagens. Neste caso o aditivo de pressão extrema que contém o boro condensa-se na solução e forma sedimentos no fundo da caixa de engrenagens. Se este condensamento evadir a amostra, a medição do nível de boro será muito mais baixa que o normal, indicando que o óleo não está apto para uso devido à degradação do aditivo de pressão extrema. Todavia, o oposto também não é necessariamente verdadeiro: se o nível de boro estiver correto, o óleo pode não estar apto para uso.

Em determinados casos a Wearcheck usa limites para contaminantes. No caso de sujidade, geralmente tomamos em consideração os limites da seguinte tabela:

Categoria de teste	Limite de silício [ppm]
Motor	25
Transmissão	100
Hidráulico / compressor / turbina	25 - 45
Caixa de velocidades automática	35 - 45

Tabela 1. Limites de contaminação de silício

Elemento	Símbolo	Encontrado em
Ferro	Fe	Engrenagens, rolamentos de cilindros, cilindros/revestimentos, eixos
Crómio	Cr	Rolamentos de cilindros, anéis de pistão
Níquel	Ni	Rolamentos de cilindros, árvore de cames e rolamentos de condução, arruelas de batente, hastes de válvula, guias de válvula
Molibdénio	Mo	Anéis de pistão, aditivo, aditivo sólido (Mo-di)
Alumínio	Al	Pistões, chumaceira lisa, sujidade
Cobre	Cu	Buchas de latão/bronze, engrenagens, arruelas de batente, núcleos de arrefecedores de óleo, fugas do líquido de arrefecimento interno

Estanho	Sn	Buchas, arruelas e engrenagens de bronze
Chumbo	Pb	Chumaceira lisa, massa lubrificante, contaminação por gasolina
Prata	Ag	Solda de prata, chumaceira lisa (raramente)
Silício	Si	Sujidade, massa lubrificante, aditivo
Sódio	Na	Fugas de líquido de arrefecimento interno, aditivo, contaminação por água do mar
Lítio	Li	Massa lubrificante
Magnésio	Mg	Aditivo, contaminação por água do mar
Zinco	Zn	Aditivo (anti desgaste)
Fósforo	P	Aditivo (anti desgaste, pressão extrema)
Boro	B	Aditivo, fuga de líquido de arrefecimento interno, contaminação de líquido dos travões
Enxofre	S	Material de base de lubrificante, aditivo

Tabela 2. Os elementos mais comuns em ICP

Estado	Resultados
Entrada de sujidade	Si e Al presentes, geralmente na faixa de proporção Si:Al entre 2:1 e 10:1. Observar aumento na tendência. Geralmente acompanhado de desgaste associado. Quando presente acima de limites aceitáveis.
Queima de pistão	Al e Si em rácio Al:Si = 2:1. O Si tem por origem o carboneto de silício na coroa do pistão que é usado para reduzir o coeficiente de expansão. É raramente observado, pois a falha é rápida e estatisticamente existem poucas hipóteses de recolher uma amostra enquanto ocorre.
Fe elevado (isolado)	Sendo que o ferro é o material de construção mais utilizado, existem várias fontes. Considere o desgaste da engrenagem da válvula e bomba de óleo. A formação de ferrugem também produz um nível elevado de Fe.
Si elevado (isolado)	O silício pode ter várias origens - aditivo de agente antiespuma, massa lubrificante e vedação de silicone. Normalmente observado em componentes novos/recentemente reparados. Normalmente pode ser ignorado.
Desgaste da extremidade superior (motores)	Caraterizado por um aumento dos níveis de Fe (revestimento do cilindro), Al (pistões) e Cr (anéis). A presença de Ni normalmente indica desgaste da árvore de cames/rolamentos de condução.

Desgaste da extremidade inferior	Caraterizado por um aumento dos níveis de Fe (cambota) e Pb, Cu, Sn (rolamentos de metal antifricção e buchas de bronze). Frequentemente este desgaste precipita-se devido à redução de TBN ou sobrearrefecimento à medida que os rolamentos se corroem por causa dos subprodutos da combustão (ácidos). Frequentemente isto também pode ser causado pela diluição de combustível, mas os efeitos podem estar escondidos pois o diesel dilui as medições de óleo e desgaste.
Sobreaquecimento (alguns casos) em motores	Aumento dos níveis de aditivos (Mg, Ca, Zn, P e S) e viscosidade. Quando a luz incide no óleo, este vaporiza e o nível de óleo diminui. O reabastecimento aumenta as concentrações de aditivos, pois os aditivos não se evaporam. Oxidação nem sempre evidente, pois o reabastecimento reestabelece os antioxidantes e aumenta o TBN. Geralmente acompanhado por Pb, Sn e Cu pois pode ocorrer desgaste do rolamento devido a esta situação.
Desgaste de bucha de bronze	Aumento dos níveis de Cu e Sn. Cu:Sn normalmente rácio aproximado 20:1.
Desgaste de bucha de bronze/arruela de batente	Aumento dos níveis de Cu e Sn. Cu:Sn normalmente rácio aproximado 20:1.
Fugas do líquido de arrefecimento interno	Aumento de Na, B, Cu, Si, Al e Fe. Nem todos os elementos podem estar presentes. Geralmente acompanhado por aumento de Pb, Cu e Sn que ocorre no desgaste do rolamento de metal antifricção. Geralmente sem evidência de água, pois esta tende a ferver a temperaturas normais de funcionamento.
Desgaste de rolamentos de cilindros	Aumento dos níveis de Fe, Cr e Ni, todos os componentes de materiais de pistas e rolos. Pode surgir um aumento de Cu se forem utilizadas caixas de latão/bronze.
Desgaste do macaco hidráulico	Aumento dos níveis de Fe, Cr e Ni.

Tabela 3. Situação de desgaste comum como indicada pelo ICP

A INFORMAÇÃO DE ENTREGA DE AMOSTRA É VITAL

Contudo o silício não se encontra apenas na sujidade. Pode estar também presente em massa lubrificante, aditivos de óleo e vedante de silicone. É possível existirem motores e sistemas hidráulicos com medições de silício superiores a 100 ppm, que todavia são consideradas normais.

A tabela 2 na Página 4 lista os elementos presentes mais comuns e as suas prováveis causas.

É útil saber onde se podem encontrar os elementos, mas é mais importante poder determinar fielmente a fonte. A tabela 3 na Página 4 mostra alguns casos típicos de desgaste e contaminação e o seu normal aparecimento:

Nesta etapa deve ser realçada a importância da informação de entrega de amostra, em especial a leitura do contador de serviço, informação de revisão/substituição e período de uso do óleo. No que se refere à informação da leitura do contador de serviço e informação de revisão/substituição, esta revela ao diagnosticador o tipo de taxas de desgaste que deve encontrar. É normal que um componente novo desgaste mais rapidamente enquanto se acomoda ao leito que um componente a meio da sua vida útil. Um componente com muitas horas de uso pode ser monitorizado procurando um aumento do desgaste à medida que sofre fadiga.

O período de uso do óleo influencia grandemente aquilo que pode ser considerado normal. Um motor com 100 ppm Fe e 250 horas é provavelmente saudável. A mesma medição com 10 horas provavelmente indica um problema grave. As hipóteses de um diagnóstico errado, particularmente na última situação, aumentam sem esta informação. Além disso, indicar um período de uso do óleo em meses, em especial para componentes automóveis, não ajuda - o veículo pode ter estado estacionado durante esse período de tempo ou pode ter estado a trabalhar turnos duplos. Para os componentes sem leitura do contador de serviço tais como caixas de velocidades industriais, a inclusão de uma estimativa provável em meses ou anos é melhor que nada.

2. ÍNDICE QUANTIFICADOR DE PARTÍCULAS (ÍNDICE QP)

Neste teste cada amostra é passada sobre um sensor que mede o conteúdo da massa magnética do óleo. Sendo o ferro um dos elementos mais comuns em quase todos os componentes, o Índice QP é realmente uma medição da quantidade de ferro na amostra, sendo insignificantes as quantidades de outros elementos magnéticos. O Índice Quantificador de Partículas (Índice QP) não menciona o tamanho - quanto maior o número, maior a quantidade de ferro. O que o Índice QP comunica pode ser interpretado como uma massa por conceito de capacidade ou, em termos métricos, algo como o número de gramas de ferro por litro de óleo.

Es-tado	ICP Ferro (Fe) [ppm]	Índice Quantificador de Partículas	Conclusão	Perfil de desgaste
1	Baixo	Baixo	Poucas partículas de desgaste	Perfil de desgaste normal
2	Elevado	Baixo a médio	Muitas partículas diminutas, poucas ou nenhuma partículas grandes	Desgaste acelerado (tipo de funcionamento) Sistemas de travão molhado (normal ou anormal) Entrada de sujidade (anormal)
3	Baixo	Elevado	Poucas partículas diminutas, muitas partículas grandes	Fadiga
4	Elevado	Elevado	Muitas partículas de diferentes tamanhos	Provavelmente desgaste grave, possível falha catastrófica

Tabela 4. Ferro (Fe) e relação Índice QP

O ÍNDICE QP CALCULA A DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHOS DE PARTÍCULAS DE DESGASTE

O Índice QP, ao invés do ICP, não tem limitações de tamanho de partículas. Como tal não nos indica os tamanhos das partículas. Se relembramos o exemplo mencionado na secção anterior de um rolamento de esfera: um rolamento de esfera sólido e um reduzido a pó deveriam indicar o mesmo Índice QP.

Utilizado em conjunto com a medição de ferro do ICP, o Índice QP é muito valioso para calcular a distribuição de tamanhos de partículas de desgaste. A tabela 4 na Página 5 ilustra esta relação. ‘Elevado’, ‘médio’ e ‘reduzido’ são conceitos relativos e deverão ser interpretados no contexto de outras amostras na história do componente.

A situação 2 pode ter várias causas. Pode ser típica de um componente que experiencia desgaste acelerado, mas não anormal, por ex.: se o componente estiver a trabalhar mais duro que normal. O clássico exemplo pode ser encontrado ao comparar as medições de desgaste de diferenciais de camiões idênticos em funcionamentos diferentes, por exemplo operações de arrasto curto e comprido. O camião que transporta cana através de campos de lama com os diferenciais bloqueados deve sofrer mais desgaste que o camião que viaja por estrada entre a Cidade do Cabo e Joanesburgo. As diferenças entre o que pode ser considerado “desgaste normal” para cada situação podem ser de magnitudes díspares. Esta situação também é comum no normal desgaste de travões em sistemas de travão submerso (como na maioria das carregadeiras frontais). A entrada de sujidade que causa desgaste anormal também propicia esta relação Fe-Índice QP.

3. VISCOSIDADE

Existem dois tipos de viscosidade: cinemática e dinâmica (ou absoluta). A análise de óleo ocupa-se quase exclusivamente da anterior. A viscosidade cinemática é medida em centistokes (cSt) e é uma medida da resistência de fluxo de um fluido ou, simplesmente, da sua espessura. Deve ser sempre referenciada como uma indicação de temperatura pois a viscosidade do fluido irá modificar com a temperatura. A 40 °C o óleo de 200 cSt é mais espesso que um de 100 cSt.

Componente	Alteração da viscosidade	Causa
Motor	Aumento	Sobreaquecimento. (Pode estar ou não acompanhado de oxidação). Sedimentação (má combustão ou uso excessivo). Diluição do combustível (motores marítimos alimentados com óleo de combustível pesado). Contaminação grave por água.
	Diminuição	Diluição de combustível. Decomposição do IV aditivo inadequado em óleos multigrado com uso prolongado.

Outros componentes	Aumento	Sobreaquecimento. Contaminação por massa lubrificante. Contaminação grave por água. Decomposição geral do óleo. Mistura de óleos.
	Diminuição	Contaminação por uma substância volátil. Decomposição do IV aditivo inadequado (particularmente notória em caixa de velocidades com óleo multigráu). Decomposição geral do óleo.

Tabela 5. Interpretação de alterações na viscosidade

À MEDIDA QUE A TEMPERATURA DO ÓLEO AUMENTA, A SUA VISCOSIDADE DIMINUI

A Wearcheck realiza medições de viscosidade a 40 °C em cada amostra. Também pode ser realizada uma medição de viscosidade a 100 °C, mas este serviço implica um custo adicional. São realizados em um de cinco viscosímetros de Houllon, quatro medem a viscosidade a 40 °C e o último mede a viscosidade a 100 °C. O processo é simples: um tubo de vidro (cujas extremidades estão abertas ao ar) é submerso verticalmente num banho a uma temperatura específica; é introduzido óleo no topo, e à medida que o óleo desce, alcança a temperatura correta. Então o seu fluxo é cronometrado entre duas marcas. Esta medição de tempo é convertida em viscosidade.

Existe outra propriedade do óleo relacionada com a sua viscosidade. Isto é o índice de viscosidade (IV). Sabemos que à medida que a temperatura de um óleo aumenta, a sua viscosidade diminui. O IV de um óleo revela-nos até que ponto vai diluir. Um óleo monograu tem um IV inferior a um óleo multigráu, o que nos indica que o óleo monograu tenderá a diluir-se mais que o óleo multigráu com o aumento da temperatura. Por exemplo: um normal óleo SAE 30 monograu e um normal óleo SAE 15W/40 multigráu podem ambos ter uma viscosidade de 100 cSt a 40 °C. Mas a 100 °C têm respetivamente viscosidades de 10 e 15.

A maneira de determinar o IV de um óleo é medir a sua viscosidade a 40 °C e a 100 °C.

A tabela 5 na Página 6 ilustra algumas das causas de alterações de viscosidade.

É importante notar que situações presentes podem esconder os efeitos de alterações de viscosidade. A diluição do combustível acompanhada por sobreaquecimento poderá fazer com que a medição de viscosidade aparente estar normal.

Novamente realçamos a importância da correta informação de entrega de amostra. Pode ser recomendada a troca de óleo em perfeito estado devido a grandes diferenças entre a viscosidade do óleo descrita no formulário de entrega e a atual viscosidade do óleo no componente. Além disso, num motor descrito como utilizando SAE 30 ou SAE 15W/40, mas na realidade utilizando SAE 40 ou SAE 20W/50, possivelmente pode não verificar-se a diluição de combustível, pois a diminuição da viscosidade causada pela diluição do combustível pode aparentar ser normal relativamente à normal viscosidade do óleo descrito.

Durante o diagnóstico permitimos sempre que a viscosidade de um óleo em uso oscile 30% para cada lado em relação à viscosidade inicial antes de realizarmos algum comentário.

4. ÁGUA

A água é um dos contaminantes mais comuns. Pode ser introduzida num sistema através de fugas do líquido de arrefecimento interno, procedimentos de limpeza com mangueiras de alta pressão ou por condensação causada pelo ar à medida que o sistema arrefece.

A água causa vários efeitos negativos no desempenho do óleo.

- Causa ferrugem que pode contaminar o óleo.
- A capacidade de carga da água não é tão elevada como a do óleo, sendo que ocorre desgaste quando a água substitui a película do óleo.
- Em motores tende a transformar-se em vapor pois a temperatura sobe rapidamente nos rolamentos, limpando-os a vapor.

É importante manter a contaminação da água no mínimo possível. As vedações e respiradouros devem ser regularmente inspecionados e mantidos em boas condições. Os sistemas de arrefecimento pressurizado devem ser ocasionalmente testados à pressão para confirmar a sua integridade.

Podem ser evidentes pequenas concentrações de água em amostras que não foram recolhidas à temperatura de funcionamento do componente. Como assumimos que cada amostra é recolhida corretamente, recolher uma amostra fria pode causar trocas de óleo desnecessárias.

Componente	Limite (%)
Motor	0,0
Transmissão	1,0
Transmissão	0,5
Hidráulico	0,5
Compressores	Variável de acordo com o tipo

Tabela 6. Limites de água

A CONTAMINAÇÃO POR ÁGUA DEVE SER MANTIDA A UM NÍVEL MÍNIMO

Procura-se a presença de água em amostras de motores utilizando uma análise FTIR (ver próximo boletim), e as outras amostras são frequentemente analisadas com o teste de crepitação. Este teste implica colocar uma gota de óleo numa superfície de aço cuja temperatura é mantida entre os pontos de ebulição da água e óleo. Se a gota de óleo contiver água irá crepitar, daí o seu nome. O teste de crepitação pode detetar contaminação de água inferior a 0,1%.

Se uma amostra indicar positivo no teste de crepitação, mede-se o real conteúdo de água. O teste de água envolve adicionar hidreto de cálcio ao óleo. Esta reação origina hidrogénio gasoso, cujo volume é medido e convertido para uma percentagem de conteúdo de água no óleo.

Novamente são usados limites provisórios para a contaminação por água (ver Tabela 6 acima), contudo estes irão variar em situações de uso anormal.

A água não deve servir como indicador de uma fuga de líquido de arrefecimento interno, especialmente em motores. Tende a evaporar às normais temperaturas de funcionamento.

No próximo boletim falaremos dos restantes testes da Wearcheck.

Ashley Mayer é um consultor técnico da WearCheck Divisão da Set Point Industrial Technology.

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 vez de impressos, por favor envie um email para: support@wearcheck.co.za. Esta opção também se aplica aos relatórios impressos.

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



Spécialistes du contrôle de l'état des machines

Parte da  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.