

NOÇÕES BÁSICAS DE BOMBA

3.1 CLASSIFICAÇÃO GERAL

O HYDRAULIC INSTITUTE, que é a principal organização norte americana de fabricantes de bombas, estabeleceu a seguinte classificação para as máquinas hidráulicas geratrizes, em dois grupos:

- a-BOMBAS DE DESLOCAMENTO POSITIVO
 - Com movimento alternativo (bombas alternativas)
 - Com movimento rotativo (bombas rotativas)

- b-BOMBAS CINÉTICAS
 - Centrifugas
 - Periféricas
 - Especiais

Nas indústrias de petróleo, petroquímica, abastecimento d'água, esgoto, aplicações navais, combate a incêndio, etc . . . , as bombas mais usadas são as centrifugas.

3.2 DEFINIÇÃO

Bombeamento é a operação destinada a fornecer energia hidráulica ao líquido, a partir de uma fonte externa de energia, com a finalidade de promover o seu deslocamento ao longo de uma tubulação.

3.3 PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

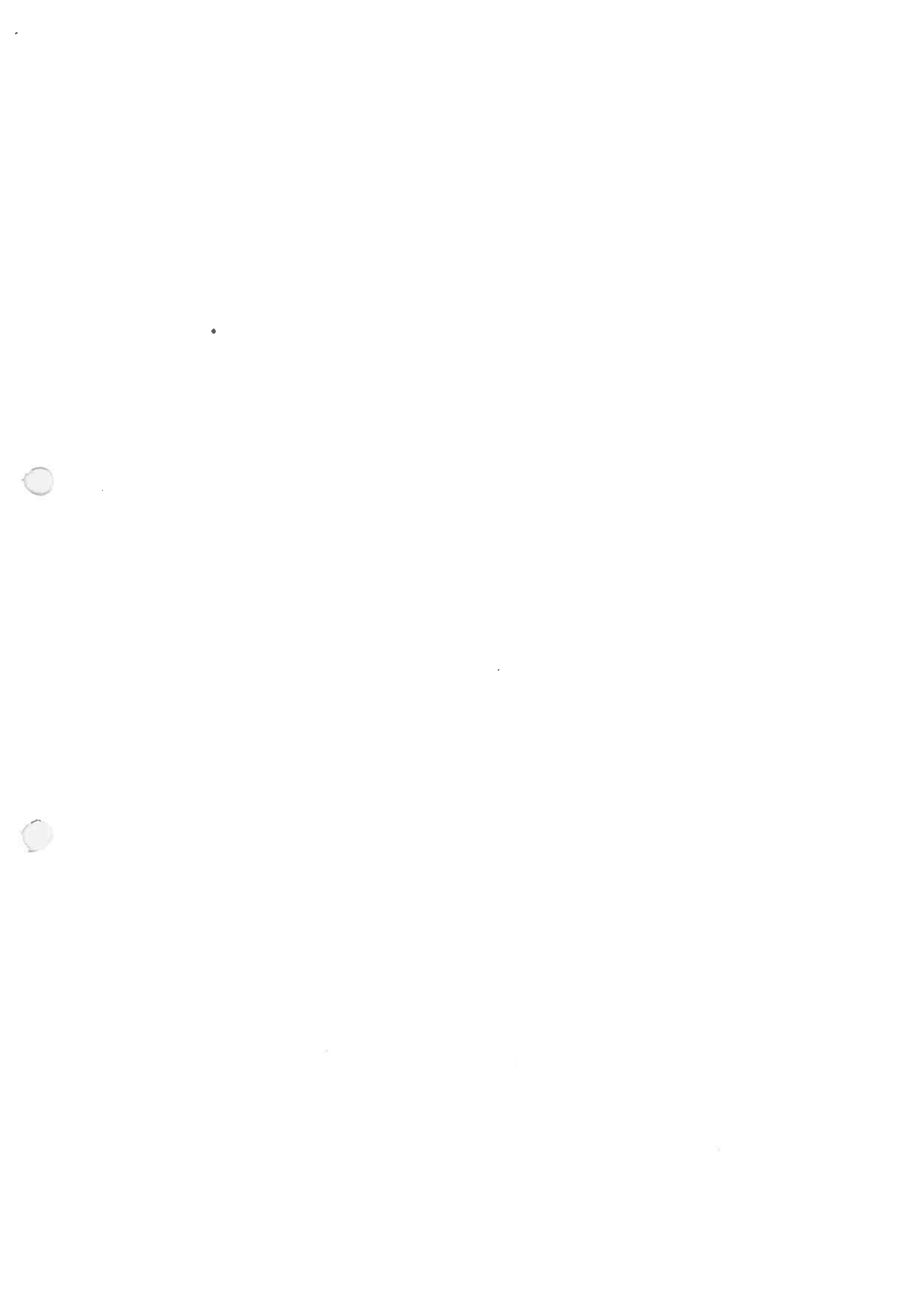
a-Bombas de deslocamento positivo.

O princípio básico de funcionamento destas bombas é a conferência de energia de pressão ao líquido bombeado pela ação direta das engrenagens, nas bombas rotativas, ou dos pistões, nas bombas alternativas.

b-Bombas Cinéticas

Das bombas cinéticas estudaremos apenas as bombas centrifugas que são responsáveis pelo maior número de aplicações de máquinas hidráulicas. As bombas centrifugas são divididas em 3 (três) tipos que são:

- Fluxo RADIAL
- Fluxo MISTO
- Fluxo AXIAL



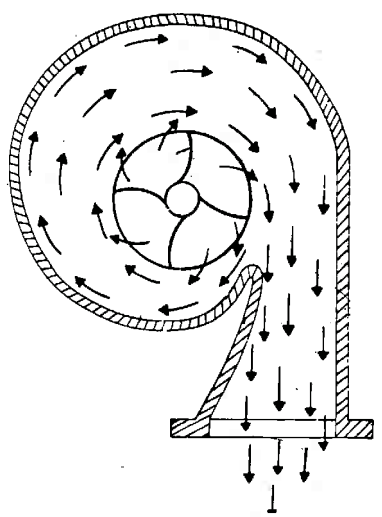
b.1 - O princípio de funcionamento das bombas de fluxo axial é que a energia conferida ao líquido é feita diretamente através das pás do rotor no sentido do eixo, não sendo propriamente bomba centrífuga, pois a força centrífuga decorrente da rotação das pás não é responsável pelo aumento da energia de pressão.

b.2 - O princípio de funcionamento das bombas de fluxo radial, baseia-se na criação de uma zona de baixa pressão e outra de alta pressão. A criação da zona de baixa pressão decorre do seguinte fenômeno:

O líquido proveniente da tubulação de sucção penetra no rotor recebendo através das pás do rotor, o movimento de rotação, ficando sujeito à ação da força centrífuga que faz com que as partículas do líquido se desloquem para a periferia do rotor.

Deste deslocamento temos um vácuo (baixa pressão) na região central do rotor, vácuo este que será preenchido por igual quantidade de líquido proveniente da sucção, estabelecendo-se assim a primeira condição para o funcionamento, o fluxo contínuo.

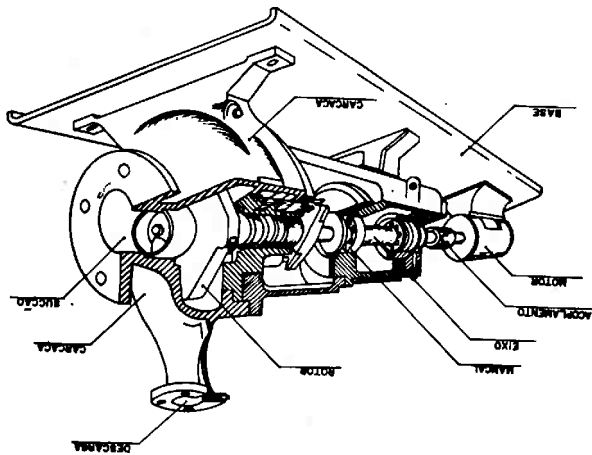
A criação da zona de alta pressão, que é responsável pela possibilidade de transporte de líquido, deve-se ao fato de que o líquido que parte para a periferia sob ação da força centrífuga, dotado de alta energia de velocidade vai encontrar o aumento progressivo na área de escoamento na carga, fazendo assim que haja uma redução de velocidade e consequentemente um aumento da energia de pressão, em virtude das transformações de energia que é regida pelo teorema de Bernoulli. Pelo exposto acima concluímos que as bombas de fluxo radial devem ter uma voluta com o formato de uma espiral, visando um acréscimo constante das áreas de passagem de líquido.



b.3 - Nas bombas de fluxo misto, também chamadas de centrífuga propulsoras, o líquido recebe a energia em parte pela força centrífuga e em parte pela propulsão direta das pás do rotor sobre o líquido.

3.4 - PRINCIPAIS COMPONENTES DE BOMBA

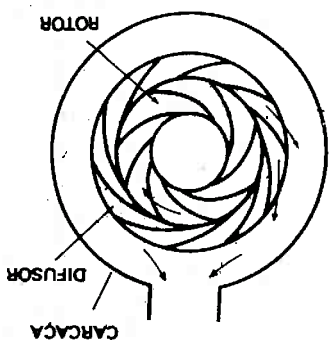
Uma bomba constitui-se basicamente de um rotor que comunica energia cinética ao líquido, uma carga onde esta energia cinética é transformada em energia de pressão, um eixo que transmite o movimento do acionador ao rotor, suporte para o eixo (mancais e axiais e radiais), elementos de proteção ao desgaste (anéis de desgaste, luva de eixo) e elemento de vedação (gaxeta ou selo mecânico).



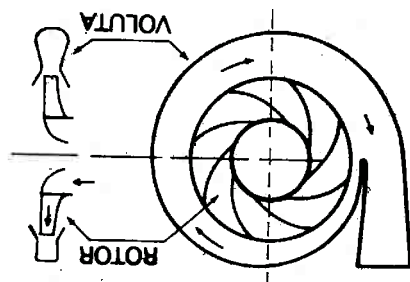
a) CARCAÇA - é a peça onde a energia de velocidade é transformada em energia de pressão, que faz com que o líquido se eleve e ou vença distâncias. A carga guia o líquido desde a entrada na bomba, através do rotor para a descarga.

Algumas vezes as cargas podem ter outra função, como exemplo dar rigidez ao suporte do conjunto girante em bombas bipartidas.

Em função da forma como a energia é convertida as cargas podem ser do tipo voluta assim chamada devido a sua forma espiralada e tipo difusor que é uma carga concêntrica com palhetas fixas.

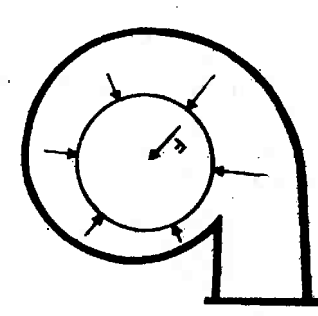
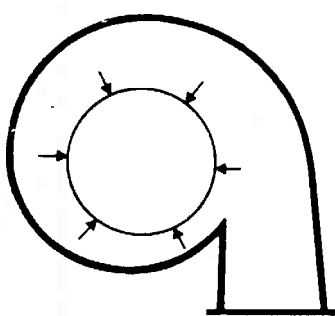


Carga tipo Difusor



Carga tipo Voluta

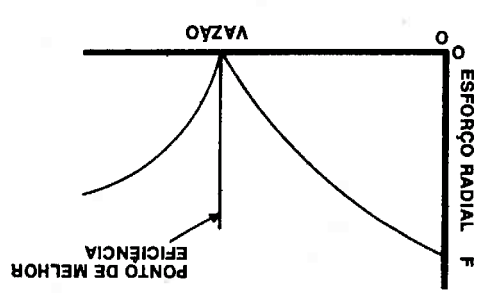
A carga tipo voluta tem área das seções crescentes em toda a volta do rotor até a abertura de descarga. A voluta propriamente dita e o bocal de descarga são separados por uma parede chamada língua da voluta. Como as áreas na carga voluta não são simetricamente distribuídas em torno do rotor, há uma distribuição de pressão desigual ao longo dos 360° da voluta. Isto dá origem a uma reação perpendicular ao eixo que aumenta quando a bomba opera a capacidades reduzidas. Esta reação é chamada de Empuxo (ou força) Radial. Esta reação depende do projeto da carga, da altura manométrica, diâmetro e largura do rotor e vazão. A reação é praticamente nula quando a bomba opera no ponto de melhor rendimento.



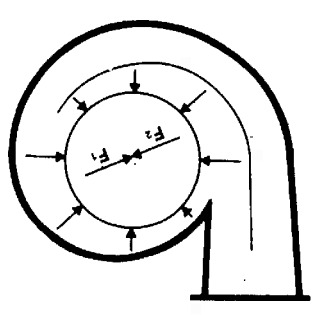
Com vazão reduzida a distribuição de pressão não é uniforme e existe uma força radial F.

No ponto de melhor rendimento a distribuição de pressão é uniforme e o esforço radial é nulo.

A figura abaixo mostra a variação da carga radial com a vazão. Da análise da figura constata-se que para pequenas vazões é necessário que se empreguem eixos de maior diâmetro ou se adotem meios de reduzir a força radial.



Variação da Força Radial com a vazão

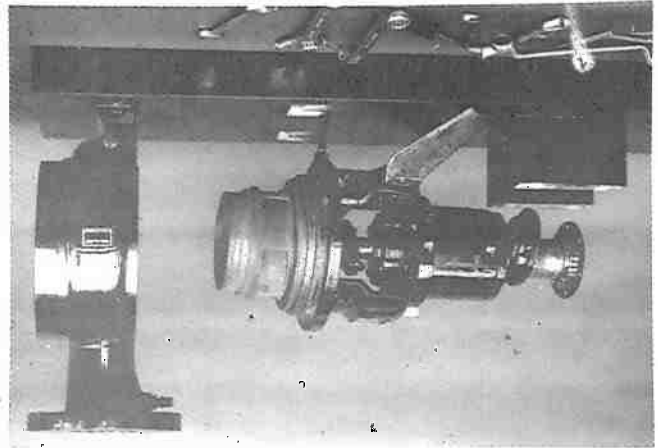


Dupla Voluta

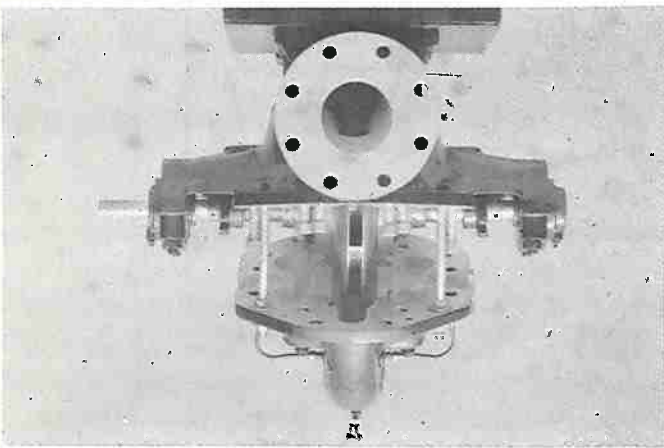
O meio mais empregado para a redução da força radial é a dupla voluta que consiste em se colocar uma segunda voluta iniciando-se a 180° da primeira.

A carga tipo difusor não apresenta força radial, mas, seu emprego é limitado a bombas verticais tipo turbina, bombas horizontais de múltiplos estágios e bombas de alta vazão tipo axiais misto. A carga tipo difusor limita o corte do rotor e, portanto, a faixa operacional da bomba com bom rendimento.

Quanto a forma de abertura da carga para montagem do rotor podem ser partidas radialmente ou axialmente.



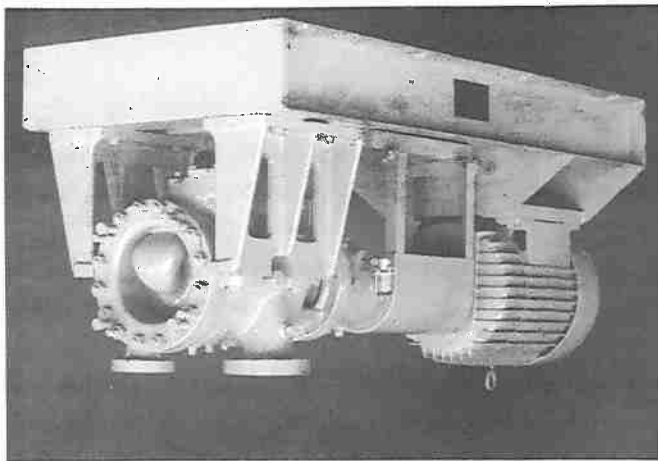
Carga Partida Radialmente
(Sucção Axial)



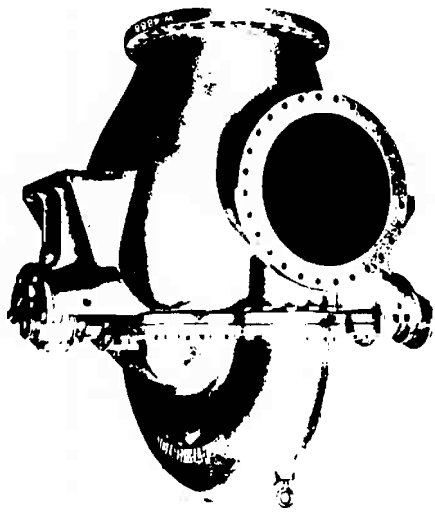
Carga Partida Axialmente
(Sucção Lateral-Dupla Sucção)

As cargas partidas radialmente são utilizadas em bombas horizontais de vazões pequenas e médias. Para grandes vazões usa-se a carga partida axialmente. Esta última apresenta a vantagem de permitir a abertura da bomba para manutenção sem desfazer as conexões das tubulações (o flange de sucção e descarga ficam na parte inferior). Uma abertura para simples inspeção interna não implica nem em mudança de posição ou abertura das caixas de rolamento o que não afeta o alinhamento.

Quando a posição do bocal de sucção, a carga pode ser de sucção axial, lateral, de topo ou inferior. Bombas de pequena e média vazão (até 400 m³/h) e alturas médias (30m) são quase que exclusivamente do tipo de carga partida radialmente e sucção axial devido a seu projeto econômico e a maior facilidade de padronização de componentes.



Sucção de topo, em carga partida radialmente

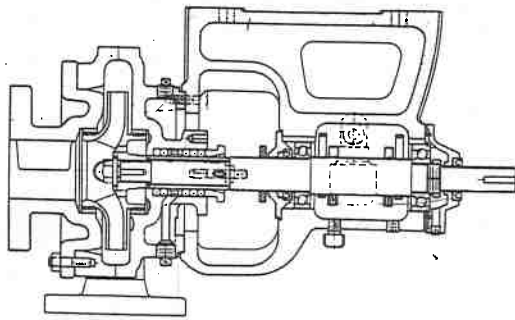


Sucção Interior

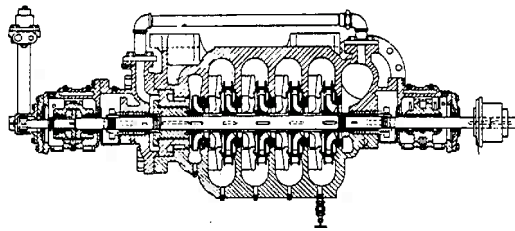
Modernamente o flange de descarga fica na linha de centro da carga com as vantagens de facilitar a expulsão de ar de dentro da carga e melhor distribuir os esforços pela tubulação de descarga. Bombas que bombeiam esgoto e ou materiais fibrosos geralmente possuem uma ou mais tampas de visita na carga para permitir a remoção de material que se agarre ao rotor.

A fim de incorporar a vantagem de abrir a bomba sem desatizar as conexões das tubulações, as cargas partidas radialmente incorporam, atualmente, ambos os bocais e a desmontagem do rotor e conjunto girante é feita por trás (back-pull-out).

Carga em Balanço, sucção axial, um estágio



Carga de Múltiplos estágios



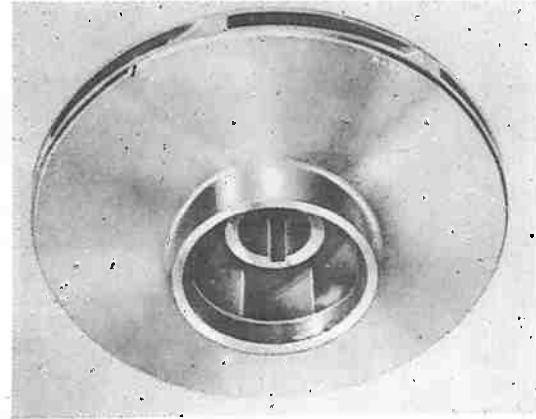
Quando ao número de estágios, temos cargas para um estágio ou múltiplos estágios. A figura mostra uma bomba de múltiplos estágios com carga partida radialmente.

Quanto a forma de suporte da carga, as cargas podem ser em balanço (sem suporte), apoiada pelo pé e apoiada pela linha de centro. O apoio na linha de centro é exigência de algumas normas, como a API-610 que exige para bombas trabalhando a temperaturas superiores a 175°C. Em altas temperaturas o suporte na linha de centro garante maior resistência as dilatações que as tubulações venham a impor a bomba, sem prejudicar o alinhamento.

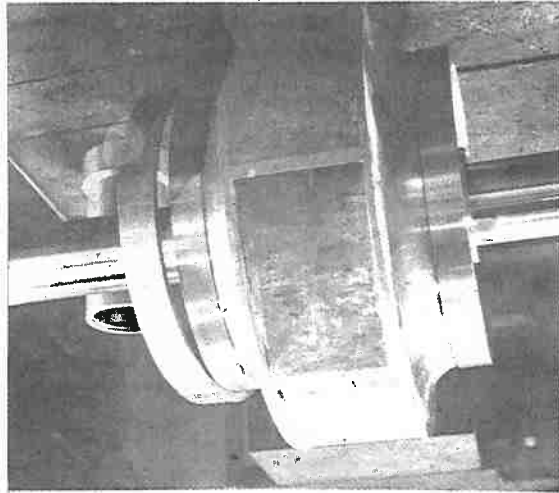
Bombas que usam rotor aberto, principalmente quando o líquido é abrasivo, possuem uma placa de desgaste presa a carga para aumentar a sua vida útil.

b) ROTOR - é a peça que imprime energia de velocidade ao líquido. Pode ser considerado como coração da bomba.

Quanto ao suprimento de líquido, os rotores podem ser de simples e dupla sucção.



Rotor de simples sucção, fechado



Rotor de dupla sucção, fechado

Rotores de simples sucção são mais fáceis de fundir e são os preferidos em bombas com cargas partidas radialmente, pois não exigem prolongamento do eixo para o lado da sucção.

Rotores de dupla sucção estão, teoricamente, sempre operando balanceados quanto ao esforço axial e devido a maior área de olho permitem a operação com valores mais baixos de NPSH disponível para uma mesma vazão, do que rotores de simples sucção.

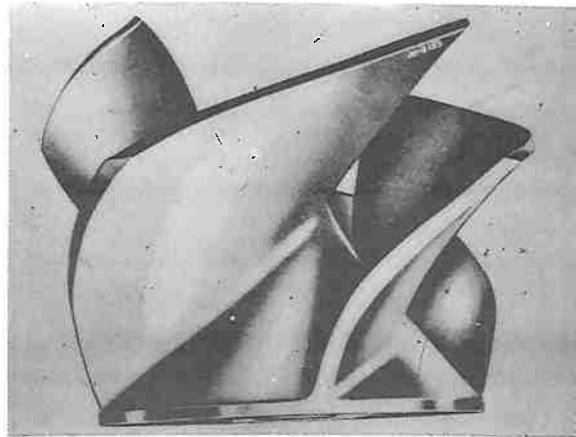
A forma da palheta classifica os rotores em:

-Rotor Radial

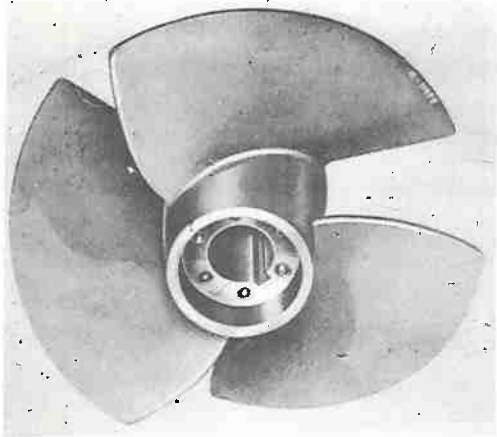
-Rotor Francis (reversa)

-Rotor de Fluxo Misto

-Rotor de Fluxo Axial



Rotor de Fluxo Misto,
Semi aberto



Rotor de Fluxo Axial

O tipo e formato da palheta dependem da velocidade específica do rotor que é dada por:

$$N_s = \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \text{ RPM}$$

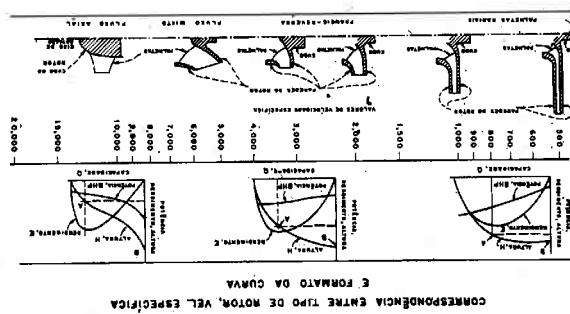
RPM = Velocidade em Rotações por Minuto
Q = Vazão em GPM
H = Altura em ft.

O rotor aberto consiste unicamente de palhetas presas a um cubo central furado para montagem no eixo. Quando as palhetas são muito longas a sua resistência estrutural fica diminuída e então deve ser reforçado com nervuras ou parede parcial. Rotores abertos são empregados no bombeamento de líquidos abrasivos e trabalham entre duas placas de desgaste ou entre paredes da carga e caixas de gaxetas, por este motivo há um retorno de líquido da descarga para a sucção. Este retorno aumenta com o desgaste das placas laterais, o que conduz a um rendimento mais baixo que os rotores fechados e a despesas de manutenção, para restaurar a folga original, mais elevadas, e necessário a troca do rotor como das placas.

Quanto a construção mecânica, os rotores podem ser classificados em abertos, semi-abertos e fechados.

Um tipo especial de rotor foi desenvolvido para operar com esgoto e matérias fibrosas e o chamado não-obstruível, possui duas palhetas arredondadas, sem cantos vivos, e grande área de passagem de líquido.

Velocidade Específica e Formato do Rotor

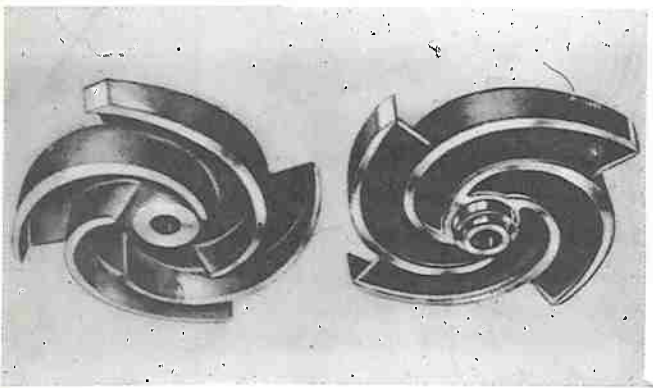


A figura abaixo mostra as faixas de velocidades específicas e os correspondentes formatos de palheta e rotor. A velocidade específica representa a velocidade que aquele rotor precisaria girar para elevar um GPM de água a um ft de altura.

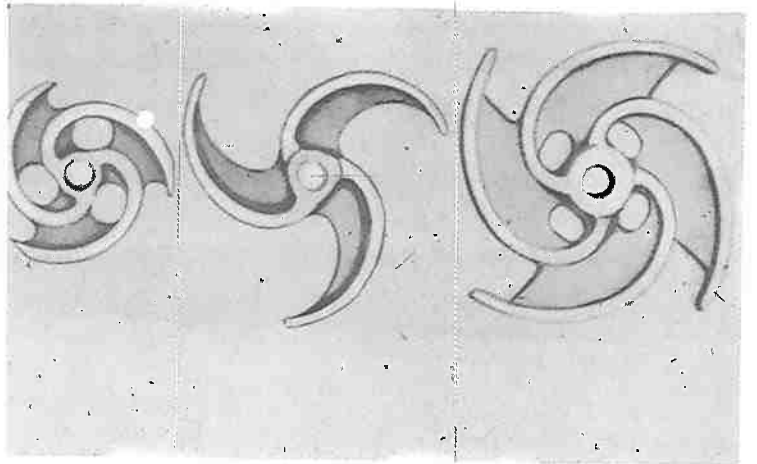


O rotor fechado é o mais usado em bombeamento de líquidos limpos e possui paredes em ambos os lados que mantêm a parte interna, desde o olho até a descarga, totalmente coberta. Isto evita perdas por retorno, mas obriga o uso de anéis de desgaste entre o rotor e a carcaça para separar as câmaras de sucção e descarga. O rendimento obtido é melhor do que os dos rotores abertos e semi-abertos.

Rotor semi-aberto, com palheta traseira. Vista de frente a esquerda e vista de trás a direita.



Rotores Abertos



O rotor semi-aberto tem uma parede traseira podendo ou não ter uma palheta e evitar acúmulo de depósitos que prejudiquem a operação.

Em bombas de maior porte, tanto a carga e o rotor são providos com anéis de desgaste. Os anéis são substituídos quando a folga diametral fica o dobro da folga original. Deve-se ressaltar que

Bombas usadas em serviços leves não possuem anéis de desgaste. A própria carga e o rotor possuem superfícies ajustadas de tal forma que a folga entre estas peças é pequena. Quando a folga aumenta, pode-se re-usinar o rotor ou a carga e colocar anéis, re-fazendo assim as folgas originais.

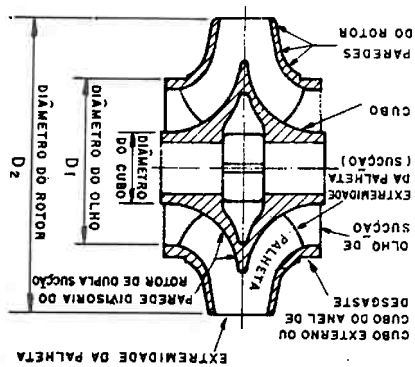
Os anéis são peças de pequeno custo e que evitam o desgaste e a necessidade de substituição de peças mais caras como o rotor ou a carga.

gerado de líquido da descarga para a sucção.

as pressões de descarga e sucção, impedindo assim um retorno exacto, fazem a separação entre as zonas onde imperam folga operacional, são no rotor (girante) ou em ambos e, que mediante pequena

c) ANÉIS DE DESGASTE - são peças montadas só na carga (estaciona-

Componentes de um rotor de dupla sucção



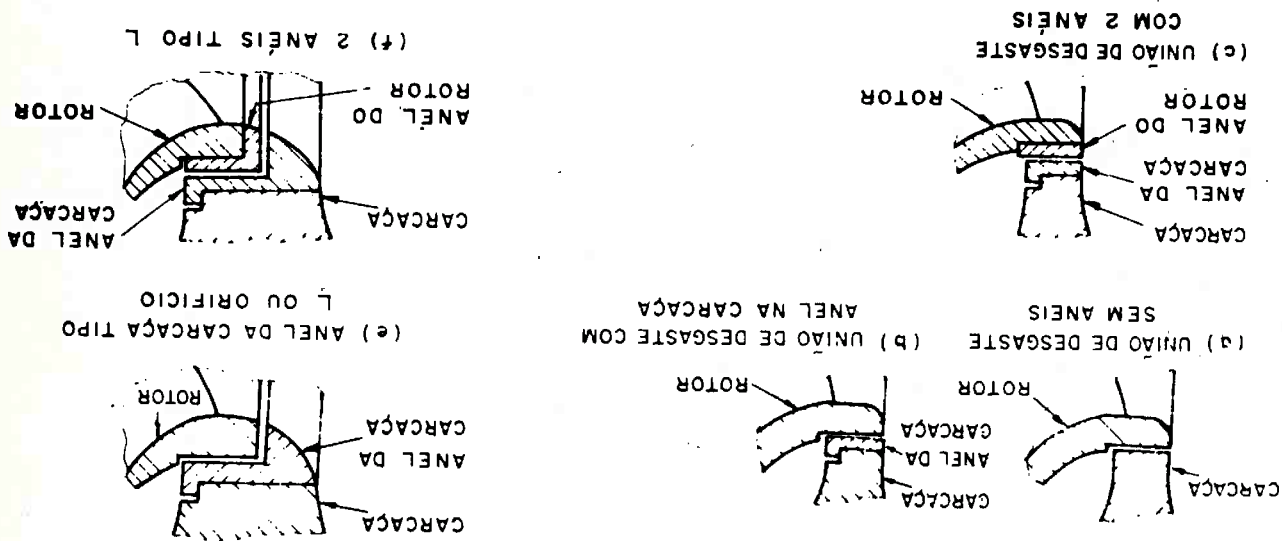
A figura abaixo, mostra a nomenclatura dos componentes de um rotor.

conforme se aumenta a folga diametral dos anéis de desgaste, nota-se uma redução na eficiência da bomba (o refluxo de líquido de descarga para a sucção aumenta).

Em alguns casos, quando o líquido bombeado possui abrasivos em suspensão, pode-se fazer anéis que possuem um dispositivo para lavagem, por líquido limpo, das superfícies de desgaste.

O tipo mais indicado de construção do anel varia com as características do líquido bombeado, a pressão diferencial através dos anéis, da velocidade periférica e mesmo com o projeto da bomba.

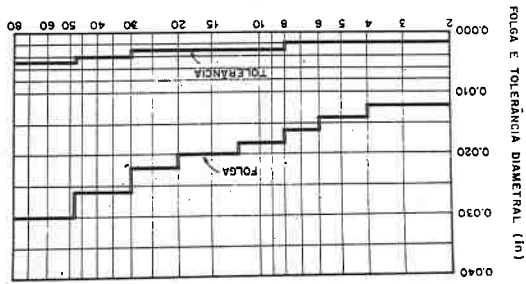
A figura abaixo, mostra diversos tipos de combinações de anéis de desgaste.



Diversos tipos de projeto de anéis de desgaste

Uma vantagem do anel tipo L, fig (e) e (f), sobre o anel plano, fig. (a), (b) e (c) é que o primário impede que o líquido que passa para a sucção entre contra o sentido do fluxo que está sendo encaminhado para o olho do rotor.

Para serviços gerais, as folgas entre os anéis de desgaste estão indicadas na tabela abaixo:



Dímetro dos Anéis de Desgaste (in)

Para bombas de processo, o American Petroleum Institute, na Norma API 610, indica as seguintes folgas constitutivas para os anéis:

Dímetro do anel de desgaste (pol.)	Folga diametral mínima (pol.)
Menor que 2	0.010
2.000 a 2.499	0.011
2.500 a 2.999	0.012
3.000 a 3.499	0.014
3.500 a 3.999	0.016
4.000 a 4.499	0.016
4.500 a 4.999	0.016
5.000 a 5.999	0.017
6.000 a 6.999	0.018
7.000 a 7.999	0.019
8.000 a 8.999	0.020
9.000 a 9.999	0.021
10.000 a 10.999	0.022
11.000 a 11.999	0.023

1- Estas folgas são para anéis em ferro fundido, bronze, aço 11-13 Cr endurecido (AISI 420).

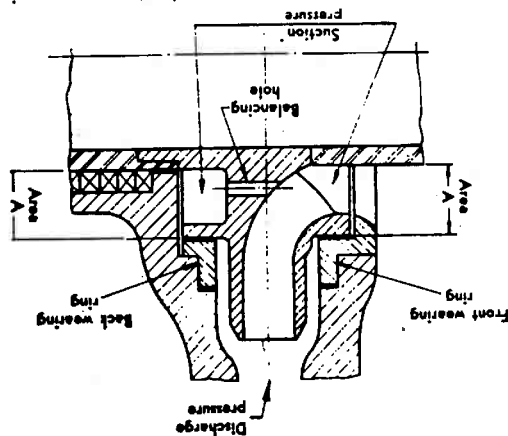
2- Para materiais com propriedades de esfolamento maiores, as folgas devem ser aumentadas em .005".

3- Os anéis de desgaste devem ter dureza superficial de, no mínimo, 400 BHN e a diferença de dureza entre as superfícies de desgaste deve ser de no mínimo, 50 BHN. Exceto quando por motivos de corrosão for necessário o uso de aços da série 300 que não alcancam estes valores de dureza.

A montagem dos anéis de desgaste e sua fixação no local pode ser feita por pino, montagem por interferência, fixação por parafuso ou solda. Algumas normas de construção indicam que além de interferência é necessária a fixação por solda, isto geralmente ocorre onde aplicações a altas temperaturas estão envolvidas, para evitar que a dilatação solte o anel.

O projeto do rotor pode incluir uma câmara axial imposta aos rolamentos pela diferença entre as pressões de sucção e descarga.

Outro meio consiste em colocar palhetas por trás da parede do rotor.



Balanceamento da carga axial por meio de furos de balanceamento.

d) EIXO - transmite o torque do acionador ao rotor. O eixo é projetado para que tenha uma deflexão máxima pre-estabelecida quando em operação. Este fator é importante para evitar que as folgas entre as peças rotativas e as estacionárias se alterem em operação, o que provocaria seu contato, desgaste prematuro e maior consumo de energia.

Na figura apresentada a seguir, verifica-se que o eixo mostrado na parte superior representa um eixo típico de bomba de dupla sucção apoiado em ambos os lados do rotor. Enquanto que na parte inferior mostra um eixo típico de bomba com rotor em balanço.

Na figura apresentada a seguir, verifica-se que o eixo mostrado na parte superior representa um eixo típico de bomba de dupla sucção apoiado em ambos os lados do rotor. Enquanto que na parte inferior mostra um eixo típico de bomba com rotor em balanço. A ponta de eixo é projetada para resistir ao máximo torque que pode ocorrer em trabalho. Eixos de bombas com rotor em balanço tem o diâmetro máximo entre os rolamentos. A ponta de eixo é projetada para resistir ao máximo torque que pode ocorrer em trabalho. Eixos suportados nos dois extremos, que possuem o rotor no centro, tem o diâmetro máximo no local de montagem do rotor. Eixos de bombas com rotor em balanço tem o diâmetro máximo entre os rolamentos. A ponta de eixo é projetada para resistir ao máximo torque que pode ocorrer em trabalho.

A norma API-610 exige que as bombas operem com ambos os tipos, desde que a velocidade de operação seja sempre 10% abaixo ou acima de qualquer velocidade crítica.

Bombas de múltiplos estágios tem eixos flexíveis. Bombas que operam a 1750 rpm tem eixo rígido e as que operam a 3500 rpm tem eixo flexível. Bombas de múltiplos estágios tem eixos flexíveis. O eixo tanto pode ser projetado para trabalhar com flexível ou rígido desde que no primeiro caso a velocidade crítica seja de 60 a 75% da velocidade de trabalho e no segundo, no mínimo 20% acima. Geralmente bombas que operam a 1750 rpm tem eixo rígido e as que operam a 3500 rpm tem eixo flexível. Bombas de múltiplos estágios tem eixos flexíveis.

Quando a bomba opera acima da primeira velocidade crítica, diz-se que o eixo é flexível e quando opera abaixo, diz-se que o eixo é rígido.

O ponto mais importante a considerar no projeto de eixos é a velocidade crítica, que é a rotação na qual um pequeno desbalançamento no eixo ou no rotor são amplificados de tal forma, sob a forma de uma força centrífuga, que provoca deflexão e vibração. A mais baixa velocidade crítica é chamada de 1ª crítica, a seguinte de 2ª crítica e assim por diante.

Também por questões de vida útil do selo mecânico a deflexão do eixo na face da caixa de gaxetas não deve ser superior a .002" (0,05 mm).

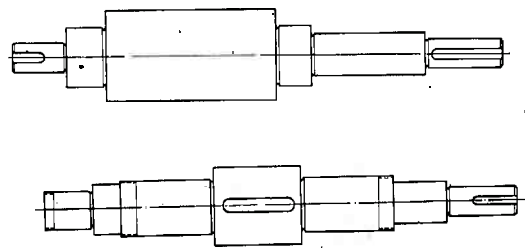
O eixo deve ser construído em material que suporte as variações de temperatura, quando para aplicações que envolvam líquidos quentes, bem como a fadiga devido as cargas rotativas que surgem em operação.

A bucha confinada leva rasgo de chaveta e trabalha retida entre um batente no eixo e o rotor. Não é recomendada para aplicações a altas temperaturas devido a tensão que sua dilatação introduz no rotor, por causa do rotor e eixo.

Em bombas de sucção axial existem dois tipos de bucha: A confinada e a com batente.

A figura abaixo mostra um arranjo típico de bucha do eixo para bombas com carga partida axialmente e rotor de dupla sucção, onde a bucha gira com o eixo, havendo uma chaveta para garantir que não haverá deslizamento em relação ao eixo. A porca da bucha mantém a bucha e o rotor no lugar, transmitindo a carga axial ao eixo. Com isto garante-se que o rotor opere com sua linha de centro coincidente com a linha de centro da carga.

e) BUCHAS DO EIXO - a função da bucha é proteger o eixo contra corrosão, erosão e desgaste no interior da caixa de gaxetas. Quando são usadas, estes fatores não afetam a resistência do eixo e o custo de manutenção reduz-se.





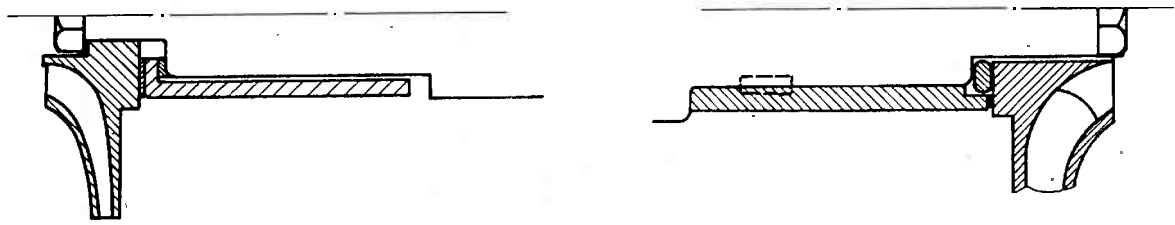
1
(

Para bombas de pequeno porte o uso de buchas do eixo se torna impraticável devido a parede mínima necessária a usinagem da bucha. Neste caso, moderna-mente, as bombas são fornecidas com eixo de aço inoxidável, sem bucha. A prática demonstrou que a vida do eixo é grande e seu custo de substituição compensa as substituições das diversas buchas que seriam necessárias e seu custo de substituição.

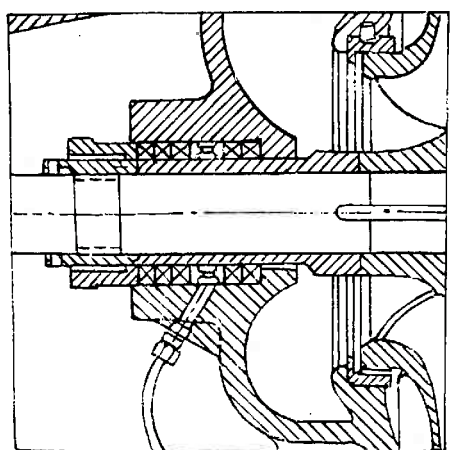
Toda bucha deve ter vedação entre ela e o eixo para evitar vazamento do líquido bombeado entre elas. Na bucha confinada esta vedação é feita com anel de borracha e na bucha com batente com junta.

A bucha com batente é presa entre o rotor e o eixo por pressão da porca do rotor e sua dilatação se dá para o lado livre sem criar tensões. É a recomendação dada para bombas de processo.

Bucha confinada, bomba de sucção axial, rotor em balanço. Bucha com batente, bomba de sucção axial e rotor em balanço.



Bucha do eixo enclavada e com porca de retenção externa.



(F) CAIXA DE GAXETAS - é uma das peças mais importantes para uma operação tranquila da bomba. Sua principal função é vedar, isto é, impedir o vazamento de líquido para fora da bomba no lugar que o eixo atravessa a carga.

Quando a pressão de sucção é positiva sua finalidade é evitar o escapamento de líquido. Quando a pressão de sucção é negativa, sua função é impedir a entrada de ar para dentro da bomba.

A caixa de gaxetas necessita de peças auxiliares para cumprir sua finalidade. Estas peças são anéis de gaxeta e castanha bipartida (ou anel de lanterna) no caso de engaxetamento convencional ou um selo mecânico.

A finalidade da castanha bipartida (figura abaixo) é, no caso de pressão de sucção negativa, receber uma injeção de líquido bombeado (se limpo) ou líquido de fonte externa (se o líquido bombeado for sujo ou conter materiais abrasivos), que forme um filme entre os anéis de gaxeta, a bucha e as paredes da caixa impedindo a entrada de ar. A castanha distribui o líquido injetado. Este líquido também serve para refrigerar, pois, calor é gerado pelo atrito entre a bucha do eixo e os anéis de gaxeta.

Injeção de líquido de fonte externa é sempre necessário nas seguintes condições:

1- A altura de sucção é maior que 4,5m.

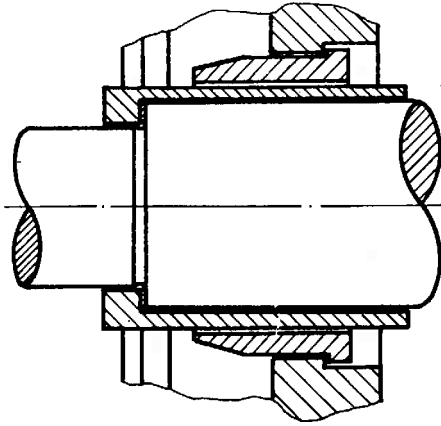
2- A pressão de descarga é inferior a 0,7 Kg/Cm².

3- Quando bombear líquidos quentes acima de 120°C. Nestes casos, em condições especiais, o líquido bombeado devidamente refrigerado por meios externos pode ser injetado na caixa. E o caso de bombas de processo ou alimentação de caldeira quando o líquido de fonte externa poderia contaminar o líquido bombeado.

4- Quando o líquido bombeado contiver areia, sólidos em suspensão ou materiais abrasivos.

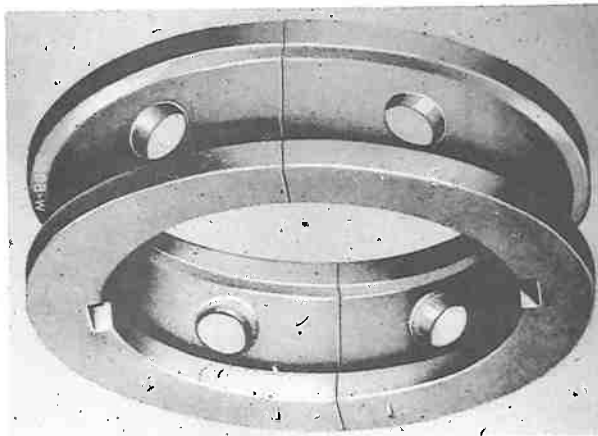
5- Em bombas de condensado que succionam direto do condensador.

Caixa de Gaxetas com Bucha de Garganta



Algumas bombas tem uma bucha de garganta no fundo da caixa de gaxetas (e a bucha da caixa de gaxetas), como na figura abaixo. E geralmente empregada quando líquidos abrasivos são bombeados para impedir o desgaste da própria caixa de gaxetas. O engaxetamento é um dispositivo de redução de pressão. O engaxetamento deve ser material facilmente moldável e plástico, para que possa ser convenientemente ajustado. Mas, deve resistir ao calor e ao atrito com a bucha do eixo.

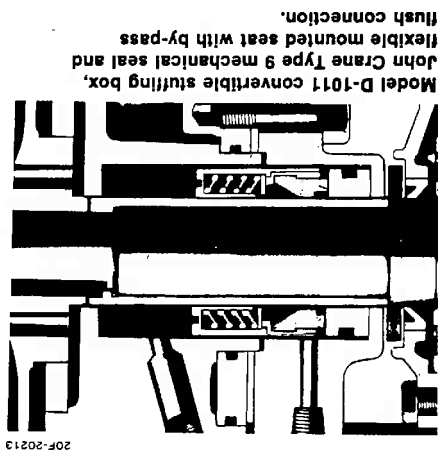
Castanha Bipartida



Bombas de esgoto devem ter sua caixa de gaxetas selada com graxa, pois geralmente trabalham a baixa pressão.

Existem diversos tipos de engaxetamento: - Asbesto grafitado, asbesto com teflon e asbesto com fibras metálicas são os mais usados. O asbesto grafitado é limitado a aplicações até 100°C e pressões até 15Kg/Cm², para água. O asbesto com teflon para líquidos derivados de petróleo e temperatura inferior a 260°C. O asbesto com fibras metálicas, especialmente o chamado azul é recomendado para aplicações com ácidos e bases. Quando o líquido bombeado for inflamável, corrosivo, explosivo, tóxico ou de custo elevado de modo que vazamentos não sejam permitidos, é necessário o uso de selo mecânico.

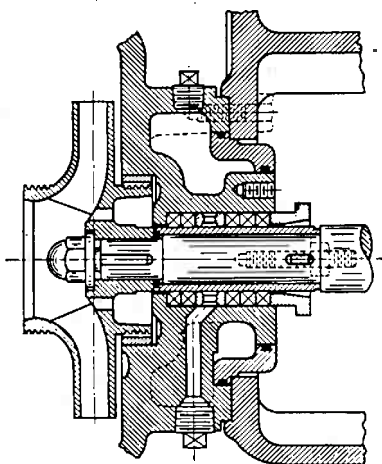
As caixas de gaxetas para engaxetamento convencional podem ser facilmente adaptadas para uso com selo mecânico, e o caso da figura abaixo.



Caixa de gaxetas conversível com selo mecânico

Quando o equipamento é construído para utilizar unicamente selo mecânico, atualmente, ele é fornecido com uma caixa de gaxetas, tipo sino.

Sobrepostas para selos mecânicos montados em caixas de gaxetas converti-
veis são fabricadas especialmente para cada aplicação e podem ter inje-
ção de líquido de fonte externa ou bombeado que se mistura com o líquido
bombeado e ainda injeção de líquido de lavagem ou resfriamento que entra,
passa pela camisa de refrigeração da sobreposta e sai.



Há basicamente dois tipos de sobrepostas para engatamento convencional: A
sólida e a bipartida. A bipartida é feita em dois pedaços e pode ser des-
montada e tirada pelo eixo sem desmontar a bomba, deixando assim maior es-
paço para remoção e substituição do engatamento.

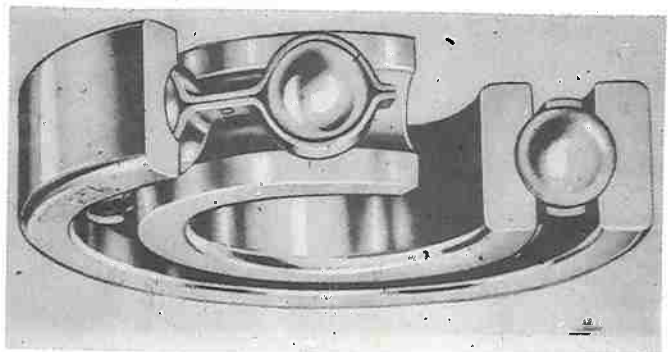
A figura abaixo mostra uma caixa de gaxetas provida de camisa de refrige-
ração. Em aplicações que envolvam líquidos a altas temperaturas, tanto
com vedação convencional ou com selo mecânico, é conveniente o emprego de
tais caixas de gaxetas para melhorar as condições de trabalho e, portanto,
a vida do engatamento. Na camisa circula água fria de fonte externa.

8) MANCAIS SUPORTE E ROLAMENTOS - as caixas de rolamento e os rolamentos

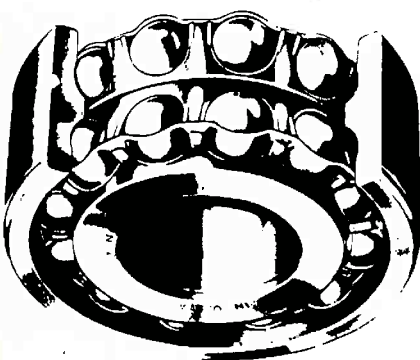
suportam o eixo, mantendo-o alinhado com as peças estacionárias, quando sob a ação das forças axiais e radiais que ocorrem durante a operação. Os rolamentos que garantem a posição radial do eixo são chamados de rolamentos radiais ou de linha e os que absorvem as cargas axiais são os rolamentos axiais ou de escora.

Os rolamentos mais utilizados tanto de escora como radiais para bombas de dupla sucção e para bombas de sucção axial são os de uma carreira de esferas, para bombas de serviços gerais e pressão de sucção máxima até 7Kg/Cm².

Para pressões de sucção superiores, usam-se como rolamento de escora, uma montagem com dois rolamentos de contato angular montados costa a costa. O rolamento de linha é o de uma carreira de esferas. Os rolamentos de uma carreira de esferas são lubrificados a graxa podendo ser lubrificados a óleo em condições especiais quando temperaturas elevadas envolvidas. Os de contato angular são sempre lubrificados a óleo.



Rolamento de uma carreira de esferas.



Rolamentos de contato angular montados costa-costa.

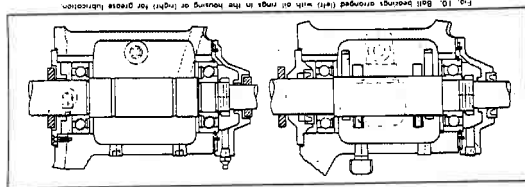
Mancais de bucha são empregados em bombas de grande porte, horizontais, que giram a baixa rotação (abaixo de 700 rpm). Rolamentos de grande porte não estão, geralmente, disponíveis comercialmente. Bombas de alimentação de caldeira de grande porte e alta rotação (3600 a 9000) usam mancais de bucha.

A vida que deve ser utilizada no dimensionamento dos rolamentos é, em alguns casos, recomendada por norma, como no caso da API 610 para bombas de processo, 25.000 hs. O valor mais empregado na indústria de bombas é 16000 hs. (2 anos de serviço contínuo - 24 hs por dia).

Uma caixa de rolamentos pode ser refrigerada a água que é usada em aplicações que envolvam alta temperatura, pois, o calor do líquido bombeado é conduzido através do eixo e partes estacionárias a caixa de rolamentos, que somado ao calor gerado no interior da caixa pelo atrito do rolamento tornaria a aplicação de caixa sem refrigeração impossível.

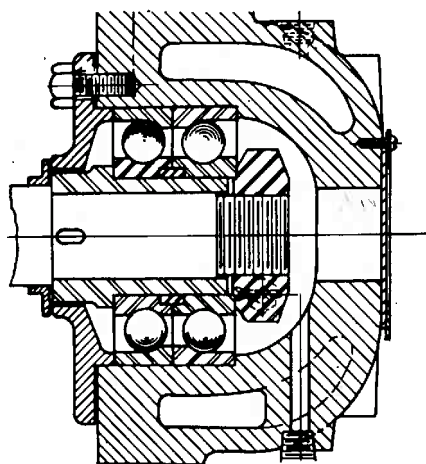
No caso de lubrificação a óleo existe basicamente um nivelador que garante o nível correto e abastecimento constante de óleo, um anel de lubrificação que mergulha no óleo e o espirra para os rolamentos, formando uma nuvem de óleo.

Rolamento de esferas lubrificadas a óleo (esq.) e a graxa (dir.)



A figura abaixo mostra arranjos típicos de caixas de rolamento com rolamentos de uma carreira de esferas.

Bombas verticais possuem mancais de bucha que funcionam como guia do eixo e geralmente são lubrificadas pelo próprio líquido bombeado. Quando o líquido não pode ser usado, o eixo é protegido por um tubo e os mancais lubrificadas a óleo. Estas bombas trabalham mergulhadas no líquido bombeado. A caixa de rolamentos é a peça onde o rolamento é encaixado e o localiza na sua posição radial correta, concentricamente com todos os encaixes e brochados que sejam de sede de peças estacionárias. A caixa de rolamento armazenada o lubrificante. No caso de rolamentos axiais, a caixa tem ainda a função de localizá-lo em sua correta posição axial.



Caixa de rolamentos

O mancal suporte é uma peça que além de abrigar os rolamentos radial e axial e conter o lubrificante, serve de guia para montagem da carga da bomba. É usado em bombas de sucção axial.

Para evitar a necessidade de projetar uma peça de grande parede que depara abrigar ambos os rolamentos axiais, no caso de rolamentos duplos, usa-se, modernamente, o cartucho, que abriga os dois rolamentos axiais e garante um bom apoio. No caso de necessidade de substituição, por desgastes, o cartucho é peça de custo inferior ao do mancal.

Motor diesel ou a gasolina é geralmente usado em unidades de emergência, como bomba de água de combate a incêndio. Em irrigação é às vezes usado quando não existe energia elétrica disponível.

Aplicações que envolvem velocidade variável são atendidas com dispositivos de variação de velocidade acoplados ou integrantes, a motores elétricos.

O tipo de partida que será usado é fator que influencia na escolha do motor devido às suas características de torque de aceleração.

Turbina a vapor é também um acionador muito usado, principalmente em refinarias e usinas de açúcar onde existe vapor disponível muito em abundância. Em refinarias geralmente a turbina aciona a bomba de reserva. A turbina tem vantagem sobre o motor elétrico em aplicações a altas rotações (acima 3600 rpm).

O motor elétrico deve ser selecionado em função do ambiente onde será instalado (ruído, corrosivo, temperatura). Os diversos tipos de isolamento interno de motores elétricos permitem temperaturas de operação diferentes.

A maioria das aplicações de bombas empregam motores elétricos no acionamento, devido ao seu tamanho compacto, facilidade de operação, segurança e facilidade de controle. O motor elétrico pode ser considerado como o acionador natural de bombas centrífugas.

São necessários a movimentação da bomba e são selecionados em função do serviço a ser executado, fonte de energia disponível, potência da bomba e torque de partida exigido pela bomba.

h.1) ACIONADORES:

São acessórios de uso obrigatório para que as bombas possam operar.

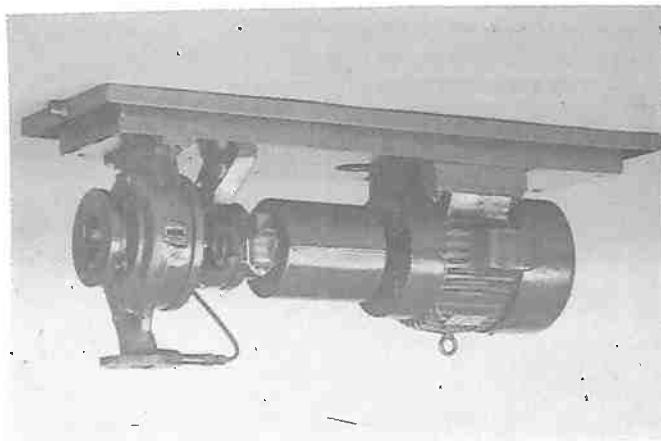
h) ACESSÓRIOS, ACIONADORES, BASES E ACOPLAMENTOS:

Aplicações de 700 RPM e abaixo e acima 3600 RPM, por motor elétrico exigem o emprego de redutores de velocidade, no primeiro caso e multiplicadores de velocidade no segundo. No caso de baixa rotação é um motivo econômico, pois, motores de grande número de polos tem custo elevado.

h.2) BASES :

A principal função da base de um conjunto moto-bomba é fornecer superfícies de apoio para os pés da bomba e do motor. A base deve ser projetada para que possa ser rigidamente ancorada à fundação na qual o conjunto será instalado. As bases são geralmente fabricadas em aço estrutural ou de viga "U".

O primeiro tipo é usado em bombas que operam em serviços mais pesados e nas quais são necessários uma conexão para retirada do líquido que vazava da caixa de gaxeta. Esta conexão é conhecida como o anel de dreno. O segundo tipo de base é usado para bombas de porte pequeno e em serviços leves.



Para bombas de grande porte é comum se colocar a bomba e o motor em bases separadas. A diferença de alturas entre o motor e a bomba é compensada na fundação das bases. Este tipo de montagem é usado por razões econômicas e facilidade de transporte.

Todos os conjuntos moto-bomba devem ser alinhados em fábrica. Recomenda-se, porém, que o conjunto seja todo re-alinhado no campo, uma vez que durante o levantamento e transporte, podem ocorrer distorções no conjunto. Esta prática deve ser especialmente observada nos casos em que a bomba opera com líquidos a alta temperatura. Para estas aplicações deve-se fazer um pré-alinhamento com a bomba fria e o alinhamento final será feito após a bomba ter atingido a temperatura de trabalho.

As bombas são unidas a seus acionadores através de uma luva de acoplamento. O acoplamento pode ser flexível ou rígido. O acoplamento rígido é usado em bombas verticais. Este tipo de acoplamento não permite qualquer tipo de movimento relativo entre o eixo da bomba e o motor. O acoplamento rígido é empregado para transferir empuxo axial da bomba ao acionador ou a um conjunto de escora.

Acoplamentos flexíveis permitem pequenos movimentos relativos entre os dois eixos, possibilitando operar o conjunto com pequenos desalinhamentos entre bomba e motor.

A luva flexível mais usada é do tipo Falk F que consiste de dois cubos flangeados, uma mola de aço temperado e uma capa metálica externa. Este acoplamento é lubrificado a graxa.



O acoplamento muito usado em bombas de processo é a luva Falk tipo G de engrenagens. Neste tipo de luva o movimento relativo se dá nas engrenagens da luva.

O terceiro tipo de acoplamento flexível é o Metastream. Neste acoplamento o elemento flexível consiste de várias chapas unidas aos cubos da luva através de parafusos.

Para as bombas que são do tipo "back pull out" a luva deverá ser com espagador para permitir desmontagem da bomba sem retirar o motor (vide figura abaixo).

Nos casos em que o motor possui mancais de bucha deverá existir na luva de acoplamento um dispositivo para limitar o movimento axial do eixo do motor. No caso da luva Falk F, introduz-se na grade elástica pequenas peças de borracha que irão limitar o movimento do eixo do motor.

