

Mancais

de deslizamento autolubrificantes

Soluções-padrão em materiais metálicos são complementadas com materiais compostos de alta tecnologia em equipamentos offshore.

Os mancais autolubrificantes, livres de manutenção, são considerados padrão em equipamentos offshore há mais de cinco décadas. Aplicações específicas como os sistemas de plataforma autoelevável, de Turret, de Mooring e de Jack-up, bem como em equipamentos de lançamento e manuseio de tubos, perfuração, guindastes e equipamentos subaquáticos, representam um amplo espectro para o uso destes materiais.

A versatilidade no uso destes mancais em equipamentos offshore se justifica basicamente pelo enorme nível de exigência por segurança e confiabilidade deste setor.

Materiais autolubrificantes são usados sempre que as soluções convencionais tais como bronze com graxa não são práticas, não podem ser realizadas por motivos técnicos ou ambientais ou seu funcionamento efetivo não pode ser garantido. O foco será principalmente em aplicações com altas cargas e com baixas velocidades de deslizamento.

O processo tribológico dentro dos materiais de deslizamento autolubrificantes, metálicos ou não metálicos é basicamente o mesmo: micromovimentos geram microdesgastes na superfície de deslizamento e o lubrificante sólido existente na estrutura do material é liberado.

Este lubrificante sólido (que pode ser grafite, PTFE ou certos sulfetos) é transferido para o contramaterial (eixos com movimentos de rotação e oscilatórios ou placas com movimentos de translação) onde se forma uma película de lubrificante sólida e estável entre os materiais (bucha/eixo, placa/contraplaca) em função do movimento relativo, mesmo sob altas cargas, garantindo-se a lubrificação permanente.

Solução tradicional

Nos últimos anos, os usuários foram confiando quase que exclusivamente em bronzes-alumínio de alta resistência mecânica e à corrosão nos quais se obtêm propriedades autolubrificantes com a inserção de plugues de lubrificantes sólido (normalmente grafite compactado)

Estes matérias, como, por exemplo, o deva.glide®, consistem em ligas de bronze fundido de alta resistência ao desgaste com a inserção de plugues de lubrificante sólido uniformemente distribuído na superfície de deslizamento de acordo com o princípio chamado "macro-distribuição". O arranjo destes plugues depende também da direção do movimento.

A adequação geral de tais soluções foi recentemente reconfirmada em um artigo da Edison s.p.a, Itália, o qual foi publicado por ocasião da OMC (Offshore Mediterranean Conference) em 2010 em Alexandria (Egito). Neste artigo, Angelo Zanetti, gerente responsável pelo projeto, descreve minuciosamente esta solução aplicada em projeto no campo petrolífero Veja, no Canal da Sicília (Itália).

Hubert Hilp é gerente de Aplicação Offshore & Marine da Federal Mogul DEVA GmbH.



Colaboração de **Wanderley Egídio**, gerente de área América do Sul da Federal Mogul DEVA GmbH, e de **João Amaral**, engenheiro de Equipamentos da Petrobras (UN-Rio).



Foto: Divulgação / Deva

FSO *Leonis* ancorado no system SPM = 4 itens



Bronze fundido com plugues de grafite inseridos

Imagem 1 (deva.glide® + micrografia = 2 itens)



Bronze sinterizado com lubrificante sólido uniformemente distribuídos

Imagem 3 (deva.metal® + micrografia)

Até meados de 2008, Edison s.p.a., operou sua embarcação FSO-*Veja*, a qual estava ancorada continuamente por 23 anos através de um sistema de atracação de ponto simples (projetado por SBM Mônaco). Durante os anos 2008/2009, o navio projetado com 'casco simples' teve que ser substituído pelo FSO *Leonis* de 'casco duplo' de acordo com o 'Regulamento Marpol'.

Durante o trabalho do ajuste necessário no sistema de amarração existente, uma enorme rótula radial (em deva.glide® com diâmetro interno de 1.200 mm) fornecida pela Federal Mogul Deva foi revisada e colocada de volta para o uso com o FSO *Leonis* por mais 15 anos, o que corresponde a uma vida operacional total de 38 anos!

Como este conceito está consolidado, ainda será intensivamente usado com foco principal em grandes buchas e rótulas com diâmetros internos de 500 mm a 3.500 mm.

Do ponto de vista técnico, no entanto, é de crucial importância estar certo que haverá movimento suficiente neste tipo de sistema de mancais durante toda a vida útil para se garantir que se terá uma "sobreposição" entre os depósitos de lubrificante. Somente desta forma uma película uniforme de lubrificante pode ser continuamente construída sobre o contramaterial (eixo).

Portanto, esta solução autolubrificante deixa de ser apropriada para aplicações com pequenos movimentos angulares ou micromovimentos como em *fairleads* e *fairlead-chainstopper*.

Soluções contemporâneas

Existem melhores alternativas que o "bronze com plugues" dentro da família dos materiais metálicos como, por exemplo, o deva.metal® e o deva.bm®. Ambos produzidos por uma tecnologia específica de sinterização que difere essencialmente do "bronze com plugues" pelo fato de o lubrificante sólido estar *uniformemente* distribuído na matriz metálica e de permitir que o tipo e quantidade de lubrificantes sejam personalizados para aplicações específicas.

Os mais importantes critérios para a seleção do material são tipicamente a carga específica, a velocidade de deslizamento, a amplitude e quantidade de movimentos e, obviamente, para offshore, a resistência à corrosão devido às condições ambientais.

A imagem 3 refere-se a uma família de materiais deslizantes autolubrificadas contendo lubrificantes sólidos uniformemente distribuídos na estrutura do material. De acordo com as condições de operação específicas podem-se adaptar as ligas para atendê-las.

Comparativo entre as principais opções para aplicações <i>Offshore</i>						
Propriedade		Unidade	Bronze + plugs	Bronze sinterizado com lubrificante sólido	Bi-metálico	Compósito
Carga específica máxima		MPa	300	260	280	230
Máxima velocidade permissível		m/s	0,4	0,4	1	0,2
Fator pU máximo		MPa x m/s	1,5	1,5	1,0-2,0*	1,5
Dureza superficial mínima do eixo		HB / HRC	180/300*	180 /45 *	180	180
Rugosidade do eixo		Ra (µm)	0,2-0,8	0,2-0,8	0,2-0,8	0,4 -1,0
Coeficiente de Atrito***	Seco		0,10 -0,13*	0,10 -0,22*	0,05-0,18*	0,03-0,12
	Molhado		0,08 -0,12*	0,09 -0,20*	0,08-0,12*	0,04-0,13
Corrosão galvânica			baixa	baixa*	baixa**	não
Resistência a	Desalinhamento		bom	bom	razoável	excelente
	Choque mecânico		bom	razoável	razoável	excelente
Inchaço por absorção de água			não	não	não	não
Adequado para micro-movimentos			não	sim	sim	sim

Imagem 6 (Tabela): Comparativo dos materiais

* depende da liga ** aço resistente a água do mar *** depende das condições de operação

A imagem 4 refere-se a um material 'parede-fina' bimetalico constituído de um suporte de aço (resistente à água do mar) com uma camada de deslizamento em deva.metall®. O lubrificante sólido presente na estrutura do material pode ser grafite ou PTFE.

A principal vantagem destes dois modernos sistemas sobre a tradicional solução "com plugues" é que, mesmo durante micromovimentos, sempre será fornecido uma quantidade suficiente de lubrificante e a função autolubrificante será garantida, uma vez que os lubrificantes sólidos estão homoganeamente incorporados na camada de deslizamento.

Além disso, o deva.bm®, como um projeto "parede-fina" oferece vantagens a seu usuário quando o espaço para instalação é limitado ou o desgaste máximo $\leq 1,5$ mm não pode ser excedido. Exemplos de aplicação são em juntas universais, em guindastes, em sistemas de ancoragem, em sistemas de descarga e em pequenas rótulas (≤ 300 mm) dentre outros.

Opções avançadas com materiais compósitos de alta tecnologia

Atualmente, não só os mancais de materiais metálicos são usados no setor offshore. Sistemas com materiais compósitos de polímeros, resistentes e duráveis, de alta tecnologia, desempenham um papel importante no processo decisivo para obter o material mais apropriado para mancais (buchas, rótulas, placas de deslizamento, etc.).

Sua adequação também para aplicações envolvendo altas cargas e baixas velocidades de deslizamento em comparação com soluções em materiais metálicos são complementares, quando outras propriedades são necessárias.

Aumentou de modo significativo a demanda por taxas de desgaste muito baixas, por uma alta resistência à corrosão (em especial à água do mar), por um baixo peso e, acima de tudo, por um coeficiente de atrito mais consistente em níveis baixos, o que tem causado uma



Imagem 4 (deva.bm® + micrografia)

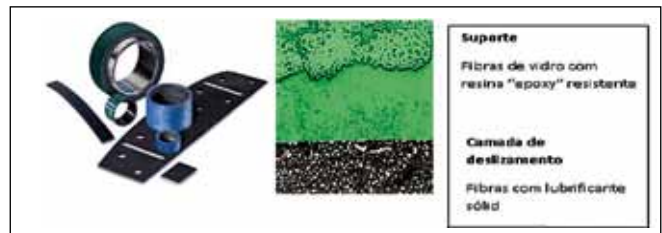


Imagem 5 (deva.tex® + micrografia)

mudança de mentalidade em aplicações offshore. A palavra-chave aqui é *subaquático*.

Portanto, soluções alternativas baseadas em "polímeros de alta tecnologia" estão ganhando importância cada vez maior e se aproximando de áreas quando os materiais metálicos foram usados com sucesso por décadas. Deva.tex® é um exemplo deste tipo de material (compósito de alta tecnologia) desenvolvido especificamente para aplicações em água.

A imagem 5 corresponde ao Deva.tex®, um material autolubrificante, sendo as buchas/rótulas constituídas por compósitos de fibra de vidro reforçada, o qual é produzido usando uma tecnologia especial de enrolamento dos filamentos. O material base (suporte) garante alta resistência mecânica, enquanto a camada de deslizamento especial contém fibras não abrasivas e lubrificantes sólidos garantindo excelentes propriedades tribológicas mesmo em ambiente úmido ou submetido à carga de borda. Os lubrificantes sólidos foram desenvolvidos para

aplicação subaquática para garantir coeficiente de atrito e taxas de desgaste extremamente baixas.

Exemplos atuais para este tipo de abordagem no Mercado offshore/subsea são diversas aplicações em risers como sistemas de tensionamento, *hang-offs*, conectores ou placas de deslizamento para *Turret systems*, *stab connectors* para veículos submarinos operados remotamente (ROV) só para mencionar alguns.

Hoje, as mudanças mais críticas podem ser encontradas em *fairleads* e *fairlead-chainstoppe*. Válida durante décadas, soluções com bronze e plugues estão cada vez mais sendo substituídos por compósitos de alta tecnologia. Esses tipos de aplicações devem ser projetados para expectativas de 20-25 anos de vida útil, portanto, exigindo valores de atrito e de taxas de desgaste essencialmente baixos.

No entanto, as demandas por segurança e confiabilidade também são válidas para materiais de fibra, então a estabilidade de forma e dimensional, a não delaminação e o não inchaço são propriedades obrigatórias para estes materiais.

A tabela no alto da página anterior, simplificada, mostra as principais propriedades técnicas das quatro alternativas, suas vantagens e desvantagens como uma primeira orientação.

Muitas das propriedades dos materiais acima mencionados dependem das condições de operações

específicas. Os coeficientes de atrito, por exemplo, podem variar muito, dependendo da carga, em alguns casos.

Além disso, ao projetar soluções de "buchas de deslizamento a seco", critérios como a dissipação do calor gerado pelo atrito, corrosão, abrasividade, choque mecânico e carga de borda desempenham um importante papel na determinação do material mais adequado para a bucha. É por isso que somente as informações gerais podem ser dadas neste relatório.

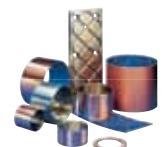
Assim sendo, a disponibilidade de soluções comprovadas de materiais para buchas, seja no conceito metálico ou nos novos e modernos sistemas com compósitos de plástico, permitem ao engenheiro desenvolver uma solução técnica mais personalizada para atender às demandas de sua aplicação.

Torna-se cada vez mais importante atender aos requisitos ambientais e econômicos estabelecidos e cabe aos usuários e/ou clientes reverem suas abordagens tradicionais e se familiarizarem com os prós e os contras de ambos os grupos de materiais.

Para tanto, é sempre recomendável entrar em contato com os fornecedores, durante o desenvolvimento do projeto, para pedir-lhes o devido suporte técnico na análise e definição do material mais apropriado para cada aplicação específica. ■



Federal-Mogul DEVA offers a wide range of self-lubricating, maintenance-free bearings. Our innovative and environmentally-friendly products show performance and reliability in daily use in countless applications. Federal-Mogul DEVA – a strong partner in the marine and offshore markets.



Driving the future through leading technology.

www.federalmogul.com

