



SISTEMAS HIDRÁULICOS

Tipos de Fluidos Hidráulicos

Existem diversos tipos de fluidos utilizados em sistemas hidráulicos. As principais características, aplicações e efeitos na operação hidráulica dos sistemas, são dadas a seguir:

Água

A água é o mais barato e disponível dos fluidos hidráulicos. É um excelente fluido quanto à transmissão de energia (elevado coeficiente volumétrico), com um alto poder refrigerante. É inerte quimicamente compatível com quase todos os materiais dos retentores, além de ser absolutamente não inflamável.

Principais inconvenientes da água:

- 1) Não possui características lubrificantes.
- 2) Provoca a corrosão dos componentes e das tubulações.
- 3) Tem uma viscosidade muito baixa, dificultando a estanqueidade e reduzindo o rendimento do sistema.
- 4) Possui um ponto de congelamento elevado (0°C), podendo causar danos consideráveis no caso de congelamento, devido à dilatação do fluido no sistema.
- 5) Possui baixo ponto de ebulição, limitando a faixa de operação.

Os inconvenientes citados nos itens 1, 2 e 3 podem ser compensados através de aditivos, embora não se deva considerar a água um fluido adequado para os sistemas hidráulicos atuais, salvo para os casos excepcionais citados e para os especialmente projetados e construídos para seu uso, tanto pelos seus inconvenientes próprios como pelo menor rendimento obtido em comparação com outros tipos de fluidos hidráulicos.

Emulsões de óleo em água

São usados em sistemas que normalmente são projetados para usar água como fluido hidráulico. A adição de óleo solúvel na água, normalmente na proporção de 1 a 5% de óleo em volume, serve para melhorar as propriedades lubrificantes e proteger os componentes do sistema contra a corrosão e a ferrugem.

Os sistemas que utilizam emulsões de óleo em água requerem bombas, válvulas e outros componentes especiais, estando sua faixa de temperatura de operação limitada até 65°C. As considerações deste tipo de fluido, no que diz respeito às aplicações e restrições, são as mesmas comentadas anteriormente para a água.

Óleos Minerais

Os óleos minerais à base de petróleo são os mais utilizados em circuitos hidráulicos. Normalmente são óleos fabricados a partir de básicos selecionados, que passam por processos de refinação e tratamento, podendo ser utilizados nos mais diversos tipos de sistemas e nas mais exigentes condições operacionais, com as seguintes características principais:



- São compatíveis com a maioria dos materiais comumente utilizados nos sistemas;
- Possuem características de viscosidade que satisfazem os requisitos exigidos pela bomba hidráulica e outros componentes do sistema;
- São utilizados em amplas faixa de temperatura;
- Tem boas características lubrificantes, suportando altas cargas e evitando o desgaste das partes móveis;
- Protegem as superfícies metálicas contra a corrosão e ferrugem;
- São resistentes à formação de espuma e à absorção do ar, separando-se facilmente da água;
- Possuem boas características de fluidez em baixas temperaturas;
- Possuem boa estabilidade química em altas temperaturas, trabalhando por longos períodos no sistema, sem deterioração ou formação de borras e depósitos prejudiciais;
- São de baixo custo relativo.

Além disso, aos óleos minerais devem ser adicionados aditivos químicos que permitem adaptá-los para utilização em condições especiais de serviço, assegurando uma melhor performance ao sistema hidráulico. Os principais tipos de óleos hidráulicos minerais são:

- Óleos não Aditivados: Devido a seu menor custo, são normalmente usados em sistemas onde existem grandes perdas de óleo, em serviços em baixas pressões e onde não exista severidade ou responsabilidade na operação.

Suas características indesejáveis são um maior índice de desgaste em comparação com os óleos aditivados e uma maior oxidação quando sujeitos às altas temperaturas. A qualidade destes óleos pode variar conforme o tipo de óleo básico utilizado e o processo de refinação e tratamento utilizados.

- Óleos aditivados: São os tipos de fluidos hidráulicos mais utilizados. Apresentam um custo maior que os óleos não aditivados, pois são produzidos a partir de óleos básicos selecionados e altamente refinados, além de possuírem aditivos antiferrugem, antioxidante, antiespumante, antidesgaste e demulsificante. Em alguns tipos, utilizam-se aditivos abaixadores de pontos de fluidez, melhorador do índice de viscosidade, detergente/dispersante, atigotejante, etc. A qualidade e performance desses óleos podem variar conforme o óleo básico, os tipos e a quantidade dos aditivos utilizados.

Independentemente da pressão, a maioria dos fabricantes recomendam óleos minerais que contêm, além dos aditivos do óleo tipo “turbina”, mais um aditivo antidesgaste, que proporciona uma redução de até 95% do desgaste nas bombas hidráulicas.

- Óleos Tipo Automotivo: Este tipo de óleo é normalmente usado em equipamento tipo Móvel (tratores, caminhões, etc.) onde, por conveniência e condições operacionais, utiliza-se o mesmo tipo de óleo lubrificante do motor ou da transmissão, na viscosidade adequada. Também são utilizados como fluido hidráulico industrial, como alternativa na falta do óleo industrial regular.

Os óleos da linha automotiva tem um alto poder lubrificante em comparação com outros fluidos, possuindo ótimas características antiespumante, antioxidante, antidesgaste e



antiferrugem, além de um alto índice de viscosidade e grande estabilidade, tanto em baixas como altas temperaturas. São também indicados em equipamentos que operam em regime de sobrecarga e altas pressões. A principal desvantagem destes tipos de óleo é a sua baixa demulsibilidade e a separação dos aditivos provocada pela contaminação com a água. Precauções especiais devem ser tomadas contra a mistura de óleos automotivos do tipo detergente com óleos hidráulicos industriais aditivados, devido a provável separação dos aditivos. Nos casos de necessidade de óleos automotivos como emergência nos sistemas que não o utilizam normalmente, recomenda-se antes da troca, o esgotamento completo do óleo anterior e uma lavagem com óleo mineral puro ou com próprio óleo automotivo.

Fluidos Água-glicol

A soluções de água-glicol provêm da mistura de 30 a 60% de água com etileno ou propileno glicol, sendo utilizadas em sistemas onde existem riscos de incêndio ou que operem em temperaturas muito baixas. A resistência ao fogo e ao congelamento desta solução é proporcional à quantidade de água. Com menor proporção de água, a resistência ao fogo decresce, e a viscosidade e a resistência ao congelamento aumentam. Desta forma, devem ser feitas análises freqüentes do fluido, para que não seja afetado o funcionamento do sistema.

A temperatura de serviço deste tipo de fluido deve ser limitada a 60°C, a fim de se prevenir a evaporação excessiva da água, formação de espuma e degeneração dos aditivos.

As temperaturas elevadas tendem a formar compostos insolúveis que provocam o entupimento do filtro e depósitos nas tubulações e tanque. Alguns aditivos ajudam na lubrificação dos componentes e protegem contra a corrosão que pode ser provocada pela evaporação da água.

A vida útil do fluido água-glicol é menor do que a do óleo mineral ou dos fluidos sintéticos. A sua utilização também implica na redução das cargas nos mancais, que deve ser pelo menos 1/3 da carga que corresponderia ao mesmo mancal lubrificado com óleo mineral. Este fluido não é recomendado para utilização em sistemas com bombas que possuam mancais de rolamento, bombas de engrenagem que trabalham com pressões acima de 500 psi e com componentes que operam com lubrificação limitrofe.

A água adicionada ao sistema deve ser destilada e deionizada, a fim de se prevenir a falência de metais como o ferro, pela formação de corrente galvânica no sistema. Por este motivo, metais como zinco, manganês, cádmio, prata e outros, não podem estar presentes no sistema.

Fluidos sintéticos

Os fluidos sintéticos, normalmente à base de ésteres de fosfato, ésteres complexos, aromáticos de alto peso molecular, cloridratos de hidrocarbonos, etc., possuem estruturas químicas que oferecem resistência à propagação do fogo. Possuem boas propriedades de lubrificação, sendo comparáveis aos óleos minerais quanto às características de desempenho hidráulico.



Podem ser obtidos em várias viscosidades, possuindo um índice de viscosidade inferior aos óleos minerais, o que é corrigido com o aditivo melhorador de I.V. Com o tempo de uso, estes fluidos apresentam um decréscimo considerável da sua viscosidade, pela quebra por cisalhamento das moléculas; utilizam aditivos que diminuem, porém não eliminam o problema.

Os fluidos sintéticos tem um coeficiente volumétrico mais elevado que os outros fluidos, sendo mais resistentes quanto aos efeitos da compressibilidade em altas pressões. Geralmente não são corrosivos, mas sob certas condições atacam o alumínio e suas ligas; não protegem contra a oxidação das superfícies de metais ferrosos tanto quanto os óleos minerais.

São indicados para sistemas que operam altas temperaturas, podendo trabalhar até 150°C sem degradação. Possuem grande vida útil, com baixo custo de manutenção. Os principais inconvenientes dos fluidos sintéticos são o seu elevado custo de aquisição e a sua incompatibilidade com a maioria dos tipos de elastômeros utilizados em vedações e juntas, pinturas e materiais isolantes do sistema elétrico. Os fluidos sintéticos de ésteres e cloridratos de hidrocarbono requerem elementos especiais de vedação, tais como a "Viton A", etileno-propileno ou silicones.

As pinturas dos equipamentos devem ser à base de epóxi ou poliuretano, sendo esta última de aplicação limitada; as pinturas convencionais dissolvem-se facilmente em contato com estes fluidos.

Os fluidos sintéticos são empregados principalmente em sistemas hidráulicos de aviação, onde o custo adicional do produto é secundário frente à resistência ao fogo no caso de vazamentos ou avarias do sistema. Normalmente são indicados para sistemas hidráulicos que trabalham em condições severas ou de grande precisão, pois o custo elevado do fluido requer um sistema absolutamente livre de vazamentos em condições normais de funcionamento.

Fluidos de silicones

Os silicones são fluidos bastante caros, quase proibitivos para aplicações que não são muito especializadas. São adequados para trabalhos em altíssimas temperaturas (até 360°C), além de possuírem um índice de viscosidade muito elevado, que mantém sua viscosidade a níveis aceitáveis nas temperaturas mais altas.

Os fluidos exclusivamente à base de silicones apresentam grandes limitações quanto as propriedades lubrificantes e antidesgaste, assim como certo grau de incompatibilidade com alguns metais em altas temperaturas. E com alguns tipos de elastômeros. Para trabalhar em temperaturas superiores a 150°C, são os únicos fluidos disponíveis no mercado. Todos os fluidos de silicones são resistentes ao fogo, porém, por seu custo ser maior que o dos fluidos sintéticos, sua escolha não deve ser baseada exclusivamente nesta propriedade.

Seleção de Fluidos Hidráulicos

A seleção correta de um fluido hidráulico para um determinado sistema deve-se basear no conhecimento prévio do tipo da bomba, nas condições de funcionamento, características



operacionais e de projeto e aplicações do sistema. Normalmente, os fabricantes dos sistemas hidráulicos já determinam em projeto o tipo e as características que o fluido deverá possuir para fazer o sistema funcionar em condições ideais. Na prática, devido às condições ambientais, operacionais e de manutenção, torna-se necessário adequar o fluido para se obter um melhor rendimento.

As características dos fluidos tem um importante efeito sobre a seleção do fluido adequado, sendo que cada característica particular de um determinado fluido pode alterar ou influenciar as condições de projeto, operação, manutenção e rendimento global dos sistemas. Os principais requisitos que um fluido hidráulico deve possuir são:

- Boa fluidez a baixas temperaturas.
- Não se inflamar em altas temperaturas.
- Ter a mínima variação de viscosidade com a temperatura.
- Proteger as superfícies metálicas contra a corrosão e ferrugem.
- Ser quimicamente estável.
- Lubrificar e proteger, contra o desgaste, as partes em movimento.
- Ser compatível com os materiais componentes do sistema.
- Alto coeficiente de transferência de calor.
- Custo acessível.
- Separar-se, com facilidade, da água.
- Liberar o ar.
- Não ser tóxico ou poluente.

A consideração básica na seleção de um fluido hidráulico é sua Qualidade – deve manter-se por um longo período em serviço e possuir característica que reduzam a manutenção e aumentem a performance do sistema. A qualidade do fluido é fundamental nas instalações críticas e de alta confiabilidade; em instalações não críticas e onde existam grandes perdas, a utilização de um fluido mais econômico ou com características intermediárias, pode ser a escolha mais adequada. Em muitos casos, a escolha pode ser em função dos fluidos já existentes no estoque da empresa ou de um outro, de maior qualidade, que possa substituir os existentes ou que possa ser utilizado em outras aplicações.

As características físico/químicas mais importantes para a seleção de um fluido hidráulico são:

Viscosidade

É a propriedade física mais importante a ser observada. A viscosidade de um fluido é a medida da resistência que ele oferece ao escoamento, numa determinada temperatura. Os óleos minerais e sintéticos são disponíveis em várias viscosidades. A viscosidade de um óleo varia com a temperatura, sendo inversamente proporcional à mesma. Isto significa que à medida que a temperatura do óleo aumenta, ele se torna menos viscoso (mais “fino”). Com o abaixamento da temperatura, ele se torna mais “grosso”, ou mais viscoso. Por isso, é importante que seja considerada antecipadamente a faixa de temperatura de operação de um sistema hidráulico quando da escolha da viscosidade adequada de um fluido hidráulico.



O fluido deve ter uma viscosidade alta o suficiente para prover uma lubrificação adequada em temperaturas elevadas, sem causar funcionamento irregular do sistema pela perda de carga excessiva através dos componentes. Deve ter uma viscosidade baixa o suficiente para permitir um fluxo adequado nas partidas a baixas temperaturas e penetrar entre as folgas dos componentes para lubrificá-los, sem causar perdas por vazamentos ou cavitação na aspiração da bomba.

A escolha da viscosidade de um fluido deve ser feita em função do tipo da bomba do sistema e das temperaturas ambiente e de operação. Com viscosidade abaixo de 5 centistokes na temperatura de trabalho, torna-se difícil manter a estanqueidade do sistema sob pressão e manter uma película lubrificante entre as partes em movimento. Se forem consideradas as pressões nos mancais e o rendimento necessário da bomba, este valor deve ser de no mínimo 10 Centistokes na temperatura de trabalho.

Deve-se sempre procurar conhecer as recomendações dos fabricantes dos equipamentos quanto à faixa adequada e recomendada para o melhor desempenho de cada sistema. A faixa de temperatura de operação de um fluido hidráulico varia entre 15 e 65°C. Se o fluido é submetido a temperaturas fora desta faixa, recomenda-se usar um aquecedor ou resfriador no sistema. O ideal é manter o fluido uma temperatura em torno de 40°C.

Índice de viscosidade

O índice de viscosidade é um valor numérico que indica a variação da viscosidade em relação à variação de temperatura. Fluidos com alto índice de viscosidade possuem uma pequena variação da viscosidade com a temperatura. O índice de viscosidade tem grande importância para fluidos que trabalham em sistemas que possuem um controle adequado ou que estão sujeitos a grandes variações de temperatura. Nestes casos, os fluidos mantêm uma viscosidade em níveis aceitáveis, não prejudicando o rendimento das bombas e componentes, tanto nas temperaturas de partida como nas temperaturas de operação.

Demulsibilidade

É a capacidade que um fluido tem de separar-se rapidamente da água. Um fluido hidráulico deve possuir boa demulsibilidade, para que a água livre presente no sistema possa ser drenada. Água no sistema hidráulico provoca ferrugem e corrosão dos componentes, além de causar a separação dos aditivos, diminuindo a vida útil do fluido. Os fluidos hidráulicos integrais (de base não aquosa, como as emulsões) são contaminados pela água através da condensação, vazamentos nos trocadores de calor ou pelo ar umedecido proveniente do respiro do reservatório.

Proteção antidesgaste

O fluido hidráulico deve lubrificar as partes em movimento dos componentes do sistema e reduzir o seu desgaste, particularmente nas bombas hidráulicas. Os fluidos aditivados com agentes antidesgaste (tricresil fosfato, dialquil ditiofosfato de zinco, compostos inativos de cloro, enxofre e fósforo, etc.) são indicados para o uso em unidades compactas, que funcionam com altas pressões e grandes velocidades nas bombas e nos sistemas que operam



em condições adversas e de sobrecarga. Um óleo com aditivo antidesgaste pode reduzir em até 95% o desgaste das bombas de palhetas, em comparação com um óleo convencional sem esse aditivo.

Sistemas com bombas de pistões axiais e radiais e bombas de engrenagens normalmente não requerem este tipo de fluido. Eles são geralmente recomendados para sistemas que utilizam bombas de palhetas. Entretanto, deve-se sempre consultar o fabricante das bombas, que determinará se alguma condição operacional particular irá necessitar de fluido antidesgaste.

Baixo ponto de fluidez

A menor temperatura na qual um fluido escoar é denominada Ponto de Fluidez. Em condições de operação em baixas temperaturas, um fluido hidráulico deve manter satisfatoriamente sua fluidez, a fim de não congelar-se ou causar restrições à circulação da bomba aos componentes de trabalho.

Para se garantir o início de operação e funcionamento normal do sistema, deve-se escolher um fluido que possua um ponto de fluidez abaixo da menor temperatura em que o sistema irá operar. Existem muitas variações do ponto de fluidez entre os fluidos hidráulicos. Aditivos abaixadores do ponto de fluidez à base de fenóis, ésteres polimerizados e glicol, melhoram muito esta característica.

As emulsões de óleo com água estão limitadas para operações até 5°C; os óleos minerais de petróleo possuem ponto de fluidez natural de até -10°C, podendo chegar até -25°C, com aditivos abaixadores do ponto de fluidez; os óleos sintéticos podem trabalhar em temperaturas de 0 a -50°C, conforme o tipo de composição química e aditivos; a mistura água-glicol possui um ponto de fluidez muito baixo, chegando até -55°C; os fluidos de silicone são os únicos tipos recomendados para operações abaixo de -55°C.

Deve-se ressaltar que um baixo ponto de fluidez não garante que o fluido irá operar adequadamente naquela temperatura, pois em temperaturas próximas do seu ponto de fluidez, existe um grande aumento da sua viscosidade, dificultando a circulação. Esta é a razão pela qual os fabricantes especificam uma viscosidade máxima para a temperatura de partida.

Proteção contra a corrosão e a ferrugem

É muito difícil manter um sistema hidráulico convencional livre da água e de outros contaminantes. A maioria dos sistemas possuem componentes feitos de materiais ferrosos, que têm tendência à oxidação e aos ataques corrosivos sob certas condições, ocasionando muitos problemas ao funcionamento do sistema. Além de poderem causar o travamento das superfícies em movimento, a ferrugem e a corrosão podem obstruir as tubulações e danificar as passagens das válvulas e dos componentes de trabalho.

Os óleos minerais, entre todos os fluidos, são os que possuem as melhores características de prevenção da corrosão e ferrugem. Estes e outros fluidos podem ter realçadas estas características, com a utilização de aditivos inibidores de corrosão e ferrugem.



Resistência à formação de espuma e à retenção de ar

A espuma e o ar retido (entranhado) num fluido hidráulico podem ser causados pela agitação do fluido no tanque, por entradas falsas de ar no sistema, vazamentos de ar através da linha de entrada e na bomba, baixo