

As tabelas constantes nas páginas 81 a 88 são uma razoável base para especificação dos alojamentos dos O'Rings. Ali são dadas as medidas recomendadas para alojamento dos anéis da linha Standard (2-XXX e 3-XXX).

Os acabamentos superficiais recomendados, também são dados no desenho de detalhe dos canais, que é também mostrado nas tabelas.

Medidas específicas não são dadas, porém podem ser obtidas facilmente desde que se use para cálculo as folgas que são dadas nas tabelas, e as fórmulas de cálculo dadas junto com as mesmas.

Exemplo: (Vedação Diametral Estática)

Dado um plug com \varnothing de 5,28 mm +0,00 -0,02 e usando-se um anel da seção transversal 1,78 mm, calcular o \varnothing do furo da contra-peça usando a folga diametral " E " dada na tabela da página 79.

Diâmetro do plug = mín. 5,26mm e máx. 5,28mm.

Folga diametral = mín. 0,05mm e máx. 0,13mm.

Medidas do furo da contra-peça: \varnothing máx. = 5,39mm
 \varnothing mín. = 5,33mm

Usando-se a fórmula constante na página 81 calcular o diâmetro mínimo do canal;

$B-1 \text{ mín.} = A \text{ máx. (furo máx.)} - (2 \cdot L \text{ máx.})$ (prof.máx.do canal)

$B-1 \text{ mín.} = 5,39\text{mm} - (2 \times 1,35\text{mm})$ (dimensão L da página 79) = 5,39mm - 2,70mm que é o \varnothing mínimo do canal.

Para calcular o diâmetro máximo do canal inverte-se a fórmula:

$B-1 \text{ máx.} = A \text{ mín. (furo mín.)} - 2 \cdot L \text{ mín.}$ (prof.mín.do canal)

Especifique a largura do canal de acordo com a tabela para a seção transversal do anel solicitado (com ou sem Parbak®)

Correias de Tração

O'Rings e anéis de seção quadrada tem sido extensivamente usados como correias de tração de baixa carga, devido ao seu baixo custo e facilidade de instalação. Também devido à elasticidade do material, eles dispensam o uso de tensores e a montagem das polias não precisa ser extremamente acurada. Para aplicação como correia de tração elástica os O'Rings são freqüentemente preferidos aos anéis de seção quadrada por várias razões, entre elas:

- Facilidade de instalação;
- Uniformidade da distribuição da tensão;
- Disponibilidade imediata em várias medidas "Standard";
- Flexibilidade de uso.

Os anéis de seção quadrada são freqüentemente adequados para a aplicação, mas requerem quase sempre a fabricação de ferramental especial, o que torna proi-

bitivo o seu custo para quantidades pequenas.

A Parker mantém um programa contínuo de testes de compostos para otimizar o uso de O'Rings como correias de tração, buscando melhorar suas características nos aspectos de maior solicitação. Assim, um mínimo relaxamento por fadiga, e um máximo de vida útil são especialmente importantes nas correias de tração, mas há necessidade de se usarem elastômeros compatíveis com os fluidos e as temperaturas esperadas.

O uso de O'Rings fabricados no composto E 3207-70B, tem sido feito com excelentes resultados, dadas as características incomuns desse composto relativamente à fadiga e resistência, que lhe permitem longa vida útil no trabalho, próximo a motores elétricos.

Para maiores informações, consulte as páginas 87 e 88 ou entre em contato com a Parker que nossos técnicos terão o maior prazer em estudar sua aplicação ou fornecer-lhe indicações detalhadas.

Vedações Estáticas

Tem-se dito que o O'Ring é o melhor vedante estático desenvolvido. Talvez a primeira razão seja por que eles são à prova de falha humana. Nenhum ajuste ou regulagem interferirá com seu funcionamento nas manutenções futuras dos equipamentos, se o projeto da sua aplicação for bem feito e seu alojamento usinado corretamente.

Os O'Rings não requerem alto torque em parafusos ou porcas para vedarem perfeitamente. O O'Ring é leve, versátil e ocupa pouco espaço. Eles vedam numa excepcional gama de pressões, temperaturas e tolerâncias. Uma vez instalados eles continuam vedando embora teoricamente sintam-se que deveriam falhar. Além disso, eles são baratos e fáceis de usar. Por tudo isso, nós concordamos que o O'Ring é o melhor vedante estático já desenvolvido.

Acabamento Superficial para Vedações Estáticas com O'Rings

As tabelas indicam que os valores de rugosidade não devem ultrapassar 32μ in ($0,8\mu$ m) na superfície de vedação das vedações estáticas, sendo que um máximo de 16μ in ($0,4\mu$ m) é o recomendado para gases. Esses valores são de uso geral, mas eles não encerram totalmente o assunto.

Igualmente importante é o método utilizado no processo de produção do canal. Se o canal for obtido através de torneamento, ou outro processo que produza riscos e cristas que corram no sentido do canal, uma rugosidade maior poderá não prejudicar a estanqueidade. Alguns métodos entretanto, tais como: frezamento, produzem riscos que correrão através da seção do O'Ring. Estes, se tiverem perfil arredondado que permitam que a bor-

Considerações para Projetos

racha se conforme e penetre, não causarão grandes problemas. Normalmente entretanto, essas marcas de ferramenta apresentam cantos agudos e riscos em ângulo que não permitem que o material do O'Ring os preencha completamente se eles forem profundos. Assim, os valores de rugosidade não devem na medida do possível, ser excedidos.

Desenho de Vedação Estática Macho e Fêmea

O desenho e a tabela da página 81 dão uma série de medidas para vedações estáticas com O'Rings (cuja configuração se assemelha à aplicação em hastes onde não haja movimento) recomendadas pelo grupo de vedação da Parker, para vedações estáticas de aperto radial. Na vedação de pressões superiores a 1.500 psi (aprox. 100 Kgf/cm²), o uso de anéis anti-extrusão deverá ser investigado.

Pressões muito superiores poderão entretanto ser vedadas sem o uso de anéis anti-extrusão, se for assegurada a ausência de folga diametral no alojamento.

Desenhos de Vedação de Face

Os desenhos e as tabelas das páginas 82 e 83 demonstram os projetos de vedações com O'Ring com abertura dos canais em superfícies planas.

Note que quando a pressão é interna, o diâmetro externo do canal (H_o) é primário, e a largura do canal determina o seu diâmetro interno.

Inversamente, quando a pressão é externa, o diâmetro interno do canal passa a ser primário. Esta técnica minimiza o movimento do anel no canal pela pressão, eliminando o desgaste e o vazamento. Usando-se este princípio, canais com diâmetros maiores ou menores que o indicado podem ser usados.

Como se pode notar na página 83 existem outros projetos para vedações do tipo flange, no caso, principalmente quando este flange encontra-se na posição vertical, causando problemas de instalação para se manter o anel posicionado na hora de fechar o flange. Neste caso, utilizam-se os parâmetros indicados para usinagem dos canais tipo Dove Tail (Rabo de Andorinha).

Vedações Dinâmicas com O'Rings

Nas vedações dinâmicas, devido ao movimento contra o O'Ring, estão envolvidos mais fatores que nas vedações estáticas. A resistência ao fluido deve ser mais criteriosamente analisada, pois um aumento de volume maior que 20% pode criar dificuldades, e apenas um mínimo de contração (4% na maioria das vezes) pode ser tolerado.

A superfície sobre a qual o O'Ring deverá se movimen-

tar também torna-se importantíssima; ela deverá ser dura e resistente ao desgaste, e deverá ser suficientemente lisa para não atacar o anel, devendo ainda ser micro porosa para reter a lubrificação necessária.

A maioria das vedações com O'Rings em aplicações dinâmicas, são de movimento recíproco, encontradas nas hastes e pistões de cilindros hidráulicos e pneumáticos, entretanto, muitas das idéias aqui expressas se aplicam à maioria das vedações dinâmicas.

Vedações com O'Rings em Movimento Recíproco

Os O'Rings são melhores quando usados em aplicações de pouco curso e diâmetros pequenos. Milhões de O'Rings são utilizados com sucesso em cilindros hidráulicos, pneumáticos e outros tipos de fluidos. A seguir discutiremos os erros e falhas mais comuns, a fim de que sejam evitados.

As vedações de movimento recíproco, são afetadas pela extrusão, pressão, acabamento das superfícies de metal, e pela dureza do vedante. Estes fatores podem ser considerados na discussão de qualquer alojamento de vedação de movimento recíproco. Além desses, existem outros que devem ser considerados afim de se prevenir problemas, e que abordamos a seguir:

- **Os Materiais** sobre a superfície dos quais os O'Rings devem se movimentar devem ser escolhidos cuidadosamente. Os mais indicados são: aço ou ferro fundido, para os cilindros, aço duro ou superfície tratada com cromo duro para as hastes.

- **Metais Moles** como alumínio, bronze, monel e alguns tipos de aço inoxidável, devem ser evitados embora possam ser utilizados em alguns casos, como em baixa pressão.

Nestes casos a superfície do cilindro poderá ser endurecida por tratamento, como por exemplo carburetação, o que aumentará sua vida útil. A dureza do pistão deverá ser menor que a do cilindro, para diminuir a possibilidade de danos às superfícies.

Superfícies metálicas vedadas com O'Rings preferivelmente não devem se tocar, porém, se for inevitável, a parte onde houver sido feito o canal deverá ser de material mole para servir de guia. É impossível fazer correr uma haste altamente polida sobre uma guia de material duro sem que a haste seja riscada.

Do mesmo modo, é impossível correr um pistão de material duro contra a superfície polida de um cilindro, sem produzir riscos em suas paredes. Os riscos provavelmente são produzidos por partículas duras, perdidas, que ficam em suspensão no fluido, e que cedo ou tarde, são levadas para entre as superfícies moventes, causando então o dano.

Ainda que sejam pouco profundos, os riscos são sempre longitudinais, e diminuem a eficiência da vedação, e a vida dos O'Rings.

- **Acabamento Superficial** tem muito a ver com a vida das vedações dinâmicas com O'Rings. Os limites máximos de rugosidade do alojamento são dados no desenho que acompanha as tabelas da página 81 e são aceitos para uso de projeto industrial. Acabamentos superficiais inferiores a 5 μ in não são recomendados por criarem problemas devido à falta de lubrificação. Do mesmo modo, hastes que se estendem e são completamente secas, não estarão lubrificadas durante a retração. Nestes casos, a superfície deverá ter uma rugosidade que permita a retenção de uma pequena quantidade de óleo. Uma superfície tipo "casca de laranja" com pequenos poros suaves e cantos arredondados, que permitam deslizamento do O'Ring e funcionem como pequenos reservatórios de óleo são ideais. Esse tipo de acabamento pode ser obtido pelo jateamento com esferas de vidro.

Um acabamento superior, é óbvio, poderá ser obtido por eletro polimento. Finalizando, para estes casos, o acabamento ideal deve situar-se entre 10 e 20 μ in.

- **Cargas Radiais** - Caso sofram a ação de cargas radiais, os êmbolos ou as hastes dos pistões dos cilindros, poderão fazer com que a folga diametral se acumule toda de um só lado da peça, criando uma situação em que pelo aumento da folga no outro lado, haja extrusão do O'Ring. Se por sua vez o aperto não for adequado, a excessiva folga poderá resultar em vazamento.

A alta carga específica no lado oposto, causa atrito desigual no vedante, e se for suficientemente alta, a haste ou o tubo serão marcados ou queimados.

- **Sentido da pressão** - O posicionamento do canal pode ser determinado pela direção da pressão do sistema em relação ao sentido da força do atrito gerada pelo movimento. Se a força de atrito do movimento do metal sobre o O'Ring tiver o mesmo sentido da pressão, o O'Ring tenderá a ser empurrado mais contra a folga e então a extrusão se dará a 30 ou 40% da pressão necessária para causar a extrusão.

Colocando-se o canal na parte de metal oposta, o atrito trabalhará contra a pressão. Nos cilindros de amortecimento nos quais a pressão é criada pela força do movimento, residem normalmente os problemas de construção.

- **Pressão e Picos de Pressão** - Choques de pressão como os criados pela súbita parada do cilindro de um guindaste onde existia uma grande carga, freqüentemente são muito superiores à pressão para a qual as

vedações e o sistema foram projetados.

O mesmo podemos dizer dos "picos" provocados pela caçamba de carregadeiras em trânsito por terrenos acidentados, que provocam balanços que geram "picos" de pressão que tem que ser absorvidos pelo sistema hidráulico. Sempre que forem previstas situações que possam criar "picos de pressão", o equipamento deverá ser dotado de freios mecânicos, ou válvulas de alívio, devendo os cilindros serem utilizados apenas para fazer acionamento do equipamento, e não como amortecedores.

- **Movimento de alta frequência ou Vibração** - Tanto os O'Rings como outros vedantes podem ser excessivamente prejudicados por movimentos curtos de alta frequência, os quais são normalmente encontrados em trânsito, como por exemplo nos cilindros dos equipamentos de carga de caminhões, portas traseiras hidráulicas de carrocerias, etc...

Normalmente os cilindros hidráulicos são projetados para funcionarem como atuadores e não como dispositivos de trava ou amortecedores. A maioria dos problemas desse tipo são produzidos pelo trânsito em ruas e estradas que provocam vibrações no equipamento. Para contorná-los, recomenda-se projetar sistemas de travamento para imobilizar o equipamento.

- **Aperto** - O aperto para um O'Ring de vedação de movimento alternativo deve subordinar-se à soma de todos os fatores envolvidos. As tabelas apresentadas neste manual atendem a maioria das necessidades. Quanto maior for a temperatura esperada, maior deverá ser o aperto.

O mesmo pode ser dito quanto ao trabalho em baixas pressões e vácuo.

Por outro lado, o aperto excessivo causará desgaste prematuro, alto atrito e ocasionalmente falhas por espiralamento do O'Ring. Alguns compostos requerem maior aperto que outros para oferecerem serviços satisfatórios.

Os compostos nitrílicos devem ser preferencialmente usados, pois eles são dentre aqueles resistentes ao óleo, os mais resistentes à extrusão e ao desgaste, e requerem menos aperto. Conforme discutimos anteriormente, o aperto é fundamental na determinação do coeficiente de atrito da aplicação, e na estanqueidade nas baixas e altas temperaturas.

- **Extrusão** - A extrusão dos O'Rings pode também ser evitada com o uso de anéis anti-extrusão. Tratam-se de anéis finos, de alta dureza, que colocados no alojamento junto com os O'Rings, têm a finalidade de "zerar" a folga entre as peças. Os anéis anti-extrusão podem ser encontrados em borracha, couro, PTFE e outros materiais. Os Parbak® Parker são geralmente indicados devido ao seu funcionamento superior.

Considerações para Projetos

A necessidade do uso de anéis anti-extrusão dependerá da pressão, do tipo de borracha a ser usado, sua dureza, grandeza da folga diametral e do grau de "dilatação" esperado entre as partes metálicas.

O gráfico abaixo poderá ser usado como uma referência para determinar se há necessidade ou não do uso

de anti-extrusores. O uso do gráfico deve incluir no valor da folga diametral, a dilatação ou expansão do cilindro devido à pressão. O gráfico está baseado em resultados obtidos para O'Rings, não obstante, a curva para dureza 90 Shore "A" pode ser usada também como guia para comportamento dos anéis Parbak® Parker.

