

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

LOCAL: SALGEMA - INDÚSTRIAS QUÍMICAS S.A.

INÍCIO: 02/01/84

TÉRMINO: 29/02/84

ESTAGIÁRIO: PEDRO LUIZ FERRARI JÚNIOR

AGOSTO: 1984



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

RELATORIO

PENSAMENTOS

- * "Não podemos evitar as paixões mas, podemos vencelas".
- * "Todo espírito desordenado torna-se seu próprio castigo"
- * "A verdade é amarga e doce: Quando é doce, perdoa; Quando é amarga, Cura".
- * "A perfeita sinceridade não oferece qualquer garantia".
- * "A fortuna não muda os homens, apenas os desmascaram".

HOMENAGEM

Dedico:

À minha mãe e meu pai

Pelo Sacrifício, pelo empurrão com o coração, pela compreensão na hora da ausência, pelo conforto que me deu na presença do desespero.

COLABORAÇÃO

SALGEMA INDÚSTRIAS QUÍMICAS S.A.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todo pessoal que faz a SALGEMA INDÚSTRIAS QUÍMICAS S.A., que direto ou indiretamente me forneceram espaço para que eu, adquerisse ótima experiência. Um destaque especial que quero fazer pela sua diplomacia, pela sua gentileza ao Senhor Diretor José Pereira de Souza que foi um dos responsáveis por este Estágio.

ÍNDICE

PAG.

1.- INTRODUÇÃO	01
2.- HISTÓRICO	01
3.- PROCESSO DA INDÚSTRIA	07
4.- BOMBAS	10
5.- COMPRESSORES	33
6.- CONTROLE E PROGRAMAÇÃO DE MANUTENÇÃO	51
7.- CONCLUSÃO	58
3.- BIBLIOGRAFIA	59

1.- INTRODUÇÃO

É interesse meu que através deste relatório, seja discriminado as atividades e conhecimentos desenvolvidos e adquiridos por mim, PEDRO LUIZ FERRARI JÚNIOR, aluno da Universidade Federal da Paraíba, durante estágio curricular do Curso de Engenharia Mecânica na "SALGEMA-INDÚSTRIAS QUÍMICAS S.A.", estágio que teve início no dia 02/01/84 a 29/02/84.

Foram desenvolvidas tarefas, pesquisas, como citadas adiante, sempre eram supervisionadas.

Durante uma semana ativei no "SEPRO" - Setor de Programação e o restante foi no "SMECA" - Setor de Mecânica, estes setores pertencem a "DIMAN" - Divisão de Manutenção. A Biblioteca era nos fornecida para que realizássemos consultas.

2.- HISTÓRICO DA SALGEMA

A partir do ano de 1941, foi descoberto a jazida do Salgema. Mas, só em 1964 é que conseguiu-se concessão para explorar o SAL-GEMA. Em 1966 a SALGEMA INDÚSTRIAS QUÍMICAS LTDA, era constituída.

A aprovação do projeto e os primeiros poços a serem perfurados, aconteceu em 1967.

A Du Pont em 1970 conseguiu entrar no empreendimento e um ano após o BNDE iniciou sua participação no capital da SALGEMA, em 1972 as obras de construção e montagem da unidade de cloro-soda era iniciada. Em 1975 a Petrobrás Química S/A - Petroquímica, inicia sua participação no capital do Salgema.

O Capital da Salgema foi alterado em 1981 tivemos a iniciativa da NORQUISA e COPENE no capital ordinário da empresa.

COMPLEXO INDUSTRIAL DA SALGEMA

- Campo de produção da Salgema
- Terminal marítimo
- Dutos de água e salmoura
- Unidade de purificação do DCE
- Unidade de cloro-soda
- Unidade de ácido-clorídico
- Unidade de dicloroetano
- Unidade de eteno de álcool
- Terminal de gás natural
- Emissário submarino

COMPOSIÇÃO ACIONÁRIA

AÇÕES ORDINÁRIAS	PARTICIPAÇÃO %	
	CAPITAL VOTANTE	DO CAPITAL GERAL
Copene	35.25	13.42
Norquisa	34.53	13.14
Petroquisa	30.22	11.50
Total com direito a voto	100.00 %	38.06 %

OS FATORES DE PRODUÇÃO SÃO:

- Salmoura
- Energia elétrica
- Etano
- Alcool Hidratado
- Combustível

SALMOURA: Fornecido pela Salgema mineração, o minério "SAL-GEMA" é extraído por dissolução em água.

A reserva recuperável é da ordem de 125 milhões de toneladas de cloreto de Sódio.

ENERGIA ELÉTRICA: Fornecida pela companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) em 230 KV, cujo consumo atualmente representa 50% do estado de Alagoas.

ETENO: Fabricação própria. O eteno é produzido por rota álcool-química de acordo com projeto desenvolvido pelo CENPES/PETROBRÁS.

ÁLCOOL HIDRATADO: Suprido pelos produtores do estado de Alagoas.

COMBUSTÍVEL: Óleo BPF adquirido da Petrobrás, hidrogênio produzido na eletrólise, gás natural fornecido pela Petrobrás dos campos de produção do tabuleiro dos Martins e Pilar.

Continuação ...

FABRICANTE	REFERÊNCIAS
SULZER WEISE S.A. (Centrífuga Horizontal)	Tipo: MZ - 80 - 400 Ano: 1979 Capacidade: 105 m ³ /h Temperatura: 45°C RPM: 1750 Item: 242 - 2306 - 016
SULZER WEISE S.A. (Centrífuga Horizontal)	Tipo: MZ - 65 - 250 Temperatura: 50°C Capacidade: 41,8 m ³ /h RPM: 1750 Item: 710 - 2305 - 004B
SULZER WEISE S.A. (Centrífuga Horizontal)	Tipo: MZ - 50 - 315 Capacidade: 40 m ³ /h Temperatura: 89°C RPM: 1750 Item: 740 - 2305 - 007A
OMEL S.A. (Dosadora Alternativa)	Bomba: NSP-2 Série: 55853-B Item: 710 - 2305 - 008-B

5.- COMPRESSORES

No processo da Indústria Química é fundamental a função dos compressores, na qual um fluido compressível pode ser evacuado de um sistema ou injetado nele para, por exemplo, auxiliar na obtenção de uma condição de pressão, volume e temperatura necessária para que haja uma determinada reação, ou para que uma operação unitária como absorção, condensação, destilação ou evaporação aconteça numa taxa ótima, ou para efetuar uma mudança de fase de um fluido.

O maior número de máquinas de compressão de gases na Indústria Química é usado para ar.

A compressão de um gás é efetuada praticamente segundo um de dois procedimentos básicos, pelos quais determinam duas classes de compressores:

5.1.- Volumétricos

5.2.- Dinâmicos

5.1.- VOLUMÉTRICOS

O aumento da pressão de uma certa massa de gás é conseguido pela redução do volume que este ocupava,

Os volumétricos dividem-se:

5.1.1.- Alternativos

5.1.2.- Rotativos

5.1.1.- ALTERNATIVOS

Compressores de êmbulo (pistão)

5.1.2.- ROTATIVOS

5.1.2.1.- Compressores de lóbulos

5.1.2.2.- Compressores de palhetas

5.1.2.3.- Compressores de parafusos

5.1.2.4.- Compressores de anel líquido

5.2.- DINÂMICOS

O fluxo de gás recebe inicialmente um trabalho mecânico, adquirindo energia cinética, em seguida essa energia cinética é transformada em energia de pressão pela passagem do gás em canais cuja área transversal aumenta progressivamente no sentido do fluxo.

Esses compressores são agrupados em:

5.2.1.- TURBO-COMPRESSORES

Trabalha sobre o gás é efetuado por rotor provido de palheta.

A trajetória do fluxo em relação ao rotor da máquina estabelece ainda dois grupos:

5.2.1.1.- Centrífugos - trajetória radial

5.2.1.2.- Axiais - trajetória axial

A máxima pressão de descarga para os compressores:

- Alternativos: 35.000 - 50.000
- Rotativos: 100 - 250
- Centrífugos: 3000 - 6.000
- Axiais: 80 - 130

A máxima vazão na sucção para os mesmos compressores são:

- Alternativos: 3.500 - 5.000
- Rotativos: 50.000

5.3.- COMPRESSORES ALTERNATIVOS

É o tipo mais antigo e mais comum de compressor de deslocamento positivo. Os compressores alternativos são disponíveis em ambas as versões de cilindro lubrificados e não

lubrificados, estes por sua vez possuem válvulas auto-acionáveis.

Uma válvula auto-acionáveis opera por uma diferença de pressão que abre e fecha a válvula, a operação desta válvula é auxiliado por pequenas molas que aceleram o fechamento.

5.4.- VIBRAÇÃO DE UM COMPRESSOR ALTERNATIVO

O girabrequim de um compressor alternativo está sujeito a vibrações trocionais, resultantes dos esforços resistentes devidos a pressão do gás e as forças de inércia provenientes da aceleração e desaceleração das peças em movimento.

5.5.- PRECAUÇÕES COM OS COMPRESSORES ALTERNATIVOS

5.5.1.- CUIDADOS DIÁRIOS

5.5.1.1.- Verificar nível de Óleo

5.5.1.2.- Drenar condensado do vaso de descarga e acumulador.

5.5.1.3.- Verificar qualquer ruído ou vibração anormal.

5.5.2.- CUIDADOS SEMANAIS

5.5.2.1.- Limpar filtro de ar

5.5.2.2.- Limpar partes externas do compressor e acionador.

5.5.2.3.- Testar manualmente válvula de segurança.

5.5.3.- CUIDADOS MENSAIS

5.5.3.1.- Verificar se não há vazamento no sistema de compressão.

5.5.3.2.- Inspeccionar o óleo e trocá-lo se for verificado qualquer contaminação.

5.5.4.- CUIDADOS A CADA 3 MESES

5.5.4.1.- Trocar o óleo

5.5.4.2.- Inspeccionar as válvulas do compressor.

5.6.- MANUTENÇÃO

5.6.1.- VÁLVULAS

Após a desmontagem das tampas e lanternas, as válvulas do compressor são facilmente acessíveis cujo controle em condições normais de serviço, quer dizer, em serviço contínuo, deve ser realizado em cada 5.000 horas de serviço. Se a máquina estiver regularmente em serviço, as revisões das válvulas devem ser realizadas com maior frequência, a seu critério. Nesta ocasião as válvulas devem ser completamente desmontadas e todos os seus componentes separadamente limpos.

Qualquer danificação nestas peças que compõem as válvulas deverá ser substituídas.

Os defeitos nas válvulas, especialmente discos quebrados, manifestam-se, em geral por mudanças bruscas no funcionamento do compressor, por exemplo, redução de vazão, aumento de temperatura do gás.

5.6.2.- EMBOLOS

A folga diametral entre o êmbolo e o cilindro deve ser controlada por ocasião de revisões maiores de preferência entre intervalos de dois a três anos, utilizando um apalpador. Folgas excessivas podem ocasionar uma variação da pressão intermediária ou aumento de temperatura do gás no lado recalque e uma redução da vazão.

As porcas dos êmbolos e as chavetas das haste e os parafusos da biela devem ser controlados anualmente para se verificar se encontram devidamente assentes.

5.6.3.- ANÉIS DA CAIXA DE EMPANQUE

Os mesmos deveram ser controlados anualmente ou de dois em dois anos.

Anéis excessivamente gastos aumentam as perdas e disto pode resultar que a pressão no cârter esteja consideravelmente mais alta do que a pressão de aspiração.

5.6.4.- SÊLO ROTATIVO NO EIXO - MANIVELA

O sêlo rotativo fica acessível apôs a desmontagem do volante e da tampa do mancal, antes de desmontar a tampa do mancal, deve-se esvaziar o óleo contido na câmara do sêlo rotativo através do parafuso.

Apôs a montagem do sêlo rotativo, deve-se montar novamente o volante com um cuidado indicado.

A porca do volante deve ser apertada fortemente e bem travada, a aruela não deve, em caso algum, encostar no eixo manivela.

5.6.5.- DISPOSITIVO DE RASPAGEM DO ÓLEO

O perfeito funcionamento de compressor, isto é, a isenção de óleo no gás, depende muitíssimo do perfeito estado dos anéis raspadores e das superfícies das hastes dos êmbolos. Constatando-se presença de óleo acima do anél aparador, deve-se desmontar e controlar os anéis raspadores. Os anéis raspado

res não devem apresentar rasgos ou outras danificações e o seu contato com a haste deve ser perfeito em toda circunferência. A haste não deve apresentar defeitos de superfície na zona de raspagem.

5.6.6.- ÓLEO LUBRIFICANTE

Por ocasião da mudança de óleo, lavar o filtro e o cárter, respectivamente, e limpá-los com uma esponja.

5.6.7.- RESFRIAMENTO

Afim de se evitar sobre-aquecimentos locais, recomenda-se controlar em intervalos adequados, dependendo da qualidade da água, o estado da câmara de resfriamento.

A limpeza deve ser feita por especialista. As câmaras de resfriamento são constituídas para uma pressão de serviço de 8 kg/cm^2 .

5.6.8.- SISTEMA MOTRIZ E MANCAIS

Normalmente estas partes não necessitam de manutenção e estão sujeitas a um desgaste mínimo desde que se efetue regularmente a mudança de óleo.

Controlar anualmente se os parafusos da biele e as chavetas transversais da conexão da cruzeta da haste do êmbolo se encontram devidamente assentes.

Tal controle deve ser efetuado também quando se verificar um golpe hidráulico por presença de refrigerante líquido no cilindro.

OBS.: Neste estágio na parte de compressores alternativos, foi o de maior percentual cerca de 80%, por isto foi o que mais tive oportunidade de me aprofundar, como

foi descrito acima, e os outros compressores falei um pouco sobre cada um, como descrito abaixo.

5.7.- COMPRESSOR DE LÖBULOS

Estes compressores normalmente chamados de sopradores, constituem um tipo de máquina de deslocamento sem válvulas. Não há compressão interna.

A compressão ocorre pela contra pressão do fluxo da descarga cada vez que a ponta de um rotor deixa descoberta a abertura de descarga. Este compressor tem um baixo rendimento. Isto restringe o uso deste compressor a estágios com relações de compressão bastante baixas. Normalmente são empregadas máquinas de um único estágio, mas também existem versões com dois ou três estágios. Estes sopradores são também usados como bombas de vácuo e como medidores rotativos, de fluxo de gás.

O princípio de funcionamento como mostra a figura 1. Dois rotores idênticos de dois lóbulos usualmente simétricos giram em sentidos opostos dentro de uma carcaça cilíndrica. Os rotores se inter-ligam, mas uma folga interna é mantida por um par de engrenagens externas sincronizadoras. A câmara de compressão não é lubrificada. Estes compressores são normalmente resfriados a ar.

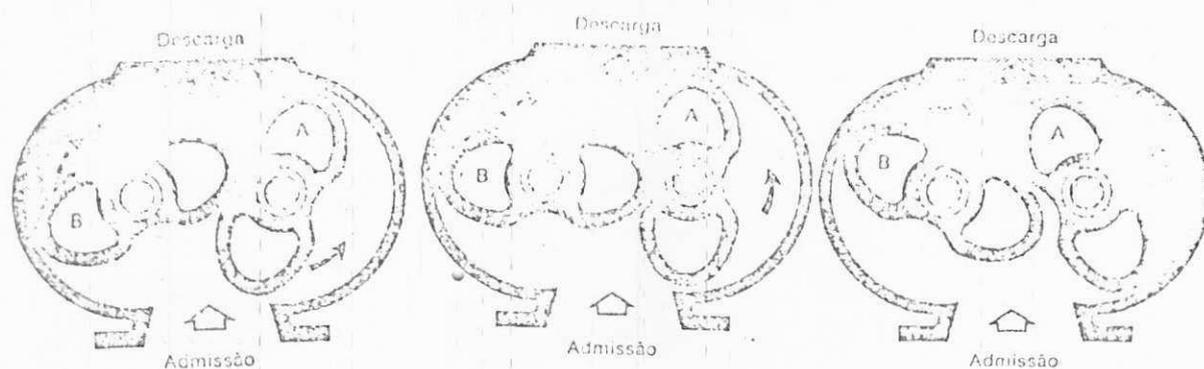


Figura 1.

5.8.- COMPRESSORES DE PALHETAS

O compressor rotativo de palhetas é de deslocamento positivo com uma relação de compressão estabelecida e possui um único eixo.

A figura 2 abaixo, mostra o ciclo de trabalho de um compressor de palhetas.

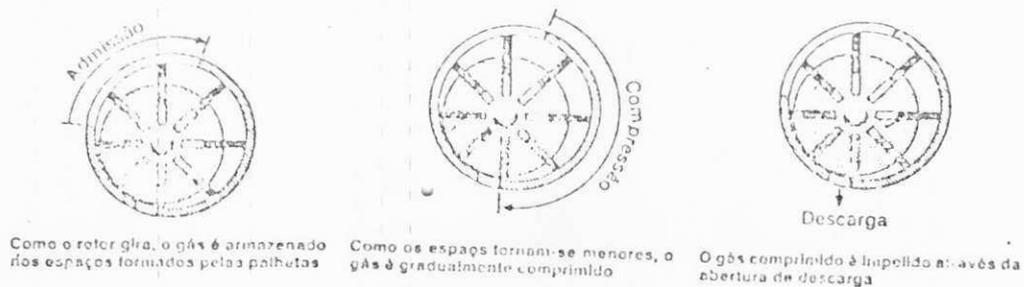


Figura 2.

Um rotor com lâminas dispostas radialmente é montado excentricamente num alojamento estator. Quando gira as palhetas são pressionadas contra as paredes do estator, pela força centrífuga. O ar admitido pelo compressor é introduzido no espaço entre as palhetas na sua posição mais excentrica onde o volume é maior. Como o rotor gira, este volume diminui e o ar é comprimido até que a abertura de descarga é alcançada pela palheta dianteira de cada espaço entre palhetas. Este princípio de funcionamento também tem sido largamente empregado em motores de ar.

O material predominante para palhetas são laminados de Asbestos ou tecidos de algodão impregnados com resinas fenólicas. Palhetas de aço endurecido são também bastante co

muns, mas necessitam de anéis de restrição.

É possível resfriar o ar, lubrificar as superfícies e vedar a câmara ao mesmo tempo, pela injeção de quantidade de óleos. A figura 2.1 abaixo, mostra um compressor de palhetas de um estágio.

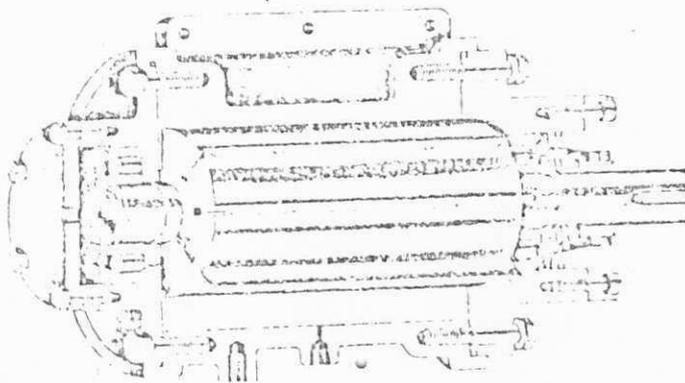


Figura 2.1

5.9.- COMPRESSORES DE PARAFUSO

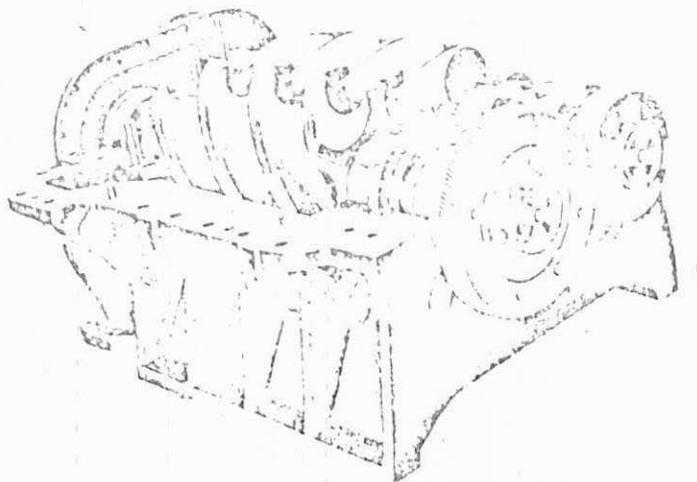
O compressor de parafuso é uma máquina de deslocamento positivo com uma relação de compressão estabelecida.

Os elementos rotores de parafuso são sincronizados por meio de engrenagens externas ao espaço de compressão. Como os rotores não se tocam entre si, nem com a carcaça, não existe a necessidade de lubrificação dentro da câmara de compressão. Portanto, o ar descarregado é isento de óleo.

A ausência de válvulas de admissão e de descarga e de forças mecânicas desbalanceadas permite que o compressor de parafuso opere com altas velocidades no eixo. Consequentemente existe a combinação de capacidades elevadas com pequenas dimensões externas. A regulagem da capacidade ou alívio do compressor é usualmente feita por uma válvula que fecha o suprimento de ar ao compressor. A tubulação de descarga é provida de uma válvula de retenção que fecha quando não há

demanda de ar.

Quando aliviado, o ar é conduzido através de uma passagem do elemento de alta pressão para a admissão a fim de evitar que o compressor se transforme numa bomba de vácuo.



5.10.- COMPRESSORES CENTRÍFUGOS

Este tipo de compressor é caracterizado pelo fluxo radial. O gás é admitido pelo centro de um rotor, com lâminas dispostas radialmente, conhecidas como rotores, que forçam o gás para a periferia, devido à força centrífuga. Antes de ser conduzido ao centro do próximo rotor, o gás passa através de um difusor onde a energia cinética é transformada em pressão. A relação de compressão do estágio é determinada pela alteração da velocidade do gás e pela sua densidade.

Os compressores centrífugos são adequados para o resfriamento entre os estágios ou grupo de estágios, o que torna a compressão mais próxima da isotérmica e melhora a eficiência. Os resfriadores são bastantes volumosos pois os compressores dinâmicos são sensíveis as quedas de pressão.

RELAÇÃO DE MATERIAIS NORMALMENTE UTILIZADOS

COMPONENTE	MATERIAL
Carcaça Baixa Pressão	Aço fundido ou ferro fundido nodular
Alta Pressão	Aço fundido ou aço forjado
EIXO	Aço Carbono (AISI) Aço Inoxidável Aço liga forjado
Rotor (Disco, tampa e Palheta)	Forjado: SAE 1040, 1045 ASTM A-294 B-4. Aço inoxidável
Rebites	Aço AISI tipo 410
Luvas do Eixo	Aço AISI 1010 ou Aço liga
Labirintos (internos eixo)	Alumínio, chumbo ou aço inoxidável
Sêlos	Bronze, Carbono ou Metal branco
Mancais (Radial, axial)	Corpo de Aço revestido com metal branco

5.10.1.- PROCEDIMENTOS PARA MANTER O COMPRESSOR BEM

a)- PROCEDIMENTO DIÁRIO

1. Drenar os reservatórios de óleo de selagem e lubrificação.
2. Verificar quedas de pressão nos filtros de óleo.
3. Verificar os níveis de óleo nos reservatórios de óleo lubrificante e de selagem.
4. Verificar a operação de todos os resfriadores de gás e seus separadores, além do sistema de eliminação de óleo de selagem contaminado.

5. Verificar as indicações de todos os instrumentos de processo e de proteção, verificando se não houve alguma alteração brusca de leitura.
6. Verificar os níveis de ruído em torno do compressor acionador e redutor.
7. Verificar visualmente, se existem vazamentos de óleo, gás ou água, além de observar se não existem peças soltas.
8. Observar o fluxo de óleo, através de visores, nas linhas de drenagem de óleo lubrificante e de selagem.

b)- PROCEDIMENTOS SEMANAIS

1. Verificar a calibração e operação de todos os sistemas de alarme e paradas de emergência, através de teste.

c)- PROCEDIMENTO MENSAL

1. Realizar uma pesquisa de vibrações em todas as caixas de mancais, incluindo leituras de vibrações do eixo. As medidas devem incluir a vibração total e também a amplitude de vibração, na frequência correspondente à rotação de trabalho.
2. Lubrificar todos mecanismos das válvulas de controle e posicionadores das palhetas de sucção.
3. Obter amostras de óleo dos reservatórios de lubrificação e selagem, para análise pelo fornecedor de óleo.

5.10.2.- MANUTENÇÃO EM PARADAS

1. Desmontar os acoplamentos, limpar e lubrificar
2. Verificar o alinhamento de todos acoplamentos.
3. Limpar, inspecionar todos os mancais radiais e axiais.
4. Inspecionar todas as passagens de óleos, verificando se existem obstruções, lascas ou sinais de contato metal contra metal.
5. Remover a tampa da carcaça para inspeção interna se necessário.
6. Limpar e inspecionar todo o sistema de óleo de lubrificação e selagem.
7. Limpar e inspecionar todas as válvulas de retenção.
8. Inspecionar as juntas de expansão
9. Inspecionar, limpar e lubrificar os redutores.
10. Verificar a calibração de todos os instrumentos e dispositivos de proteção.
11. Inspecionar o acionador, segundo as recomendações do manual do fabricante.

5.11.- COMPRESSORES AXIAIS

O compressor axial é um compressor dinâmico, caracteriza pelo emprego de conjuntos móveis de palhetas (no rotor), e conjuntos estacionários, (fixado a carcaça) para efetuar a conversão de energia cinética do fluido em energia de pressão.

É uma máquina que trabalho semelhante a uma turbina a vapor ou a gás.

Em geral, o projeto de um compressor axial é baseado na teoria de 50% de reação. Isso significa que metade do aumento da pressão é efetuado nas palhetas da carcaça e meta

de nas do rotor.

As palhetas do rotor aumentam a energia cinética e a pressão estática do gás. Cada fileira de palhetas estacionárias converte a energia cinética em pressão, agindo como um difusor para o gás que sai da fileira anterior de palhetas móveis. Cada estágio consiste, portanto, de uma fileira de palhetas móveis e uma de palhetas estacionárias.

O número de estágios é função do aumento de pressão desejada, para um certo conjunto de condições.

O compressor axial é mais adequado para aplicações que necesitem de uma quantidade de ar elevada porém constante. Os compressores axiais são usados normalmente para capacidade acima de $65 \text{ m}^3/\text{s}$ e para pressões efetivas até 14 bar. Veja figura 5.

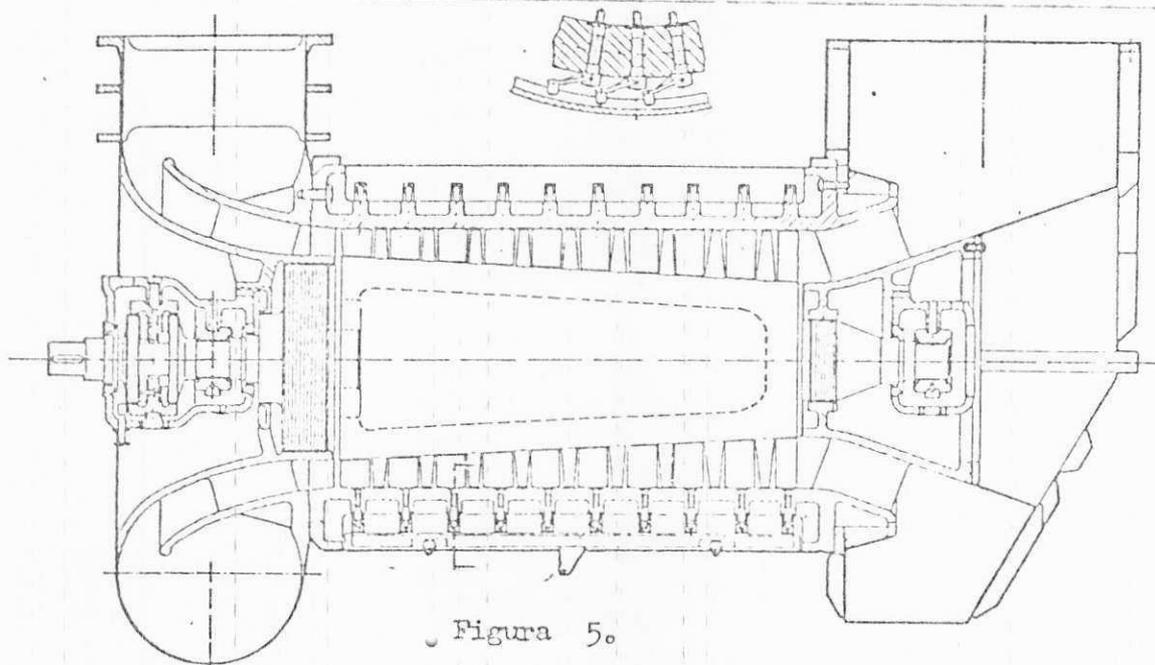


Figura 5.

5.12.- COMPRESSORES DE ANEL LÍQUIDO

Este é um compressor de deslocamento positivo, isento de óleo, com uma relação de compressão estabelecida. O compressor de anel líquido tem um rotor com uma série de lâminas fixas, montadas num cilindro e dispostas de forma que a folga entre a ponta de lâmina e o cilindro varia ciclicamente durante cada revolução do rotor (Veja figura 6). O cilindro é parcialmente preenchido com um líquido. Durante o funcionamento, o líquido é suportado em volta do cilindro pela ação das lâminas do rotor. Devido à força centrífuga, o líquido forma um anel sólido em volta do cilindro, e a sua distância varia em relação ao rotor, pois este está disposto de forma excêntrica em relação ao cilindro.

5.13.- ATIVIDADES

Durante o meu estágio na manutenção de compressores, participei das manutenções de poucos compressores devido ao tempo de estágio, esta manutenção na maioria corretiva.

Os compressores que participei e acompanhei a manutenção foram:

- A- Compressor York
- B- Compressor Ingersoll - Rand
- C- Compressor de cloro - Elliot

A- COMPRESSOR YORK

O compressor York estava com o selo rompido (jogando óleo fora).

Fizemos primeiramente uma preventiva, que foi a revisão na bomba de óleo ou mancal axial.

No lado do multiplicador, retirou-se mancal radial e o

mesmo estava em ordem.

Fizemos a corretiva no selo, o mesmo é composto de colar, anel grafite, anel "O", mola. Trocamos o colar, anel grafite e os anéis "O" do colar também fizemos o alinhamento do compressor e redutor.

B- COMPRESSOR INGERSSOL RAND

É o que opera com propeno, estava com rendimento muito baixo, então retiramos as válvulas para fazer uma manutenção na mesma, feito a manutenção, verificamos que o anel de guia do pistão estava quebrado, retiramos o pistão, trocamos também as válvulas, logo o compressor volta a seu estado normal de rendimento.

No compressor ingersoll rand que opera no eteno, notou-se um vazamento excessivo de gás, então foi necessário a troca das gaxetas, corrigindo assim o vazamento, notou-se também um barulho estranho, no qual foi aberto e constatou-se danificações nos anéis, logo foi retirado e colocado no vos no seu lugar e ele voltou a funcionar normalmente.

C- COMPRESSOR DE CLORO - ELLIOT

Neste compressor a preventiva que fizemos, foi uma revisão no mancal axial e a folga estava fora do limite. Consequentemente fizemos uma corretiva no mancal axial, estava com folga de 0,35 mm e o limite é 0,25 a 0,30 mm, para atingir o limite colocamos Shim.

Também foi necessário a troca do multiplicador e por último aliamos compressor com mutiplicador, depois multiplicador com motor.

REFERÊNCIAS DE COMPRESSORES

FABRICANTE	REFERÊNCIAS
SULZER BRASIL S.A.	K 90-2A/FREON 22 Nº Fabricação/Ano: 457/78 Peso: 1.670 kg Rotação: 875 RPM Item Ref.: 720 - 2310 - 090A
SULZER BRASIL S.A.	K 90-2A/FREON 22 Nº Fabricação/Ano: 451/78 Peso: 1.670 kg Rotação: 875 RPM Item Ref.: 720 - 2310 - 090B
SULZER BRASIL S.A.	K 140-2A/AR Capacidade: 951 m ³ /h Rotação: 695 RPM Item Ref.: 273 - 2310 - 001
SULZER BRASIL S.A.	K 140-2A/AR Capacidade: 951 m ³ /h Rotação: 695 RPM Item Ref.: 273 - 2310 - 002
SULZER BRASIL S.A.	K 140-2A/AR Capacidade: 951 m ³ /h Rotação: 695 RPM Item Ref.: 273 - 2310 - 003
SULZER BRASIL S.A.	K 140-2A/AR Capacidade: 951 m ³ /h Rotação: 695 RPM Item Ref.: 273 - 2310 - 023
YORK	Serie Nº. EM000020 Modelo: 238D7 Item Ref.: 273 - 2310 - 007

Continuação...

FABRICANTE	REFERÊNCIAS
SULZER BRASIL S.A.	K 140-2A/ETENO Capacidade: 951 m ³ /h Rotação: 695 RPM Item Ref.: 860 - 2310-017B
SULZER BRASIL S.A.	K 140-2A/ETENO Capacidade: 951 m ³ /h Rotação: 695 RPM Item Ref.: 860 - 2310 - 017A
SULZER BRASIL S.A.	K 90-2A Nº Fabricação/Ano: 451/78 Peso: 1.670 kg Rotação: 875 RPM Item Ref.: 860 - 2310 - 018
IGERSOLL RAND	Tipo: HHE Nº de Série: X HH 2371 Rotação: 390 RPM Item Ref.: 715 - 2310 - 27
IGERSOLL RAND	Tipo: HHE - FB Nº de Série: XHH 2372 Rotação: 400 RPM Item Ref.: 716 - 2310 - 37
ELLIOT	Série: N-8051/CLORO Item Ref.: 225 - 2310 - 014
CARRIER	Série Nº.: 21057 Job Nº. 3 E 5 989501 Item Ref.: 225 - 2310 - 030

6.- CONTROLE E PROGRAMAÇÃO DE MANUTENÇÃO

INTRODUÇÃO

Durante o meu estágio, 80 (oitenta) horas foram dedicadas ao setor de programação de manutenção SEPRO. Setor em que se define toda manutenção a realizar-se na Indústria, definem atividade de controle, atividades de manutenção, atividades de programação, Observam também os índices, isto é, a medição da manutenção.

A aplicação de manutenção Industrial nos últimos anos, vem sendo objetivo de constante estudo e observação. A utilização de máquinas, equipamentos e sua manutenção, cada vez mais são bases principais para a melhoria operacional dos processos industriais e são fatores primordiais na redução do custo para o produto.

As atividades de manutenção visam o aumento das disponibilidades dos equipamentos para que operam otimamente, objetivando obter o mínimo de desgastes, aumentando o tempo de vida do equipamento, etc.

6.1.- CONCEITO DE MANUTENÇÃO

O gráfico de número 1 nos fará entender melhor os conceitos de manutenção, nas suas diferentes fases.

6.1.1.- FASE I

Ocorrência prematura de falha, o que pode ocorrer devido a um defeito de fabricação de alguma peça.

6.1.2.- FASE II

É o período onde o equipamento está em melhores condições de operação.

6.1.3.- FASE III

É o período onde ocorre desgaste em certos componentes.

6.1.4.- CURVA (a)

Indica a vida comum de equipamentos em suas diversas fases.

6.1.5.- CURVA (d)

Ocorrência de falhas, caso não haja uma intervenção de manutenção, a condição de operação do equipamento cairia a zero.

6.1.6.- RETA (b)

Indica a parada e o tempo da mesma, devido a algum defeito de fabricação.

6.1.7.- RETA (c)

Nota-se que a eficiência caiu instantaneamente de um valor admissível para um valor zero, sendo necessário uma manutenção de emergência.

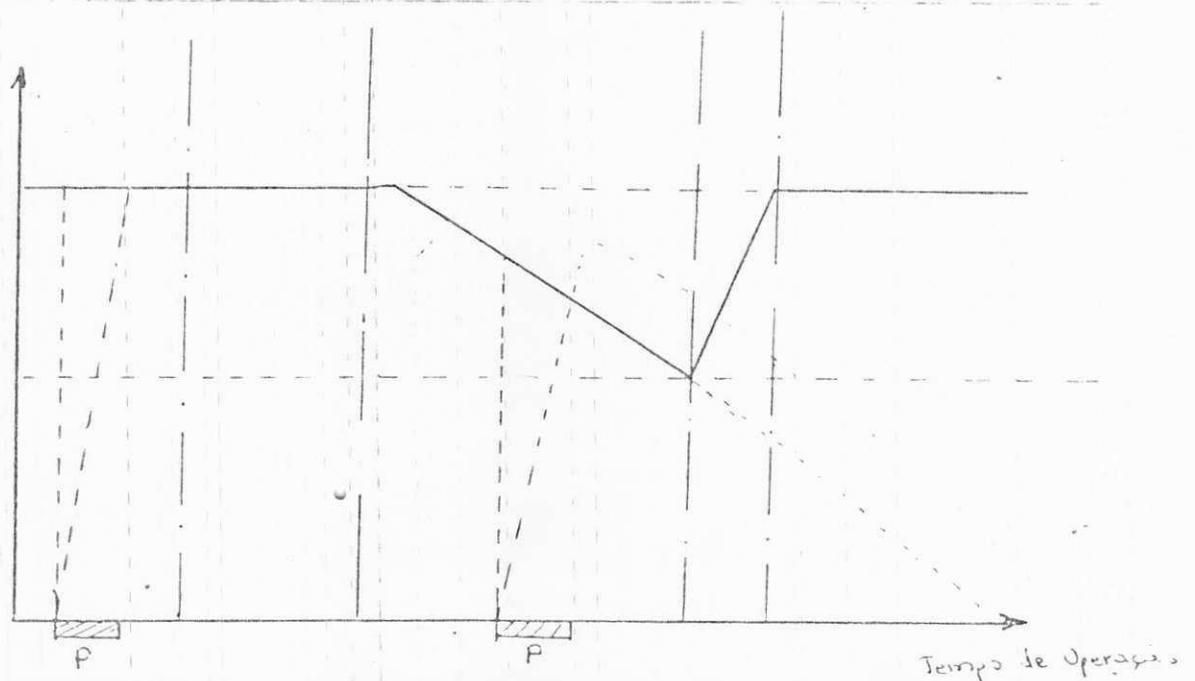


Gráfico 1.

6.2.- ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO

Existem três tipos básicos de atividades de manutenção , são eles:

	Manutenção Corretiva	Programada
Intervenção		de Emergência
	Manutenção Preventiva	
Aplicação	Manutenção Preditiva	

6.2.1.- MANUTENÇÃO CORRETIVA

A finalidade é revisar, reparar ou substituir componentes para que o equipamento retorne a sua melhor condição de operação.

6.2.2.- MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Periodicamente o equipamento é parcialmente ou totalmente desmontado, inspecionando e os componentes com desgaste substituídos a fim de eliminar problemas antes que eles aconteçam.

É necessário que o pessoal da manutenção e da operação compreenda a maneira pela qual o tratamento de emergência eleva o custo do serviço de manutenção. Contribuem para o aumento do custo:

- Perdas de horas-homens
- Custo de ineficiência
- Custo de trabalho em hora-extra
- Perda na eficiência de manutenção

6.2.3.- MANUTENÇÃO PREDITIVA

Regularmente inspeções e medições são feitas para

reconhecer problemas antes que eles tornem-se graves. O equipamento continua funcionando até o ponto onde se programa a intervenção da manutenção.

6.3.- ORGANIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO DA SALGEMA

Pelo organograma da figura 2, a DIMAN é composta de 4 setores, um de planejamento e três de execução direta.

DIVISÃO
DE MANUTENÇÃO

SETOR DE
PROGRAMAÇÃO
SEPRO CHEFE

SETOR DE
MECÂNICA
SEMEC CHEFE

SETOR DE
ELETRICIDADE
SELET CHEFE

SETOR DE
INSTRUMENTAÇÃO
SEINS CHEFE

6.3.1.- SEPRO - SETOR DE PROGRAMAÇÃO E CONTROLE

Setor de planejamento das atividades dos setores de execução da DIMAN. Para tal desenvolve as atividades de programação e controle dos serviços de manutenção. Tem também uma atividade de execução que é alubrificação.

- a) Atividade de programação
- b) Atividade de controle

Em seu quadro de pessoal o SEPRO conta com engen

nheiros de programação e programadores nas especialidades de mecânica, elétrica e instrumentação.

6.3.2.- SEMEC - SETOR MANUTENÇÃO MECÂNICA

Setor responsável pela manutenção mecânica de equipamentos rotativos, estacionários e tubulações.

Seu quadro de pessoal está subdividido entre 2 seções e manutenção de turno:

6.3.2.1.- SMECA - SEÇÃO DE MECÂNICA

Responsável pela manutenção mecânica dos equipamentos rotativos.

6.3.2.2.- SSECO - SEÇÃO DE SERVIÇOS COMPLEMENTARES

Responsável pela manutenção mecânica dos equipamentos estacionários e tubulações.

6.3.3.- SELET - SETOR DE MANUTENÇÃO ELÉTRICA

Setor responsável pela manutenção e operação do sistema elétrico. É responsável pela subestação principal e sete subestações secundárias.

6.3.4.- SEINS - SETOR DE INSTRUMENTAÇÃO

Setor responsável pela manutenção de instrumentos, equipamentos de controle e segurança do processo. É responsável pela oficina de instrumentação pneumática e eletrônica.

6.4.- PROGRAMAÇÃO DE MANUTENÇÃO

Para que os programas de manutenção atinjam as suas finalidades é necessário que haja uma boa coordenação entre o pessoal de produção e manutenção.

Esta coordenação é melhor conseguida através de reuniões diárias para se estabelecer as programações.

Torna-se fundamental a ajuda do pessoal da produção na de finição de prioridades.

Atualmente usamos como definição as seguintes prioridades:

6.4.1.- EMERGÊNCIA

Aplica-se a serviços de emergências

6.4.2.- URGENTE

Aplica-se a serviços que devem ser executados o mais cedo possível.

6.4.3.- NORMAL

Aplica-se a serviços que não exigem execução ur gente,

É necessário um relacionamento entre as divisões de opera ção e manutenção, o pessoal da operação deverá cooperar na expansão do campo de ação do trabalho da manutenção. A eficiência da manutenção é necessariamente influenciada pe lo nível de eficiência da operação. Por outro lado, a efi ciência da operação reflete o nível atingido de eficiência da manutenção.

Existe uma reciprocidade de interesse que demanda um esfor ço de cooperação estreita a operação e a manutenção.

6.5.- MEDIÇÃO DA MANUTENÇÃO

6.5.1.- DISPONIBILIDADE DA FÁBRICA PELA MANUTENÇÃO

A disponibilidade da fábrica pela manutenção é de finida em termos de produção perdida devido à fa lhas em equipamentos e/ou instalações.

$$DFM = \frac{t_{sp}}{t_{sp} + t_{dp}} \times 100$$

t_{sp} = tonelada de soda cáustica produzida

t_{dp} = tonelada de soda cáustica deixada de produzir devido a falhas.

6.5.2.- INDICE DE MANUTENÇÃO PROGRAMADO

Mede a quantidade de serviços executados conforme, a programação dos serviços de manutenção.

6.5.3.- INDICE DE MANUTENÇÃO DE EMERGÊNCIA

Mede a quantidade de serviços executados em caráter de emergência.

6.5.4.- PORCENTAGEM DE SERVIÇO PREVENTIVO

Mede a quantidade de homens-hora, empregados em serviços preventivos em geral.

6.5.5.- INDICE DE HORAS-EXTRAS

Mede a quantidade de horas extras em relação a quantidade de horas utilizáveis durante o mês.

6.5.6.- INDICE DE EFICIÊNCIA DA DIMAN

Mede a quantidade de horas produtivas em relação a quantidade de horas disponíveis durante o mês. Horas disponíveis é a soma das horas utilizáveis com as horas extras.

7 - CONCLUSÃO

Este estágio foi de fundamental importância, foi feito com bom acompanhamento de superiores nos setores onde estagiei.

Apesar de pouco tempo dentro desta indústria, que foi apenas de três meses na manutenção, principalmente de compressores, bombas e no controle e programação de manutenção.

Um fator que achei e queria que certas indústrias levarem em consideração é a segurança. Esta indústria é muito equipada no setor de segurança, é um dos fatores principais que eles consideram.

Por fim fiz boas amizades com todos que ajudam a esta indústria crescer, espero se possível voltar e me dedicar mais ainda, juntos e unidos poderemos chegar no pico mais alto e nos grandes objetivos.

8.- BIBLIOGRAFIA

Tubulações Industriais

Telles, Pedro C. Silva

Bombas e Instalações de Bombeamento.

Macintyre, Archibald Joseph

Isolamento Térmico (Frio e Calor)

Torreira, Engº Raul Paragallo

Processos de Fabricação

Foylr, Lawrence Edward

CAPACIDADE INSTALADA ATUAL

Soda Cãustica	.....	270.000	t/ano
Cloro	.....	240.000	t/ano
Ácido Clorídico	.....	198.000	t/ano
Dicloroetano	.....	300.000	t/ano
Hidrogênio	.....	6.750	t/ano
Eteno (Via Álcool)	.....	70.000	t/ano
Hipoclorito de Sódio	.....	25.000	t/ano

USO DOS PRODUTOS

	Celulose e papel
	Indústria Química e Petroquímica
SODA	Sabões e Detergentes
	Alumínio
	Indústria textil
	Hipoclorito de sódio
	Água Sanitária
HIPOCLORITO DE SÓDIO	Tratamento de Água Potável
	Neutralização
ÁCIDO CLORÍDICO	Indústrias Químicas e Petroquímicas
	Siderurgia e Metalurgia
	Tratamento Salmoura
DICLOROETANO	MVC/PVC
	Chumbo Tetraetila
	Indústria Química e Petroquímica
	Dicloroetano, MVC e PVC
CLORO	Ácido Clorídico
	Celulose e Papel
	Hipoclorito de Sódio
	Tratamento de Água Potável

Combustível
 HIDROGÊNIO Siderurgia
 Óleos Vegetais

DESTINO DOS PRODUTOS VENDIDOS:

		Belém
		Rio de Janeiro
	Via Marítima	Santos
		Imbituba
SODA CÁUSTICA		São Luiz
		Mercado externo
	Via Rodoviária	Maceió
		Fortaleza
		Outras capitais do Nordeste
		Aratu (Ba)
DICLOREETANO	Via Marítima	Santos
		Mercado Externo
	Via Rodoviária	Camaçari (Ba)
CLORO		São Paulo
		Maceió
ÁCIDO CLORÍDRICO	Via Rodoviária	Camaçari (Ba)
		Recife
SAL	Via Rodoviária/ Ferroviária	Camaçari (Ba)
		Maceió
HIPOCLORITO DE SÓDIO	Via Rodoviária	Recife

PESSOALQUANTIDADE DE EMPREGADOS (JUNHO/1983)

Um total de 604, procedente de Alagoas 65%, estados do Nordeste 25%, outros estados 9% e outros países 1%.

FOLHA DE PAGAMENTO:

- Salário Médio	Cr\$	275.000,00
- Total	Cr\$	166.000.000,00

ASSISTÊNCIA AOS EMPREGADOS

Assistência Médica aos empregados e dependentes, restaurante na própria fábrica, o transporte residência/Fábrica e vice-versa, seguro de vida em grupo e gestões junto a entidades habitacionais visando facilitar aquisição da casa própria.

OBS: A assistência médica, a alimentação e o transporte têm preços subsidiados pela SALGEMA.

SEGURANÇA

A Salgema Indústria Químicas S.A. na sua política de trabalho, a segurança é considerada de essencial importância. Os princípios da segurança são:

- Todos os acidentes podem ser evitados;
- Todos os empregados, desde o gerente geral até o operário, têm a responsabilidade de evitar acidentes pessoais;
- Todas as operações na fábrica podem ser feitas com segurança;
- Todos devem saber trabalhar com segurança;
- Evitar acidentes, no trabalho e em casa, melhora a produção e reduz os gastos.

Quero parabenizar o pessoal do setor de segurança, que conseguiram liderar o pessoal no que abrange segurança obtendo índices excelentes.

3. PROCESSO DA SALGEMA

INTRODUÇÃO

A uma distância de 8 km da fábrica, localiza-se a mina de salmoura (água + sal). A extração se faz pelo processo de solubilização, que consiste na injeção de água sob pressão (obtida em poços artesianos na própria mina). Após a injeção e consequente formação de salmoura, esta é bombeada através de salmodutos até a fábrica.

3.1.- PROCESSAMENTO DE CLORO, SODA E HIDROGÊNIO

Após a chegada na fábrica a salmoura é tratada, de modo a eliminar algumas impurezas existente (Cálcio, Magnésio, Ferro, Alumínio, Amônia, etc). Após a eliminação dos mesmos, a salmoura passa por um aquecimento na torre de hidrogênio indo para as células onde é processado a eletrólise. Esta eletrólise é feita com uma corrente contínua de 80KA, dando como produtos, cloro, Hidrogênio e Licor de célula (soda cáustica).

3.2.- PROCESSAMENTO DO CLORO

O cloro despreendido no anodo das células é resfriado e seco, indo depois para a compressão e liquefação. Após seu processamento uma parte do Cloro é levado para as áreas de processo de outros produtos, tais como: DCE, HIPOCLORITO DE SÓDIO e ÁCIDO CLORÍDICO e outra parte é comercializada.

3.3.- PROCESSAMENTO DE SODA CÁUSTICA

O licor de célula é enviado das células para a área de concentração, onde em um sistema de evaporação é reduzido o teor de água até a obtenção de SODA CÁUSTICA a 50%. Termi

nado o processo a soda é levada para a área de armazenamento.

3.4.- PROCESSAMENTO DE HIDROGÊNIO

Após a saída das células o hidrogênio passa por uma torre de resfriamento, de onde sai para ser comprimido. Depois da compressão é utilizado como combustível na caldeira e como matéria prima para a produção de Ácido Clorídico.

3.5.- PRODUÇÃO DO HIPOCLORIDICO DE SÓDIO - (Água Sanitária)

É obtido pela reação de soda cáustica com o Cloro, é utilizado na produção de água sanitária e no tratamento de água potável.

3.6.- PRODUÇÃO DE ÁCIDO CLORÍDICO

Produzido pela reação de Cloro e Hidrogênio nos fornos de ácido clorídico. É produzido em dois tipos:

- Um comercial com uma concentração de 30% (ácido muriático) utilizado em indústrias químicas e petroquímicas, siderurgica, metalurgia etc.
- O outro tipo em uma concentração de 1,5% utilizado para descarte de cloro.

3.7.- SAL BENEFICIADO

É o sal não processado nas células, uma parte deste sal volta a ser processado e a outra vai para a CQR (Companhia Química do Recôncavo) para ser utilizado no processamento de Cloro-Soda.

3.8.- PROCESSAMENTO DE DICLOROETANO (DCE)

O DCE é obtido de duas maneiras: uma é utilizando o eteno derivado do petróleo. Neste processo o eteno vai para um

reator onde é injetado juntamente com o cloro na forma gasosa, ocorrendo a reação, obtendo-se assim o DCE. A segunda maneira de obtenção do DCE é utilizando e eteno produzido na própria fábrica a partir de álcool. Neste processo o álcool é desidratado através de um processo adiabático obtendo-se o eteno e seguindo-se o mesmo caminho do eteno derivado do Petróleo. É utilizado no processamento do DCE. Após a sua produção o DCE é purificado através de 3 etapas de secagem. O DCE é utilizado principalmente como matéria prima para produção de MVC/PVC.

4.- BOMBAS

INTRODUÇÃO

Durante este estágio a maior parte de manutenção foi dado em bombas.

Os líquidos são deslocados através das tubulações ou equipamentos pelas bombas, estes equipamentos aumentam a pressão, a velocidade ou a energia potencial do fluido.

Nos sistemas de deslocamento positivo uma porção do fluido é presa numa câmara, e pela ação de um pistão ou peças rotativas, ele é impulsionado para fora.

Nos que usam ação centrífugas, constam essencialmente de uma câmara dentro do qual gira um rotor provido de pás. O fluido, recebe energia da pá adquirindo grande velocidade e ao sair da pá, a energia cinética é transformada em pressão.

4.1.- CLASSIFICAÇÃO DA BOMBA

4.1.1.- Bombas Alternativas

4.1.2.- Bombas Rotativas

4.1.3.- Bombas Centrífugas

4.1.1.- BOMBAS ALTERNATIVAS

São usadas quando o fluido vaporiza ou pode eventualmente vaporizar nas condições do processo o quando a pressão necessária é elevada. As bombas alternativas tiveram sua aplicação drasticamente, reduzida com o advento das bombas centrífugas e do motor elétrico. São adequadas para serviços de baixa vazão e alta pressão.

Um tipo de bomba alternativa importante é a chamada bomba dosadora, largamente usada em processos químicos para introduzir os reagentes em quantidades controladas e constantes.

As bombas alternativas do tipo diafragma ou membrana permitem o revestimento de carcaça com vidro, cerâmica, plástico ou borracha. Servem para deslocamento de lâminas.

4.1.2.- BOMBAS ROTATIVAS

Existem diversos tipos, sendo mais comuns as do tipo engrenagem, lóbulo, de parafuso sem fim. Ajuste entre o rotor e a carcaça nessas bombas é muito importante devido as fugas internas, funcionam bem para fluidos limpos viscosos (óleos combustíveis).

As bombas tipo lóbulo funcionam também como sopradores.

4.1.3.- BOMBAS CENTRÍFUGAS

A maioria das bombas de deslocamento não-positivo funcionam por força centrífuga.

Bomba de deslocamento não-positivo, são bombas que a entrada e saída são interligadas hidráulicamente.

Bombas de deslocamento positivo são bombas que possuem uma ou mais câmaras, em cujo interior o movimento de um órgão propulsor comunica energia de pressão ao líquido, provocando seu deslocamento.

As bombas centrífugas constam essencialmente de uma

carcaça e de um rotor provido de pás. O líquido é succionado no centro da pá e a forma das pás é apropriada para transferir a energia mecânica do eixo, em energia cinética ao fluido. O líquido flue para periferia do rotor, com grande velocidade sendo coletado pela carcaça que geralmente apresenta um canal para recolher o líquido. O eixo do rotor recebe energia do motor elétrico de velocidade constante e estão acoplados diretamente.

4.2.- CLASSIFICAÇÃO DAS BOMBAS CENTRÍFUGAS

Existem diversos critérios para sua classificação:

- 4.2.1.- Quanto ao tipo de rotor
- 4.2.2.- Quanto ao tipo de carcaça
- 4.2.3.- Quanto ao número de estágios
- 4.2.4.- Quanto a alimentação

4.2.1.- QUANTO AO TIPO DO ROTOR

Rotor Radial: Dirige o fluido para a periferia, é o tipo mais comum.

Os rotores radiais podem ser:

- 4.2.1.1.- Abertos
- 4.2.1.2.- Semi-abertos
- 4.2.1.3.- Fechados

ABERTOS

São mais baratos, entopem menos, dão pressão mais alta e são de rendimento menor.

FECHADOS

Difícil limpeza, pressão mais elevada e de maior rendimento.

4.3.- QUANTO AO TIPO DE CARÇAÇA

A carcaça pode ser bipartida axialmente ou bipartida radialmente.

As bombas de grandes dimensões possuem a carcaça axialmente, enquanto que as pequenas são radialmente.

4.4.- QUANTO A ALIMENTAÇÃO

A entrada do líquido é pelo centro da carcaça e a descarga pode variar para 45° ou 90° da vertical. As chamadas bombas petroquímicas, possuem a entrada e saída suportadas por pedestral de modo que a tensão da linha não é transmitida a carcaça. Além do mais, essas bombas, tendo entrada e saída para cima evitam a necessidade do purgador de incondensáveis. Esses detalhes construtivos da bomba petroquímica facilitam a manutenção. A carcaça da mesma é refrigerada o que permite trabalhar com fluidos quentes sem os rolamentos serem danificados.

4.5.- QUANTO AO NÚMERO DE ESTÁGIOS

As bombas centrífugas podem ser de simples ou múltiplos estágios dependendo da pressão que se deseja fornecer ao fluido. Acima de pressão diferencial de 200 m.c.a. se usam as bombas de múltiplo estágio, constam de 2 ou mais rotores presos a um mesmo eixo, ligados em série, de modo que a saída de um voluta é ligada a entrada da carcaça do estágio seguinte.

Existem difusores internos que convertem a carga cinética em pressão e então o fluido é alimentado no estágio seguinte

4.6.- ALGUMAS INFORMAÇÕES

Quando o processo exige bombas de materiais quimicamente

inertes são usadas bombas de desenho simples, revestidas de vidro, plástico ou porcelana devido a dificuldade de se fundirem em certos materiais.

A rotação de uma bomba pode ser no sentido horário ou anti-horário. A forma da carcaça pode ser circular ou ter forma apropriada para diminuir as perdas por atrito (voluta). Normalmente, para baixas pressões e bombas de simples estágios a carcaça é circular.

Para bombas de múltiplos estágios, são colocados difusores na carcaça para diminuir a turbulência entre a saída de um estágio e a entrada no seguinte.

4.7.- ASSOCIAÇÃO DE BOMBAS

4.7.1.- Paralela

4.7.2.- Série

4.7.1.- PARALELA

Quando com uma só bomba não se consegue obter a vazão desejada, associamos as bombas em paralelo.

4.7.2.- SÉRIE

Uma bomba em associação em séries é uma bomba até 12 estágios e alguns casos até 18 estágios.

Exemplo: Bomba Vertical

4.8.- COMPONENTES DE BOMBAS

Uma bomba constitui-se basicamente de um rotor que comunica energia cinética ao líquido, uma carcaça onde esta energia cinética é transformada em energia de pressão, um eixo que transmite o movimento do acionador ao rotor, suporte para o eixo, elementos de proteção ao desgaste e desgaste e elementos de vedação.

4.9.- 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 carcaça guia o líquido desde a entrada na bomba, através do rotor, para a descarga.

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

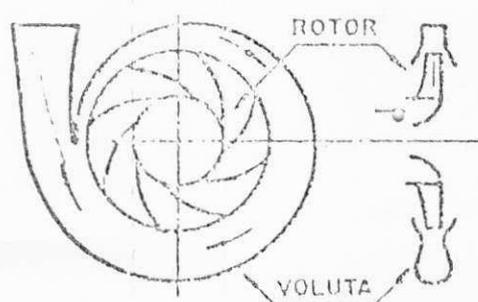


Fig. 1 - Carcaça tipo Voluta

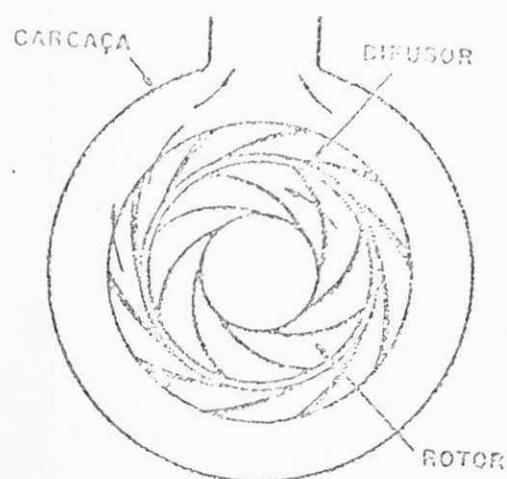


Fig. 2 - Carcaça tipo Difusor

A carcaça tipo voluta tem área das seções crescentes em toda a volta do rotor, até a abertura de descarga.

Como as áreas na carcaça voluta, não são simetricamente distribuídas em torno do rotor, há uma distribuição de pressão desigual ao longo dos 360° da voluta.

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

Quanto a forma de abertura da carcaça para montagem do rotor podem ser:

4.9.1.- BIPARTIDA AXIALMENTE

Utilizadas em bombas com grandes vazões

4.9.2.- BIPARTIDA RADIALMENTE

São utilizadas em bombas horizontais de vazões pequenas e médias.

Bombas que bombeiam esgoto e ou materiais fibrosos, geralmente possuem uma ou mais tampa de visita na carcaça para permitir a remoção de material que se agarre ao rotor.

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

Bombas verticais e tipo turbina possuem carcaças do tipo difusor chamadas de corpo intermediário e superior. Os corpos intermediários, possuem rotores em seu interior. O corpo superior não possui. O corpo superior serve de elemento de ligação entre o último corpo intermediário e o corpo de descarga. O corpo superior contém uma longa bucha guia. Figura 2 de bombas verticais.

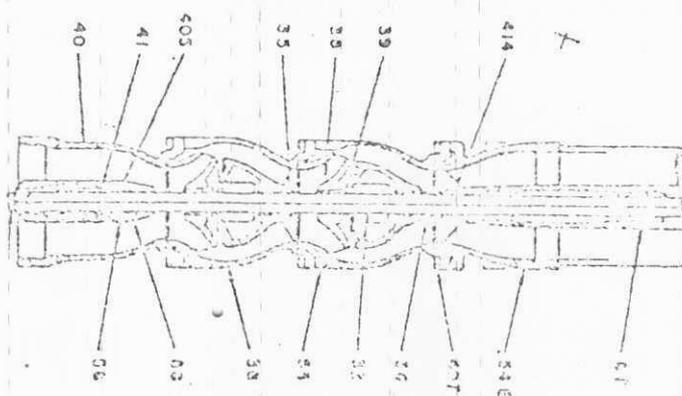


Figura 2.

Quanto a forma de abertura da carcaça para montagem do rotor podem ser:

4.9.1.- BIPARTIDA AXIALMENTE
Utilizadas em bombas com grandes vazões

4.9.2.- BIPARTIDA RADIALMENTE
São utilizadas em bombas horizontais de vazões pequenas e médias.

Bombas que bombeiam esgoto e ou materiais fibrosos, geralmente possuem uma ou mais tampa de visita na carcaça para permitir a remoção de material que se agarre ao rotor.

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

Bombas verticais e tipo turbina possuem carcaças do tipo difusor chamadas de corpo intermediário e superior. Os corpos intermediários, possuem rotores em seu interior. O corpo superior não possui. O corpo superior serve de elemento de ligação entre o último corpo intermediário e o corpo de descarga. O corpo superior contém uma longa bucha guia. Figura 2 de bombas verticais.

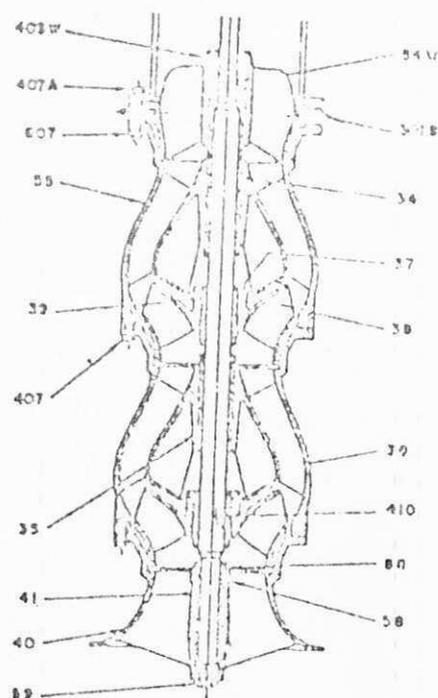


Figura 2.

4.10.- FLANGES

Flanges são elementos de ligação entre a bomba e a tubulação. Estão sujeitos a normas de dimensões e limites de pressão, temperaturas, não são por questões de segurança, como para que haja uma padronização de componentes de tubulações.

4.10.1.- FLANGES DE FERRO FUNDIDO

Os flanges de ferro fundido segundo a norma ANSI, pode ser das seguintes classes:

PRESSÕES	DIÂMETRO NOMINAL
25 lbs	de 4" a 36"
125 lbs	até 12"
250 lbs	até 12"
800 lbs	até 12"

4.10.2.- FLANGES DE AÇO

Os flanges de aço segundo a norma ANSI, podem ser as das seguintes classes:

PRESSÕES	DIÂMETRO NOMINAL
150 lbs	até 24"
300 lbs	até 24"
600 lbs	até 24"

As pressões de 150, 300, 600 são as mais usadas em bombas.

4.11.- ROTORES DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

Rotor é a peça que imprime energia de velocidade ao líquido. Pode ser considerado como o coração da bomba.

Quanto ao suprimento de líquido, os rotores podem ser de simples e dupla sucção. Conforme figura 3 abaixo.



Figura 3.

Rotores de simples sucção são mais fáceis de fundir e são os preferidos em bombas com carcaças 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 do olho.

Rotores quanto à forma de Palhetas:

4.11.1.- Rotor radial

4.11.2.- Rotor Francis (reserva)

4.11.3.- Rotor de fluxo misto

4.11.4.- Rotor de fluxo axial

O tipo e formato da palheta dependem da velocidade específica do rotor.

A velocidade específica representa a velocidade que aquele rotor precisaria girar para elevar um GPM de água a um ft de altura.

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

4.12.- QUANTO À CONSTRUÇÃO MECÂNICA

Os rotores podem ser classificados em:

4.12.1.- Abertos

4.12.2.- Semi-Abertos

4.12.3.- Fechados

4.12.1.- ABERTO

Consiste unicamente de palhetas presas a um cubo central furado para montagem no eixo. Rotores abertos são empregados no bombeamento de líquidos abrasivos e trabalham entre duas placas de desgaste ou entre paredes da carcaça e caixas de gaxetas, por este motivo há 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 o rotor fechado.

4.12.2.- SEMI-ABERTO

Consiste de uma parede traseira, podendo ou não, ter uma palheta traseira, com a finalidade de reduzir a pressão na parte de trás do rotor e evitar o acúmulo de depósitos que prejudiquem a operação.

4.12.3.- FECHADO

É o mais usado em bombeamento de líquidos e possui paredes em ambos os lados que mantem 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.

Os rotores fechados também são usados com vantagens para bombeamento de fluidos abrasivos.

Abaixo na figura 4, apresento rotores abertos e semi-abertos.

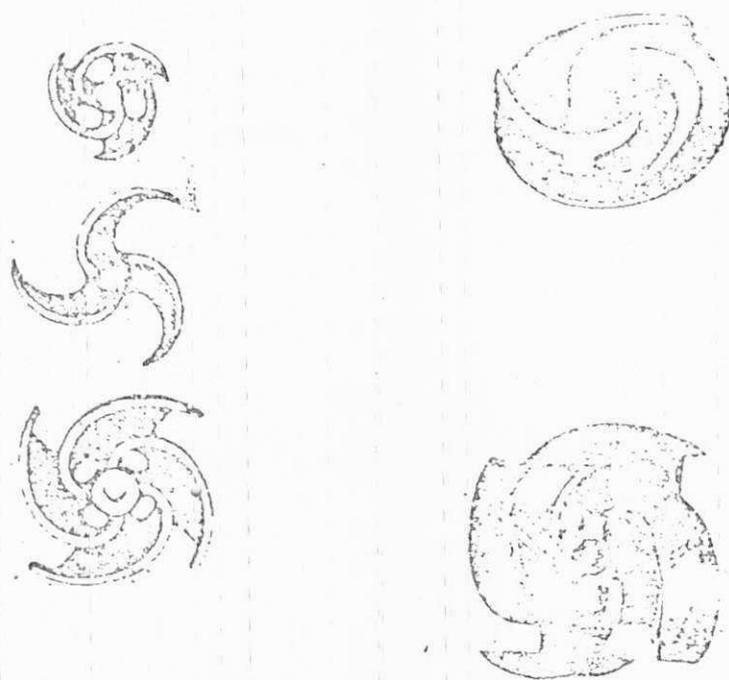


Figura 4.

4.13.- ANÉIS DE DESGASTE

São peças montadas sô na carcaça (estacionário), só no rotor (girante) ou em ambos e que mediante pequena folga operacional. Fazem a separação entre as zonas onde impedem as pressões de descarga e sucção, impedindo assim um retorno exagerado de líquido da descarga para a sucção. Os anéis são peças de pequeno custo e que evitam o desgaste e a necessidade de substituição de peças mais caras, como rotor ou carcaça.

Bombas usadas em serviços leves, não é necessário o uso de anéis de desgaste, a carcaça e o rotor possuem superfícies ajustadas evitando assim os anéis. Quando houver desgaste reusina e coloca anéis refazendo a antiga folga. Bombas de maior porte, tanto a carcaça como o rotor são providos de anéis de desgaste. Quando houver folga em excesso, substitue os anéis.

4.14.- EIXO

Transmite o torque do acionador ao rotor. 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 às cargas rotativas que surgem em operação.

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.

Velocidade crítica é a rotação na qual um pequeno desbalanceamento no eixo ou no rotor são ampliados de tal forma, sob a forma de uma força centrífuga, que provoca de flexão e vibração.

Geralmente bombas que operam a 1750 RPM tem o eixo rígido e as

que operam a 3500 RPM possuem eixo flexível. Bombas de múltiplos estágios tem eixos flexíveis.

Eixos suportados nos dois extremos, que possuem o rotor no centro, tem o diâmetro o máximo no local de montagem do rotor. Eixos de bombas com rotor em balanço tem o diâmetro máximo entre os rolamentos.

Os rolamentos. Na figura 5 está representando um eixo.

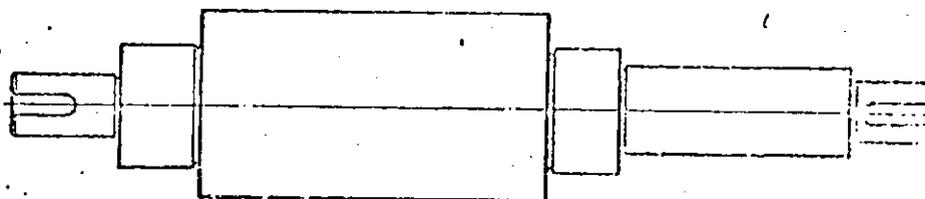


Figura 5.

4.15.- BUCHA DO EIXO

A função da bucha é proteger o eixo contra corrosão, erosão e desgaste no interior da caixa de gaxetas.

Quando buchas são usadas, estes fatores não afetam a resistência do eixo e o custo de manutenção reduz-se.

A figura 6.a mostra um arranjo típico de bucha do eixo para bombas com carcaça partida axialmente e rotor de dupla sucção. A porca da bucha mantém a bucha e rotor no lugar. Em bombas de sucção axial existem dois tipos de buchas: A confinada (figura 6.b) e a com batente (figura 6.c).

A bucha confinada leva rasgo de chaveta e trabalha retida entre um batente no eixo e o rotor, não é recomendável a temperaturas altas.

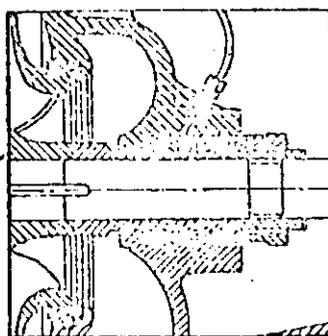


Figura 6.a

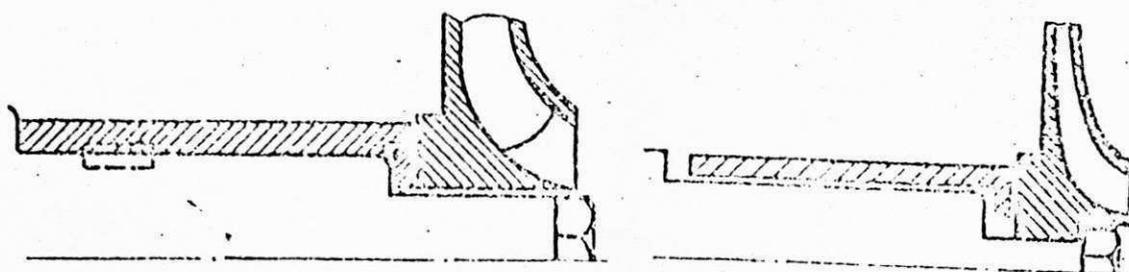


Figura 6.b

Figura 6.c

Para bombas pequenas o uso de bucha é impraticável devido a parede mínima necessária à usinagem da bucha. Neste caso, as bombas são fornecidas com eixo de aço inoxidável, sem bucha.

4.16.- CAIXA DE GAXETAS

É uma das peças mais importantes para uma operação tranquila da bomba.

FUNÇÃO: Impedir o vazamento de líquido para fora da bomba no lugar que o eixo atravessa a carcaça.

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 função. Estas peças são anéis de gaxeta e castanha bipartida. A finalidade da castanha bipartida é no caso de pressão de sucção negativa, receber uma injeção do 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.

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.

4.17.- TIPOS DE GAXETA

As gaxetas para serviços de bombeamento podem ser:

4.17.1.- Gaxetas metálicas

4.17.2.- Gaxetas plásticas

4.17.3.- Gaxetas de fibras ou filamentos

As gaxetas metálicas geralmente são de alumínio e cobre para uso com bombas centrífugas, em forma de anel espiralado. Tem a vantagem de dissipar o calor do atrito, e a desvantagem de um baixo poder de recuperação, exigindo um alinhamento perfeito e ausência de vibração excessiva.

As gaxetas plásticas são fabricadas com uma mistura homogênea de asbesto, grafite, óleos e aglutinantes especiais. Estas gaxetas apresentam fácil conformação e excelente flexibilidade. Entretanto possuem baixa resistência a pressão e requerem ajustes frequentes em serviços com oscilação de pressão.

As gaxetas de fibras vegetais são indicadas para serviços leves com a vantagem de baixo custo e o inconveniente do lubrificante ser arrastado pelo líquido bombeado.

As gaxetas de grafite, relativamente novas, tem se mostrado adequadas a condições severas, face as suas propriedades de boa resistência ao ataque químico, resistência a

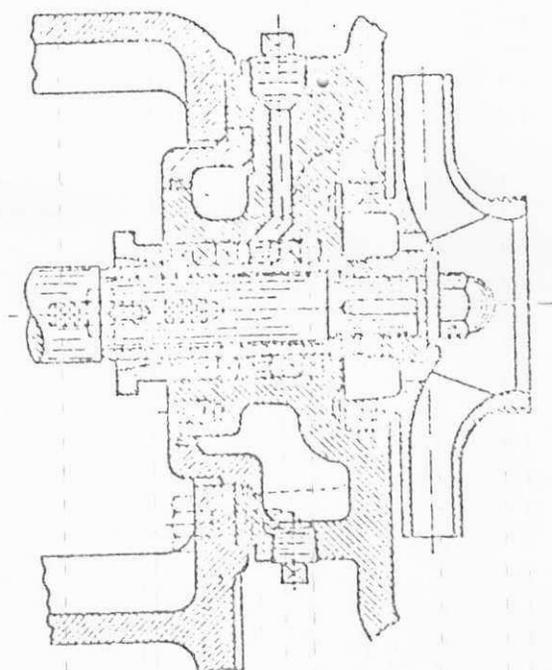
altas temperaturas.

Tem a desvantagem de serem caras e não resistirem a oxidantes fortes.

APLICAÇÕES

O sistema de vedação por anéis de gaxeta, embora com sua aplicação sensivelmente diminuída com o uso dos selos mecânicos, são com frequência usados nos seguintes serviços:

- a.- Bombeamento de lodos pesados
- b.- Bombeamento de água
- c.- Bombas de dupla sucção, etc.



4.18.- VEDAÇÃO COM SELOS MECÂNICOS

As condições críticas de serviços atualmente requeridas pelas indústrias de Processamento, tais como bombeamento de produtos tóxicos, corrosivos e inflamáveis a altas temperaturas e pressões, conjugadas a altas velocidades de rotação, exige dos sistemas de vedação uma tecnologia mais apurada, encontrada nos selos mecânicos.

O selo mecânico é um elemento de máquina altamente especia

lizado, de muita precisão e de alto custo inicial, sendo em tretanto de uso quase obrigatório em dadas aplicações, além de apresentar uma série de vantagens sobre as gaxetas. Por exemplo.

- a) Evita a perda do produto bombeado, diminui a carga de poluente, evita riscos de incêndio e danos à saúde.
- b) Elimina o desgaste da luva, o eixo ou do próprio
- c) Reduz o atrito por apresentar menor área de vedação
- d) Tem capacidade para absorver as deflexões normais do eixo.

Observe-se que a selagem primária constitui uma selagem dinâmica pois, uma das superfícies gira com o eixo, enquanto a outra está fixa. A selagem secundária é uma selagem estática, pois os anéis do conjunto rotativo movimentam-se junto com o eixo e o anel da sede aloja-se entre superfícies estáticas. Veja figura 7 abaixo:

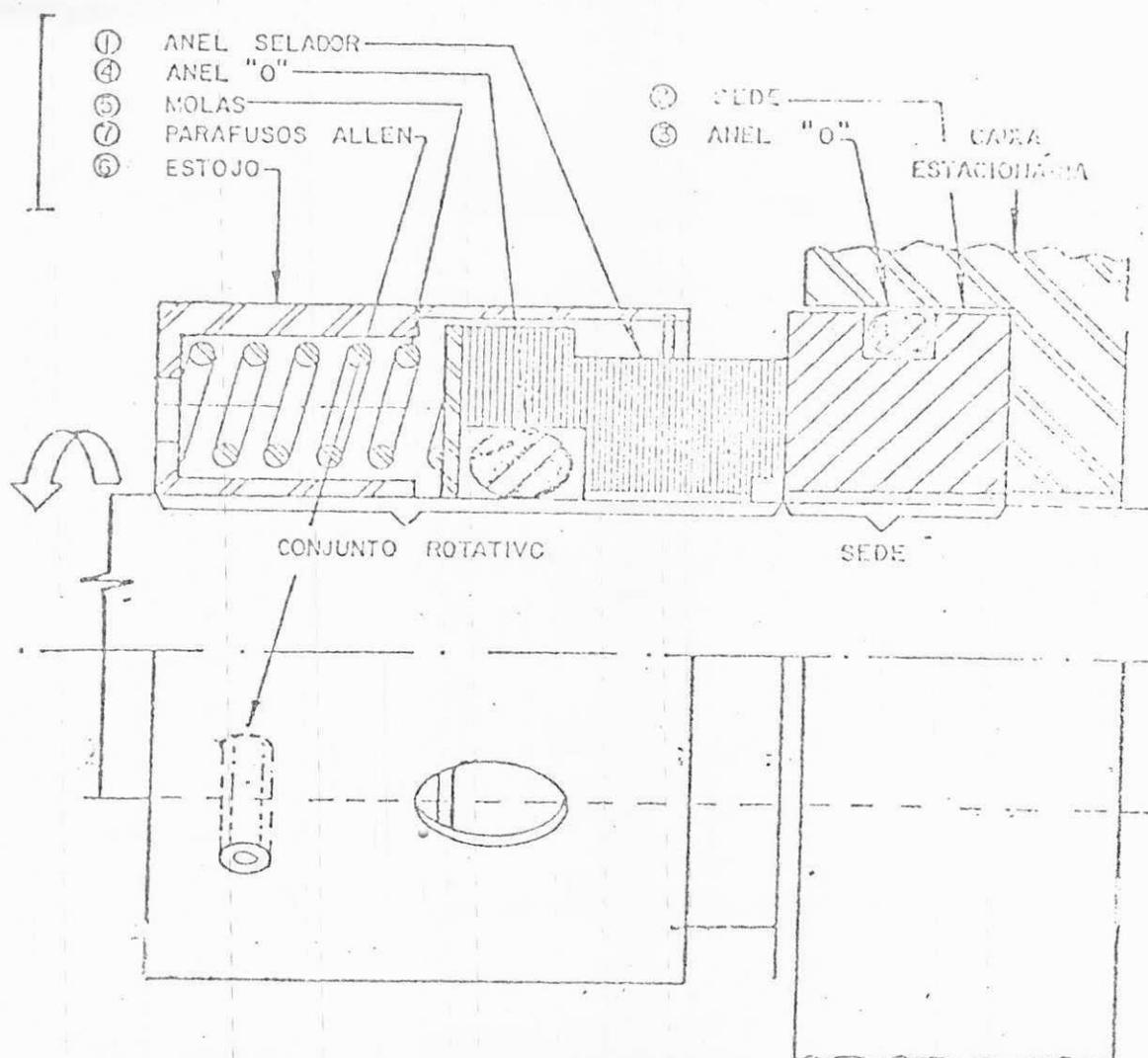


Figura 7.

4.19.- MANCAL SUPORTE E ROLAMENTO

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. São selecionadas em função da carga axial e radial que deverão suportar juntamente os rolamentos. Os rolamentos mais utilizados tanto escora como radiais para bomba de dupla sucção e sucção axial são os de uma carreira de esfera, para bombas de serviços gerais e pressão de sucção máximo até 7 kg/cm^2 . Para pressões de sucção superiores, usam-se como rolamento de escora, uma montagem com dois rolamentos de contato angular montados costa-costa. Os rolamentos de uma carreira de esfera, são lubrificados a graxa, podendo ser lubrificados a óleo em condições especiais, quando temperaturas elevadas estejam envolvidas. Os de contato angular são sempre lubrificados a óleo.

A vida que deve ser utilizada no dimensionamento dos rolamentos é, em alguns casos, recomendada por norma, 25.000 horas. O valor mais empregado na indústria de bombas é 16.000 horas. (2 anos de serviço contínuo - 24 horas por dia).

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 (3.600 a 9.000 RPM) usam mancais de bucha.

Bombas verticais trabalham com mancais de bucha que funcionam como guia do eixo e geralmente são lubrificados pelo próprio líquido bombeado. Estas bombas mergulhadas no líquido

bombeado.

4.20.- BASES E SUPORTES

A finalidade da base é, além de permitir as superfícies de apoio para os pés da bomba e motor, facilitar o alinhamento do conjunto. O conjunto é alinhado na fábrica e durante o transporte pode sofrer deslocamento. É portanto, necessário que o alinhamento seja verificado após aperto das tubulações e na fundação e antes da colocação em operação. Isto é muito importante quando a bomba opera com líquido quente.

4.21.- ACOPLAMENTOS

As bombas são conectadas aos seus acionadores por meio de acoplamentos que podem ser rígidos ou flexíveis.

O acoplamento rígido não permite qualquer movimento relativo entre os eixos das máquinas acionadas e acionadora. Seu uso é restrito a bombas verticais.

Acoplamento flexíveis, permitem pequenos movimentos relativos ou desalinhamento entre os eixos. Os eixos devem ser montados perfeitamente alinhados.

4.22.- ATIVIDADES

As atividades citadas abaixo, são as que foram realizadas durante o período de estágio ligado a manutenção de bombas.

A manutenção sempre foi na maioria corretiva, e as vezes preventiva.

Foi comum no estágio em bombas a manutenção corretiva de vazamento em excesso, sempre que acontecia o vazamento, nós trocamos as gaxetas ou selo mecânicos, corrigindo assim o vazamento.

Muito comum também foi a troca de rolamentos, esta manuten

ção era necessário a desmontagem geral da bomba, começando com a retirada das tampas, em seguida o rotor, depois retirava-se a caixa de gaxeta ou selo mecânico e daí partia-se para a retirada do eixo junto com os rolamentos. Foi necessário em algumas oportunidades fazer a troca do rotor que por sua vez estava com grande desgaste, as vezes não era necessário a troca, bastava reusinar. Para notar que era necessário fazer a troca de rolamentos, observava-se a vibração e o barulho estranho da bomba.

Foi feito limpeza de bombas verticais, que trabalha na lagoa, foi necessário a limpeza da mesma, porque a bomba não estava succionando bem. Outra bomba vertical que realizou-se manutenção, foi a que opera no terminal marítimo, submersa no mar. Esta bomba estava com a pressão abaixo da mínima, foi necessário, para obter o acréscimo de pressão, aumentar a quantidade de estágios.

Foi necessário efetuar a troca de um dos tubos da mesma bomba, pois este, era de aço-carbono e estava bastante estragado. Trocou-se por um tubo de inox.

Aconteceu em duas bombas a quebra do eixo e automaticamente , ou melhor, dentro do limite de tempo, efetuou-se a troca:

Foi realizado uma preventiva em uma bomba rotativa de parafuso sem-fim e trocou-se o diafragma de uma bomba dosadora.

Sempre que efetuava-se a manutenção destas bombas, vinha a parte mais interessante que era o alinhamento, e isto, foi fisto muito bem. Para bombas de porte pequena, usava-se para alinhar uma régua e um calibrador de folga.

Para bombas de grande porte é necessário um relógio comparador.

Muito comum também, era a troca de juntas que estraga com mui

ta facilidade, a última manutenção em bombas no estágio, foi numa bomba centrífuga horizontal, que estava com um problema de vibração, em decorrência desta vibração, houve o rompimento da grade ou aranha do acoplamento.

Substituímos a grade, foi realizado o alinhamento e acoplamento da bomba ao motor; quando apertou a mesma, a tampa do acoplamento, também estava trincada, foi necessário desacoplar e realizar a troca da mesma.

Note bem como é importante o alinhamento perfeito, porque o que citou-se acima em relação a vibração é o mínimo de prejuízo que um mau alinhamento oferece.

É muito comum em bombas que utilizam selos mecânicos, haver vazamento devido a louça, que é justamente quem faz a vedação com o sêlo, havendo necessidade apenas, da troca do mesmo.

Referências da maioria das bombas que passou pela manutenção:

FABRICANTE	REFERÊNCIAS
WORTHINGTON (Centrífuga Horizontal)	Tipo: LNS-34 Série: BX 52250 Capacidade: 650 m ³ /h RPM: 700 Item: 243 - 1223 - 002
SULZER WEISE S.A (Centrifuga Horizontal)	Tipo: ZH0 - 111 - 322 N ^o . 130528 RPM: 1750 Capacidade: 60 m ³ /H
SULZER WEISE S.A (Centrífuga Horizontal)	Tipo: ZH0 - 1 - 251 N ^o . 130543 RPM: 1750 Capacidade: 20 m ³ /h Temperatura: 30 ^o C - Item: 242 - 1223 003
MORRIS PUMP, INC (Centrífuga Horizontal)	Série: N ^o . M14149 RPM: 363 Capacidade: 48370 GPM Item: 228 - 1223 - 013
SULZER WEISE S.A (Centrífuga Horizontal)	Tipo: RCKU 25/160 CA Capacidade: 121 m ³ /h Temperatura: 60 ^o C RPM: 3500 Item: 710 - 2305 - 042 - B
WORTHINGTON S.A (Centrífuga Vertical)	Tipo: 8M 28/4 N ^o de Série: BX 59179 Item: 100 - 1223 - 001