



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

PENSAMENTOS

"A perfeita sinceridade não oferece qualquer garantia".

"Uma das provas mais seguras da existência de Deus é a falta que ele faz dentro de certas pessoas".

"A verdade é amarga e doce: quando é doce, perdoa; quando amarga, cura!"

"Defenda-se mas não se vingue".

"A religião está no coração e não no joelho".

"Não podemos evitar as paixões mas, podemos vencê-las".

"Nenhuma sociedade pode ser florescente e feliz enquanto a maior parte de seus membros for pobre e miserável".

"Todo espírito desordenado torna-se seu próprio castigo".

"A preguiça anda tão devagar que facilmente a miséria a alcança".

"A fortuna não muda os homens, apenas os desmascaram".

"O homem que é firme, paciente, simples, natural e tranquilo, está perto da virtude".

H O M E N A G E M

DEDICO:

À minha esposa e filha:

Pelo impulso com conforto, pelo empurrão com o coração, pela compreensão na hora da ausência, pelo amor na hora da presença, por mostrar-me que com amor se chega à tudo.

COLABORAÇÃO

Salgema Indústrias Químicas S.A.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todo pessoal que faz a Salgema Indústria Química S.A., que direto ou indiretamente, me forneceram espaço para que eu, receptor-se a ótima experiência que adquiri. Quero destacar a pessoa de ANDRÉ GAR CIA, que com seu admirável método de administrar nos abre vias, isto é, nos dá margem para que alcancemos o que alvejamos.

Campina Grande, Janeiro de 1984

ILM^o. SR.

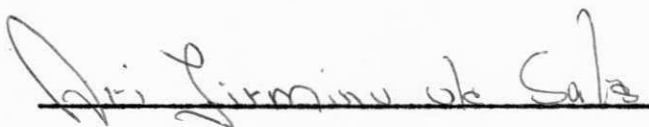
COORDENADOR DE ESTÁGIO INTEGRADO

PROFESSOR MARCINO DIAS DE OLIVEIRA JÚNIOR

Apresento e submeto à apreciação de V.S^a. o relatório final ' do Estágio orientado na SALGEMA INDÚSTRIAS QUÍMICAS S/A, na área de manutenção, durante o período de 07.02.83 a 31.07.83 sob a orientação do Professor José da Silva Quirino.

Sem mais.

Atenciosamente



- ARI FIRMINO DE SALES -

Í N D I C E

1. Introdução
2. Histórico
3. Processo da Indústria
4. Bombas
5. Compressores
6. Controle e Programação de Manutenção
7. Conclusão

1. INTRODUÇÃO

É interesse meu que através deste relatório, seja discriminado às atividades e conhecimentos desenvolvidos e adquiridos por mim, ARI FIRMINO DE SALES, aluno da Universidade Federal da Paraíba, durante estágio curricular do curso de Engenharia Mecânica na SALGEMA - INDÚSTRIAS QUÍMICAS S.A., estágio este, que teve início no dia 07 de fevereiro e término no dia 31 de agosto de 1.983.

Foram desenvolvidos tarefas, pesquisas, como citados adiante, essas tarefas e pesquisas geralmente eram supervisionadas.

Durante 5 meses atuei na SMECA - Setor de Mecânica e 1 mês no SEPRO - Setor de Programação, estes setores pertencem a DIMAN - Divisão de Manutenção. A biblioteca nos era oferecida para que realizássemos nossas pesquisas.

Durante o estágio participei de palestras, cursos, que serão citados adiante.

Esses cursos e palestras foram conseguidos através da SALGEMA. As palestras foram realizadas no próprio setor de treinamento da indústria, já o curso de corrosão foi realizado no FLANALSUCAR de Alagoas, sendo ministrado por pessoas da CORAL.

2. HISTÓRICO DA SALGEMA

A partir do ano de 1941, foi descoberto a jazida de SAL-GEMA. 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 - Petroquisa, inicia sua participação no capital da SALGEMA.

O capital da SALGEMA foi alterado em 1981 tivemos a iniciada da Norquisa e Copene no capital ordinário da empresa.

COMPLEXO INDUSTRIAL DA SALGEMA

- Campo de Produção de Salmoura
- Dutos de água e salmoura
- Unidade de Cloro-Soda
- Unidade de ácido-clorídico
- Terminal marítimo
- Emissário submarino
- Unidade de Dicloroetano
- Unidade de eteno de álcool
- Unidade Purificação de DCE
- Terminal de Gás Natural

COMPOSIÇÃO ACIONÁRIA

AÇÕES ORDINÁRIAS	PARTICIPACÃO %	
	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
- Eteno
- Álcool 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 BFF adquirido da Petrobrás, hidrogênio produzido na eletrólise, gás natural fornecido pela Petrobrás dos campos de produção do tabuleiro dos Martins e Pilar.

CAPACIDADE INSTALADA ATUAL

Soda cáustica	.....	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

SODA	|	Celulose e papel
		Indústria Química e Petroquímica
		Sabões e Detergentes
		Alumínio
		Indústria textil
		Hipoclorito de sódio
Hipoclorito de Sódio	|	Água Sanitária
		Tratamento de Água Potável
Ácido Clorídico	|	Neutralização
		Indústrias Químicas e Petroquímicas
		Siderurgia e Metalurgia
		Tratamento Salmoura
Dicloroetano	|	MVC/PVC
		Chumbo Tetraetila
Cloro	|	Indústria Química e Petroquímica
		Dicloroetano, MVC e PVC
		Ácido Clorídico
		Celulose e Papel
		Hipoclorito de Sódio
		Tratamento de água Potável

Hidrogênio [Combustível
Siderurgia
Óleos vegetais

DESTINO DOS PRODUTOS VENDIDOS

Soda Cáustica [Via Marítima [Belém
Rio de Janeiro
Santos
Imbituba
São Luiz
Mercado externo

[Via Rodoviária [Maceió
Fortaleza
Outras capitais do Nordeste

Dicloroetano Via Maritina [Aratu (Ba)
Santos
Mercado Externo

Cloro Via Rodoviária [Camaçari (Ba)
São Paulo

Ácido Clorídrico Via Rodoviária [Maceió
Camaçari (Ba)
Recife

Sal Via Rodoviária/Ferrovária [Camaçari (Ba)

Hipoclorito de Sódio Via Rodoviária [Maceió
Recife

P E S S O A LQUANTIDADE 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	.....	"	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 a aquisição da casa própria.

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

S E G U R A N Ç A

A Salgema Indústrias 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, por conseguirem liderar o pessoal no que abrange segurança, obtendo índices excelentes.

2.6

ORGANOGRAMA DA INDÚSTRIA

ASSEMBLÉIA GERAL
ASGER ACIONISTAS

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO
CONAD CONSELHEIROS

DIRETORIA
DIPRE PRESIDENTE

DIRETORIA
DIPET DIRETORES

ASSESSORIA DE PLANEJAMENTO
ASPLA ASSESSOR

ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO
ASCOM ASSESSOR

GERÊNCIA COMERCIAL
SECOM GERENTE

GERÊNCIA DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL
SEPIN GERENTE

GERÊNCIA FINANCEIRA
SEFIN GERENTE

GERÊNCIA ADMINISTRATIVA
SEAD GERENTE

ASSESSORIA DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL
ASPI

COORDENAÇÃO DE TURNO
COAT

ASSESSORIA DE RECURSOS HUMANOS
ASRH

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
SISIN

SECRETARIA GERAL
SEGE

DIVISÃO DE VENDAS
DIVEN CHEFE

DIVISÃO DE OPERAÇÃO
DIOPE CHEFE

DIVISÃO DE MANUTENÇÃO
DIVMAN CHEFE

DIVISÃO TÉCNICA
DITECHEFE

DIVISÃO DE SEGURANÇA
DISSEG CHEFE

DIVISÃO DE ENGENHARIA
DISEN CHEFE

ESCRITÓRIO RÍO
ESRIO CHEFE

DIVISÃO DE CONTABILIDADE
DICON CHEFE

DIVISÃO DE TESOURARIA
DITES CHEFE

DIVISÃO DE SUPRIMENTO
DISUP CHEFE

DIVISÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
DIDEP CHEFE

DIVISÃO DE RELACIONAMENTO INDUSTRIAL
DIRIN CHEFE

SETOR RÍO
SERIO CHEFE

SETOR SUL
SESUL CHEFE

SETOR DE DILIGENCIAMENTO
SEDI CHEFE

SETOR DE PROGRAMAÇÃO
SEPR CHEFE

SETOR DE INSP EQUIPAMENTOS
SEIE CHEFE

SETOR DE VIGILÂNCIA
SEVI CHEFE

SETOR DE SEGURANÇA DO TRABALHO
SEST CHEFE

SETOR DE CONTRUÇÃO
SECON CHEFE

SETOR DE ENGENHARIA
SEEN CHEFE

SETOR DE CONTABILIDADE GERAL
SECG CHEFE

SETOR DE CONTAS A PAGAR
SECPA CHEFE

SETOR DE MATERIAIS
SEMA CHEFE

SETOR DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
SEDP CHEFE

SETOR DE RELACIONAMENTO INDUSTRIAL
SERI CHEFE

SETOR DE VENDAS
SEVEN CHEFE

SETOR DE OPERAÇÃO
SEOPE CHEFE

SETOR DE MANUTENÇÃO
SEMAN CHEFE

SETOR TÉCNICO
SETECHEFE

SETOR DE SEGURANÇA
SESEG CHEFE

SETOR DE ENGENHARIA
SEEN CHEFE

SETOR DE CONTABILIDADE GERAL
SECG CHEFE

SETOR DE CONTAS A PAGAR
SECPA CHEFE

SETOR DE MATERIAIS
SEMA CHEFE

SETOR DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
SEDP CHEFE

SETOR DE RELACIONAMENTO INDUSTRIAL
SERI CHEFE

SETOR DE VENDAS
SEVEN CHEFE

SETOR DE OPERAÇÃO
SEOPE CHEFE

SETOR DE MANUTENÇÃO
SEMAN CHEFE

SETOR TÉCNICO
SETECHEFE

SETOR DE SEGURANÇA
SESEG CHEFE

SETOR DE ENGENHARIA
SEEN CHEFE

SETOR DE CONTABILIDADE GERAL
SECG CHEFE

SETOR DE CONTAS A PAGAR
SECPA CHEFE

SETOR DE MATERIAIS
SEMA CHEFE

SETOR DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
SEDP CHEFE

SETOR DE RELACIONAMENTO INDUSTRIAL
SERI CHEFE

SETOR DE VENDAS
SEVEN CHEFE

SETOR DE OPERAÇÃO
SEOPE CHEFE

SETOR DE MANUTENÇÃO
SEMAN CHEFE

SETOR TÉCNICO
SETECHEFE

SETOR DE SEGURANÇA
SESEG CHEFE

SETOR DE ENGENHARIA
SEEN CHEFE

SETOR DE CONTABILIDADE GERAL
SECG CHEFE

SETOR DE CONTAS A PAGAR
SECPA CHEFE

SETOR DE MATERIAIS
SEMA CHEFE

SETOR DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
SEDP CHEFE

SETOR DE RELACIONAMENTO INDUSTRIAL
SERI CHEFE

SETOR DE VENDAS
SEVEN CHEFE

SETOR DE OPERAÇÃO
SEOPE CHEFE

SETOR DE MANUTENÇÃO
SEMAN CHEFE

SETOR TÉCNICO
SETECHEFE

SETOR DE SEGURANÇA
SESEG CHEFE

SETOR DE ENGENHARIA
SEEN CHEFE

SETOR DE CONTABILIDADE GERAL
SECG CHEFE

SETOR DE CONTAS A PAGAR
SECPA CHEFE

SETOR DE MATERIAIS
SEMA CHEFE

SETOR DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
SEDP CHEFE

SETOR DE RELACIONAMENTO INDUSTRIAL
SERI CHEFE

SETOR DE VENDAS
SEVEN CHEFE

SETOR DE OPERAÇÃO
SEOPE CHEFE

SETOR DE MANUTENÇÃO
SEMAN CHEFE

SETOR TÉCNICO
SETECHEFE

SETOR DE SEGURANÇA
SESEG CHEFE

SETOR DE ENGENHARIA
SEEN CHEFE

SETOR DE CONTABILIDADE GERAL
SECG CHEFE

SETOR DE CONTAS A PAGAR
SECPA CHEFE

SETOR DE MATERIAIS
SEMA CHEFE

SETOR DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
SEDP CHEFE

SETOR DE RELACIONAMENTO INDUSTRIAL
SERI CHEFE

2.06

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 de água e conseqüente 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 nela existente (cálcio, Magnésio, Ferro, Alumínio, Amônia, etc). Após a eliminação do mesmo, 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 80 KA, 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%. Terminado 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 HIPOCLORÍDICO 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, siderurgia, 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 o eteno produzido na própria fábrica a partir do 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:

Grande parte do estágio , foi dedicado a manutenção e pesquisa sobre bombas.

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

Os métodos mais comuns de aumentar a energia do fluido são os que empregam equipamentos de deslocamento positivo e os de ação centrífuga . Nos sistemas de deslocamento positivo uma porção do fluido é presa numa câmara , e pela ação de um pistão ou peças rotativas, ele é impulsinado para fora. Nos equipamentos que usam ação centrífugas. Constam essencialmente de uma carcaça dentro da 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 DAS BOMBAS

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 ou 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.

São de baixa rotação, a velocidade do pistão varia de 12 m/min até 40 m/min, dependendo do curso, que pode va-

riar de 7,5 cm até 60 cm. A pressão máxima de descarga da bomba a pistão é geralmente de 50 atm.

O rendimento mecânico das bombas alternativas pequenas é de 50% e varia de 70 a 90 % para as grandes bombas.

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 barracha. Servem também para deslocamento de lamas.

4.1.2 - BOMBAS ROTATIVAS:

Existem diversos tipos, sendo mais comuns as do tipo engrenagem, lóbulo, de parafuso sem fim. Nessas bombas o ajuste entre o rotor e a carcaça é importante para evitar fugas internas. Funcionam bem para fluidos limpos viscosos (óleos combustíveis). Trabalham até 200 atm. Para evitar o atrito entre as engrenagens ou lóbulos, esse tipo de bomba pode ser movido externamente por engrenagem que se tocam, evitando, porém o contato entre os dentes das engrenagens ou lóbulos internos. 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 a saída são interligadas hidráulicamente.

Bombas de deslocamento positivo, são bombas em que a entrada é vedada da saída.

As bombas centrífugas constam essencialmente de uma car-

caça e um rotor provida 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 a 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 acopladas diretamente. São usuais as rotações de 1750 e 3500 rpm.

As bombas centrífugas cobrem uma faixa de vazão e pressão muito largos. Assim existem bombas com vazão de 15 l/min com pressão diferencial (entre saída e entrada) de 0,15 a 0,30 atm e outros com 1200 l/min e pressão de 200 atm. Podem trabalhar com líquidos quentes (450°C) e lamas.

4.2 - CLASSIFICAÇÃO DAS BOMBAS CENTRÍFUGAS

As bombas centrífugas são classificadas sob diversos critérios:

4.2.1 - Quanto ao tipo de Rotor

4.2.2 - Quanto ao tipo de Carcaça

4.2.3 - Quanto a Alimentação

4.2.4 - Quanto ao número de Estágios

4.2.1 - QUANTO AO TIPO DE 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 CARCAÇA

A carcaça pode ser bipartida axialmente ou bipartida radialmente. As bombas de grandes dimensão 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 uma 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 elementos de vedação.

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.

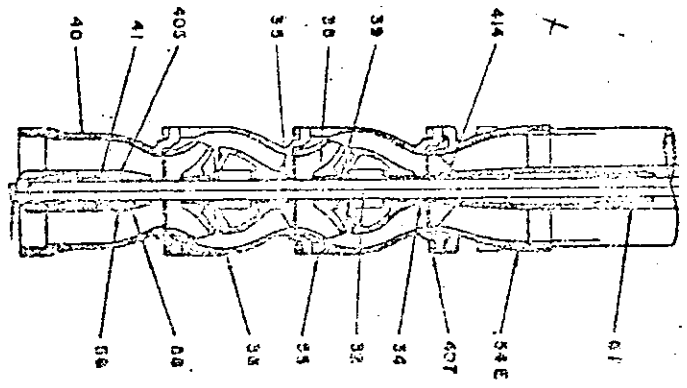


Figura 2.

4.9 - 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 carcaça concêntrica com palhetas fixas.

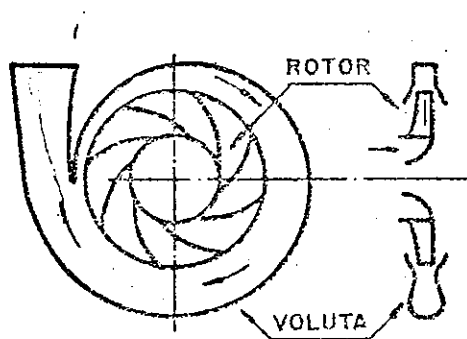


Fig. 1 - Carcaça tipo Voluta

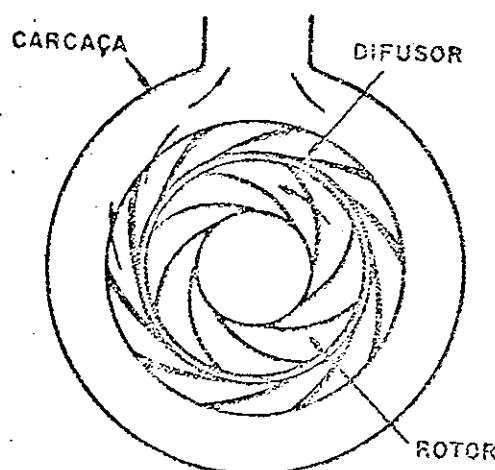


Fig. 2 - Carcaça tipo Difusor

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 à 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.

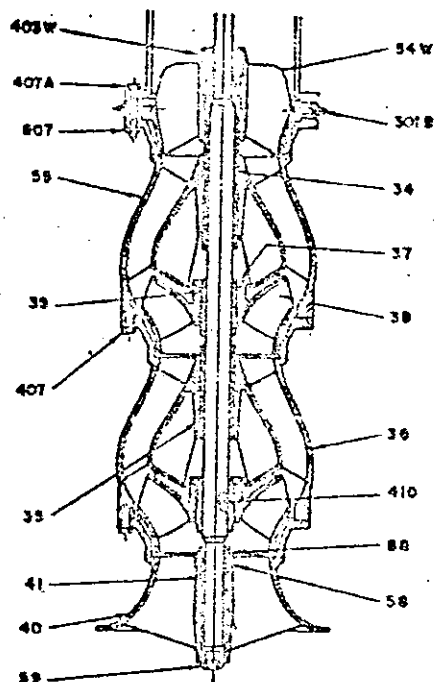


Figura 2.

4.10 - FLANGES

Flanges são elementos de ligação entre a bomba e a tubulação. Es tão sujeitos a normas de dimensões e limites de pressão, temper turas, não só 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.

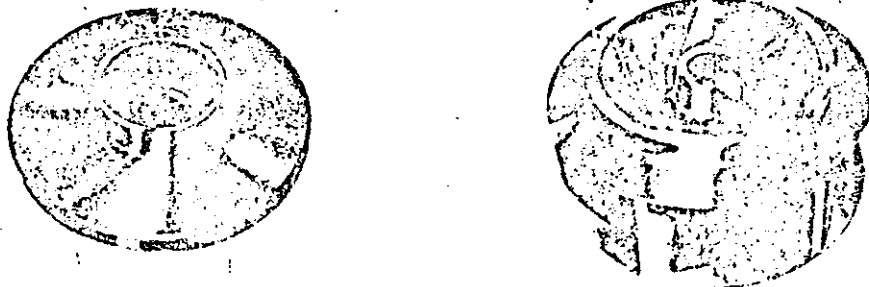


Figura 3.

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 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 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 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.

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

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

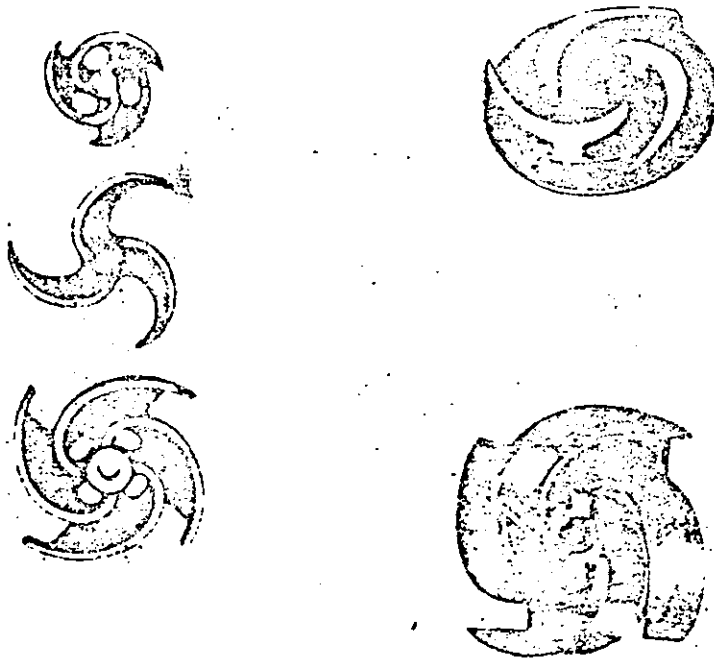


Figura 4.

4.13 - ANÉIS DE DESGASTE

São peças montadas só na carcaça (estacionário), só no rotor (girante) ou em ambos e, que mediante pequena folga operacional. Fazem a separação entre as zonas onde imperam 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 deflexão 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. Na figura 5 esta representado um eixo.

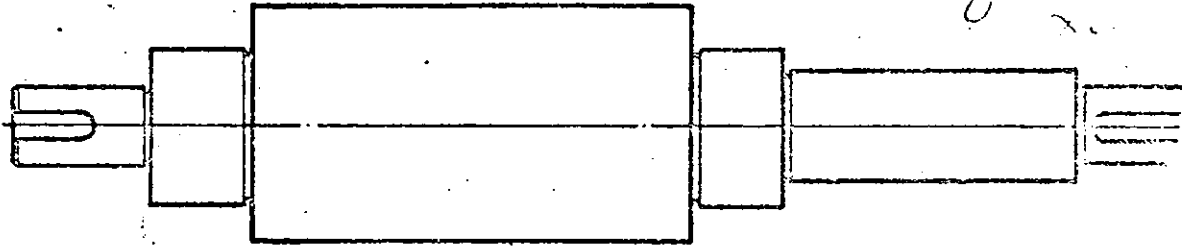


Figura 5.

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 o 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.

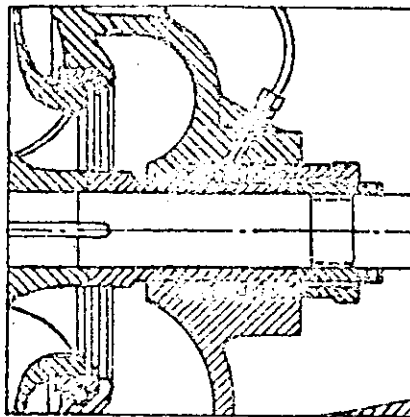


Figura 6.a

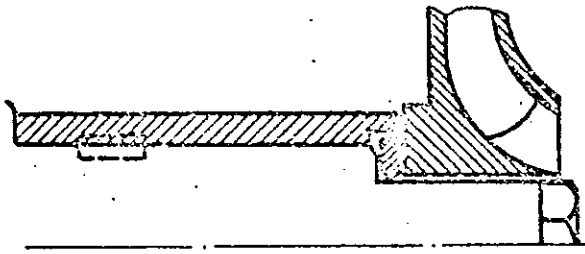


Figura 6.b

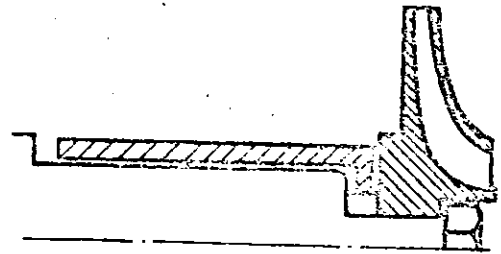


Figura 6.c

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.

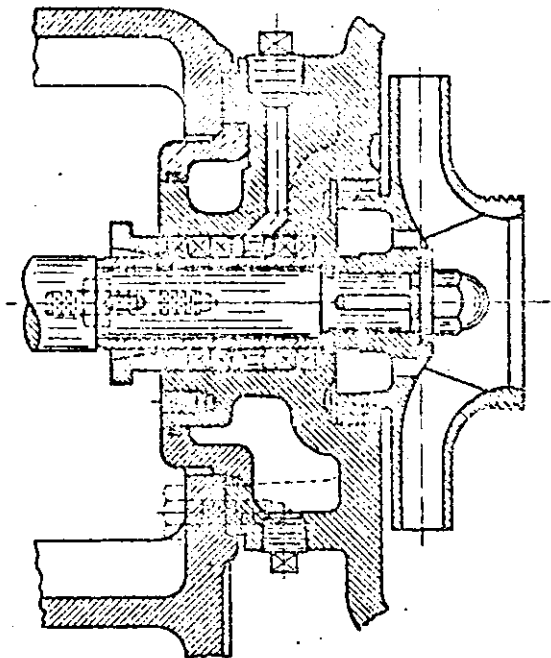
As gaxetas de grafite, relativamente novas, tem se mostrado adequadas a condições severas, face as suas propriedades de boa resistência ao ataque químico, resistência a altas temperaturas. Tem a desvantagem de serem caras e não resistirem a oxidantes fortes.

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 especializado, de muita precisão e de alto custo inicial, sendo entretanto 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:

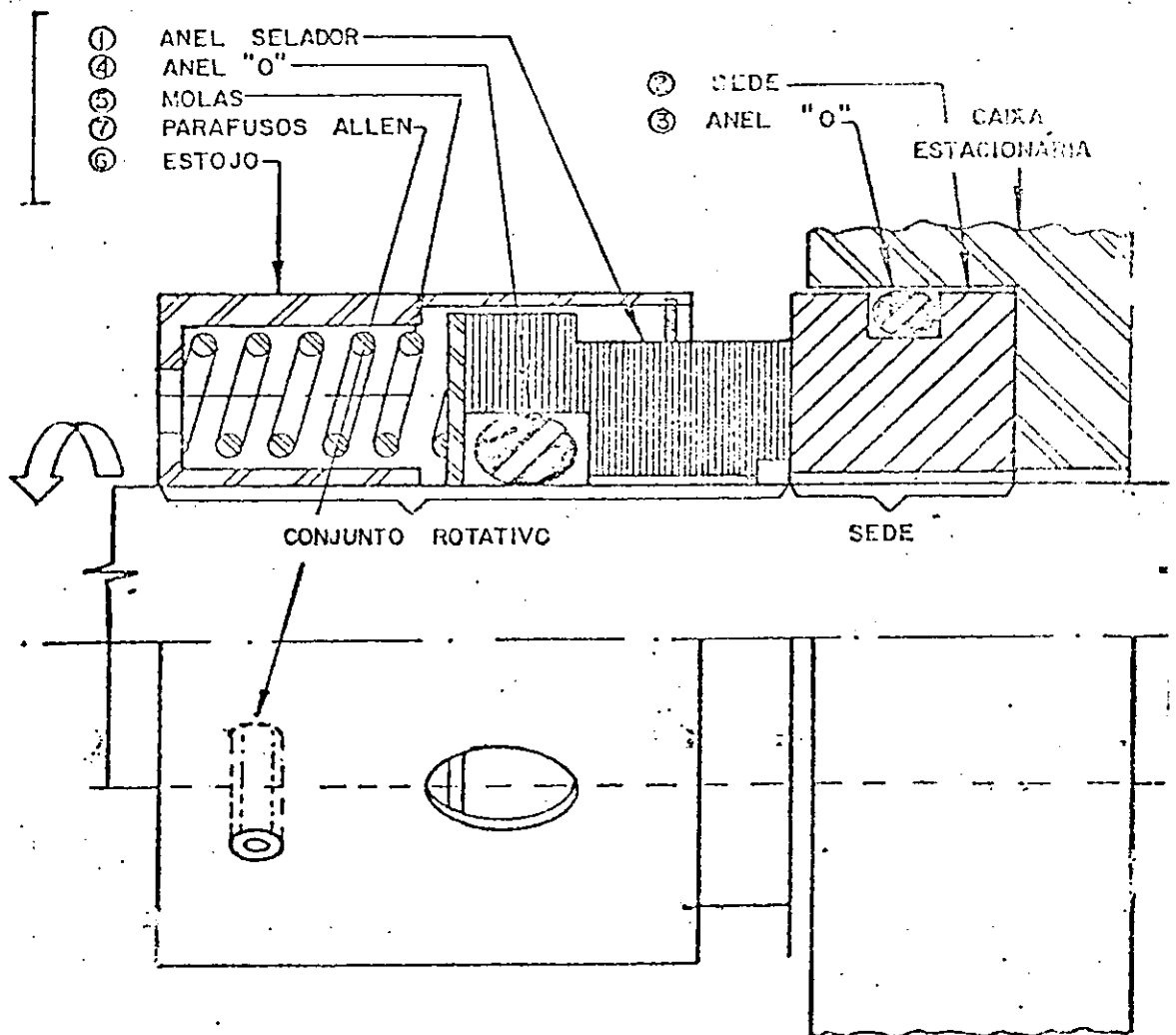


Figura 7.

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 esccora como radiais para bomba de dupla sucção e sucção axial são os de uma carreira de esfera, para bombas de serviços gerais e pressões 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 lubrificadas a graxa, podendo ser lubrificadas a óleo em condições especiais, quando temperaturas elevadas estejam envolvidas. Os de contato angular são sempre lubrificadas à 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 lubrificadas pelo próprio líquido bombeado. Estas bombas trabalham 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 conjun

to. O conjunto é alinhado na fábrica e durante o transporte pode sofrer deslocamentos. 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 à 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 trocávamos as gaxetas ou selo mecânicos, corrigindo assim o vazamento.

Muito comum também foi a troca de rolamentos, esta manutenção 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 feita limpeza de bombas verticais, que trabalha na lagoa, foi necessário a limpeza da mesma, porque a bomba não estava sucionando 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 visto 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 muita 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 lousça, que é justamente quem faz a vedação com o selo, havendo necessidade apenas, da troca do mesmo.

Referências da maioria das bombas que passou pela manutenção:

FABRICANTE	REFERÊNCIAS
<p>WORTHINGTON (Centrífuga Horizontal)</p>	<p>Tipo: LNS-34 Série: BX 52250 Capacidade: 650 m³/h RPM: 700 Item: 243 - 1223 - 002</p>
<p>SULZER WEISE S.A. (Centrífuga horizontal)</p>	<p>Tipo: ZHO - 111 - 322 Nº. 130528 RPM: 1750 Capacidade: 60 m³/H</p>
<p>SULZER WEISE S.A. (Centrífuga horizontal)</p>	<p>Tipo: ZHO - 1 - 251 Nº. 130543 RPM: 1750 Capacidade: 20 m³/h Temperatura: 30°C - Item: 242 - 1223 003</p>
<p>MORRIS PUMP, INC (Centrífuga horizontal)</p>	<p>Série: nº. ML4149 RPM: 363 Capacidade: 48370 GPM Item: 228 - 1223 - 013</p>
<p>SULZER WEISE S.A. (Centrífuga horizontal)</p>	<p>Tipo: RCKU 25/160 CA Capacidade: 121 m³/h Temperatura: 60°C RPM: 3500 Item: 710 - 2305 - 042-B</p>
<p>WORTHINGTON S.A. (centrífuga vertical)</p>	<p>Tipo: 8X 28/4 Nº de Série: BX 59179 Item: 100 - 1223 - 001</p>

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 - 007-A
OMEL S.A. (Dosadora) Alternativa	Bomba: NSP-2 Série: 55853-B Item: 710 - 2305 - 008-B

5. COMPRESSORES

O transporte de fluidos compressíveis, tornado possível por máquinas como compressores, é parte fundamental dos processos da indústria química. 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, adsorção, 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. Este é empregado para operação dos instrumentos pneumáticos, atuação de servo-sistemas, e para utilidades em geral em qualquer unidade de processos químicos.

A compressão de um gás é efetuada praticamente segundo um de dois procedimentos básicos, os 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 em:

5.1.1 - Alternativos

5.1.2 - Rotativos

5.1.1 - ALTERNATIVOS

Compressores de êmbolo (de 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, e 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

Trabalho sobre o gás é efetuado por rotor provido de paleta.

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

5.2.1.1 - Centrifugos - 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
- Centrífgos: 3.000 - 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 - TIPOS DE COMPRESSÃO

Uma compressão adiabática irreversível é a que se verifica normalmente nos turbo compressores, estes geralmente não são resfriados, e além disso operam com altas vazões (causando altas velocidades do gás), fazendo com que o calor cedido por cada unidade de massa de gás ao ambiente seja bastante reduzida. Para esses

compressores a pressão de descarga não são muito elevadas.

Os compressores alternativos efetuam compressões com resfriamento do gás, devido ao relativamente longo tempo de permanência de uma unidade de massa do gás trocando calor com o ambiente, e às altas pressões de descarga (e consequentes altas temperaturas) contra as quais atuam esses compressores.

5.4 - COMPRESSORES ALTERNATIVOS

Este é o tipo mais antigo e mais comum de compressor de deslocamento positivo. Os compressores de simples efeito são normalmente do tipo tronco, enquanto que os de duplo efeito utilizam um projeto de cruzeta. Os compressores alternativos são disponíveis em ambas as versões de cilindros lubrificados e não lubrificados. Os compressores alternativos normalmente têm válvulas auto-acionáveis.

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

O conjunto da válvula é composto de um assento, a sede da válvula, discos e molas. Os discos se movimentam entre o assento e a sede.

Quando os discos estão encostados contra a sede, a válvula está totalmente aberta, e quando estão encostados contra o assento, está totalmente fechado. Os discos mais próximos do assento são chamados de discos de válvulas e os mais próximos da sede são chamados de discos amortecedores. Os discos de válvulas concêntricos livres possuem a vantagem de ter uma pequena resistência à passagem de ar, e sua superfície pode ser tratada para se obter uma vida útil satisfatória.

O projeto e a qualidade das válvulas são fatores decisivos para muitos dados de desempenho do compressor, tais como o consumo específico de energia, a eficiência volumétrica, o custo de manuten

ção e a vida útil.

As qualidades necessárias das válvulas são:

- Estanqueidade, quando fechadas
- Causar pequena perda de carga quando abertas
- Pequena inércia das partes móveis, para que a sua abertura ou fechamento se faça rapidamente
- Resistência das peças a choques, pressões, temperaturas elevadas e à corrosão
- Facilidade de manutenção

As válvulas podem ser:

- Automáticas
- Comandadas

5.5 - VÁLVULAS AUTOMÁTICAS

A sua abertura ou fechamento se faz pela diferença entre a pressão do reservatório de gás com a qual ela comunica o cilindro, e a pressão interna do gás no cilindro.

Os tipos mais comuns são:

- 5.5.1 - de lâminas elásticas planas
- 5.5.2 - de lâminas elásticas curvas
- 5.5.3 - de disco plano
- 5.5.4 - poppet

5.6 - VÁLVULAS COMANDADAS

As válvulas automáticas introduzem perdas de carga elevadas em virtude da limitação do levantamento.

As válvulas comandadas permitem levantamentos maiores com menores perdas de carga.

Os inconvenientes das válvulas comandadas são:

- Construção complexa, custo bem maior - causa principal de sua rara utilização

- Acréscimo de trabalho necessário para relações de compressão diferentes da de projeto.

5.7 - MATERIAIS DAS VÁLVULAS

São escolhidos levando em conta as pressões de serviço, temperatura de descarga, a agressividade de gás e as condições de lubrificação.

Em compressores de pistão lubrificados, o gás carrega partículas de óleo, formando uma película lubrificante na válvula. Em compressores não lubrificados as condições de serviço da válvula são portanto mais precárias.

Para os compressores não lubrificados, que é o caso dos compressores alternativos da SALGEMA, o material em geral usado é o aço. Geralmente a válvula é colocada:

- Compressores de simples efeito - no cabeçote
- Compressores de duplo efeito - no cilindro junto nos cabeçotes.

5.8 - UMIDADE

Em compressores de alta pressão que usam inter-coolers para reduzir a temperatura do gás, a presença de vapor condensável no gás causa problemas, pois ele condensa nos inter-coolers e deve ser removido para não causar danos ao compressor.

5.9 - INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE SERVIÇO

5.9.1 - PRESSÃO DE SUCCÃO

Se houver uma diminuição na pressão de sucção causa um menor volume aspirado, e portanto uma menor vazão fornecida pelo compressor.

5.9.2 - TEMPERATURA DE SUCCÃO

Quanto maior a temperatura de sucção, menor a massa de gás que preenche o cilindro, maior o trabalho por unidade de massa requerido e maior a temperatura de descarga.

5.9.3 - PRESSÃO DE DESCARGA

Um aumento na pressão de descarga causa os mesmos efeitos que uma diminuição da pressão de sucção. A vazão em volume sofrerá um decréscimo e a temperatura aumentará.

5.10 - FINALIDADE DA COMPRESSÃO EM ESTÁGIOS

5.10.1 - Aproximação da transformação isotérmica, com redução do trabalho requerido e da temperatura de descarga do gás.

5.10.2 - Redução da carga sobre os pistões.

5.10.3 - Aumento do rendimento volumétrico.

Um compressor em estágios é bem mais caro do que um compressor em um estágio.

5.11 - COMPRESSORES NÃO LUBRIFICADOS

São usados para trabalhar em sistemas em que não pode haver contato do óleo com o gás.

Na verdade somente o cilindro e a vedação da haste não são lubrificadas; os mancais do girabrequim e as articulações das bielas são lubrificadas pelos sistemas usuais.

Empregam-se comumente compressores alternativos não lubrificados nas seguintes aplicações:

- Compressão de O_2 - pois poderia haver combustão do O_2
- Compressão de gases que reagem com lubrificantes - Cl_2
- Sistemas de refrigeração - Prejudica a transferência de calor
- Fabricação de válvulas, medicamentos, alimentos - não pode haver a contaminação do gás pelo o óleo
- Ar comprimido para limpeza de moldes de fundição, causa borras na peça
- Ar comprimido para instrumentos - o óleo bloquearia os tubos ou instrumentos.

5.11.1 - INCOVENIENTES DOS COMPRESSORES NÃO LUBRIFICADOS

5.11.1.1 - MENOR VIDA

Pois os anéis e o cilindro se atritam diretamente, desgastando-se mais rapidamente.

5.11.1.2 - MAIOR POTÊNCIA NECESSÁRIA

Devido ao maior atrito.

5.11.1.3 - MENORES ROTACÕES

Para evitar desgastes excessivos, causando maiores dimensões para mesmas capacidades.

5.11.1.4 - MAIORES FUGAS5.11.1.5 - MANUTENÇÃO MAIS FREQUENTE5.12 - COMPRESSORES COM ANÉIS DE CARVÃO OU TEFLON

Nesses compressores, os anéis do pistão e a vedação da haste são fabricados em material que forneça baixo atrito, em geral carvão bastante denso ou teflon.

MATERIAL	BOAS PROPRIEDADES
CARVÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Rigidez - Baixo coeficiente de atrito - Resistência a temperaturas altas
TEFLON	<ul style="list-style-type: none"> - Plástico - Fabricação fácil - Excelentes propriedades anti-corrosivas - Resistência química ao O₂ - Baixo coeficiente de atrito - Não contamina o gás

MATERIAL	DEFICIÊNCIAS
CARVÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Fragilidade - Seu pó é abrasivo - Condensação no cilindro - Não se deforma e portanto pequenas deformações do cilindro causa folgas
TEFLON	<ul style="list-style-type: none"> - Suporta apenas T 500°F - Baixa condutividade térmica - Muito flexível

Para esse tipo de anéis, são muito preferidos cilindros verticais, que evitam desgaste excessivo dos anéis, causado por cargas laterais provenientes do peso do pistão.

Compressores grandes de processo são geralmente, contudo, horizontais, para evitar acréscimo de forças na haste, biela, eixo e mancais devido ao peso do pistão.

Tanto o cilindro como a caixa de selagem da haste devem ser providas de camisas para a circulação de água de resfriamento.

5.13 - COMPRESSORES DE LABIRINTO (SULZER)

Nesses compressores, a vedação entre pistão e cilindro é efetuada por um perfil tipo labirinto reto formado por ranhuras realizadas no pistão e no cilindro.

A selagem é quase tão boa como a de um pistão com anéis e lubrificação, apresentando fugas da ordem de 5%. Para assegurar a folga radial necessária entre pistão e cilindro, existe, além da guia normal da haste, uma segunda guia na peça distanciadora provida de anéis raspadores de óleo, a qual atua diretamente na haste. A vedação da haste é feita por anéis de carvão também com perfil labirinto. Esses compressores apresentam cilindros em linha dis-

postos verticalmente para facilitar o alinhamento.

A ausência de atrito entre pistão e cilindro torna possíveis maiores rotações que as do tipo de anéis de carvão ou teflon.

Exemplo Ingersoll-Rand.

Rotações para os dois modelos de compressores SULZER:

MODELO	R.P.M.
K 90	1.150
K 140	725

5.14 - VIBRAÇÕES EM UM COMPRESSOR ALTERNATIVO

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

A frequência natural do conjunto rotativo pode ser controlada pelo projeto adequado do acoplamento entre o compressor e o acionador, pelo o uso de contra-pesos no girabrequim, para compensar as massas com movimento alternativo, e por um compromisso entre a massa do rotor do acionador e a massa do conjunto rotativo do compressor.

5.15 - PRECAUÇÕES COMPRESSORES ALTERNATIVOS

5.15.1 - CUIDADOS DIÁRIOS

5.15.1.1 - Verificar nível de óleo

5.15.1.2 - Drenar condensado do vaso de descarga e acumulador

5.15.1.3 - Verificar qualquer ruído ou vibração anormal.

5.15.2 - CUIDADOS SEMANAIS

5.15.2.1 - Limpar filtro de ar

5.15.2.2 - Limpar partes externas do compressor e acionador

5.15.2.3 - Testar manualmente válvula de segurança.

5.15.3 - CUIDADOS MENSALS

5.15.3.1 - Verificar se não há vazamento no sistema de compressão

5.15.3.2 - Inspeccionar o óleo e trocá-lo se for verificada qualquer contaminação

5.15.4 - CUIDADOS A CADA 3 MESES

5.15.4.1 - Trocar o óleo

5.15.4.2 - Inspeccionar as válvulas do compressor

NOTE BEM

Durante o meu estágio em compressores a maioria (90%) das manutenções foram em compressores alternativos, portanto, fornecerei algumas informações mais detalhada sobre os mesmos.

5.16 - MANUTENÇÃO

5.16.1 - 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 no final de cada 5.000 horas de serviço. Se a máquina estiver irregularmente 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.

Peças defeituosas, tais como discos de válvulas ou discos amortecedores quebrados, devem ser imediatamente 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.

5.16.2 - ÊBOLOS

A folga diametral entre o êmbolo e o cilindro deve ser controlada por ocasião de revisões maiores de preferência em intervalos de 2 a 3 anos, utilizando um apalpador. Folgas excessivas podem ocasionar uma variação da pressão intermediária um aumento de temperatura do gás no lado recalque e uma redução da vazão.

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

5.16.3 - ANÉIS DA CAIXA DE EMPANQUE

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

Anéis excessivamente gastos aumentam as perdas e disto pode resultar que a pressão no cárter esteja consideravelmente mais alta do que a pressão de aspiração. Se o compressor estiver equipado com válvulas comandadas, pode o óleo lubrificante formar espuma no momento de ligar para carga reduzida. Pela formação de espuma pode diminuir a pressão produzida pela bomba de óleo até que o pressostato diferencial desligue o motor de acionamento. A formação de espuma é provocada por queda rápida de pressão no cárter.

5.16.4 - SÉLO ROTATIVO NO EIXO-MANIVELA

O selo rotativo fica acessível após 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 de fêcho previsto para este fim.

Após a montagem do sêlo rotativo, deve-se montar novamente o volante com o cuidado indicado. A porca do volante deve ser apertada fortemente e bem travada. A arruela não deve, em caso algum, encostar no eixo manivela.

5.16.5 - DISPOSITIVO DE RASPAGEM DE ÓLEO

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

5.16.6 - ÓLEO LUBRIFICANTE

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

5.16.7 - RESFRIAMENTO

Afim de se evitar sôbre-aquecimentos locais, recomenda-se controlar em intervalos adequados, dependendo da qualidade da água, o estado da câmaras do resfriamento. A limpeza do sistema de resfriamento deve ser feita por especialistas. Após a limpeza deve-se proceder uma prova de estanqueamento do sistema de água refrigerante, prestando atenção às ligações de canos no interior do compressor. As câmaras de resfriamento são construídas para uma pressão de serviço de 8 kg/cm^2 .

5.16.8 - 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 biela 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.

5.17 - COMPRESSOR DE LÓBULOS

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 interligam, 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.

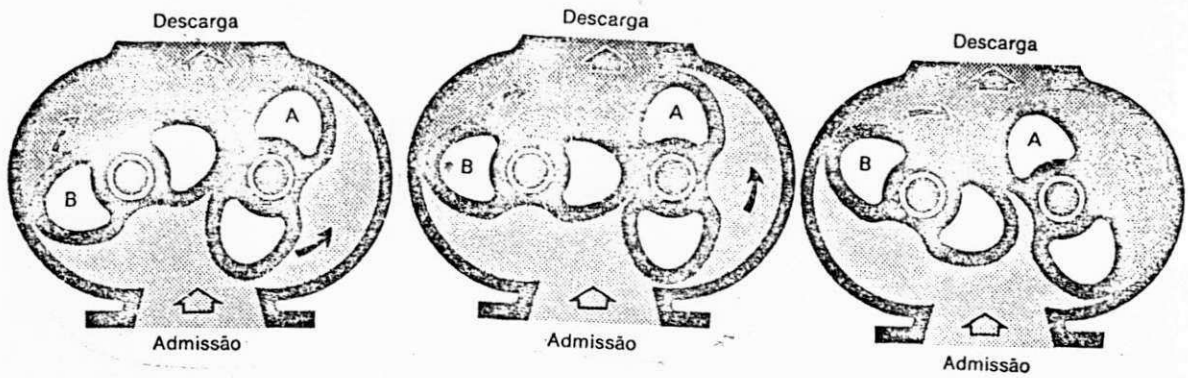


Figura 1.

5.18 - 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.

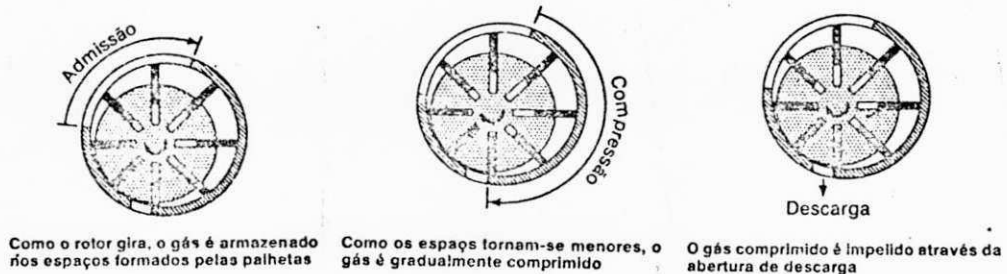


Figura 2.

Um rotor com lâminas dispostas radialmente é montado excêntrica-mente num alojamento estator. Quando gira as palhetas são pressi-onadas contra as paredes do estator, pela força centrífuga. O ar admitido pelo compressor é introduzido no espaço entre as palhetas na sua posição mais excêntrica 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 comuns, mas necessitam de anéis de restrição.

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

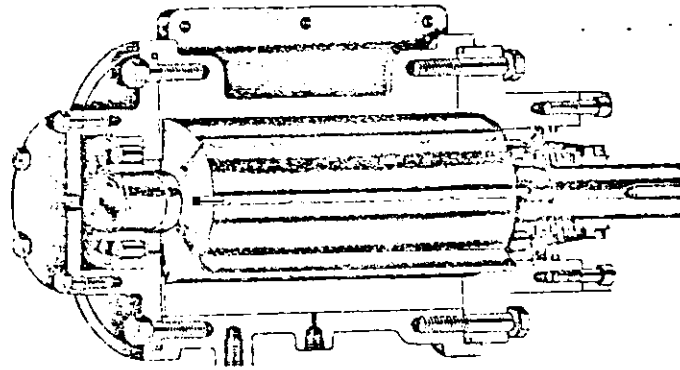


Figura 2.1

5.19 - 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. Conseqüentemente existe a combinação de capacidades elevadas com pequenas dimensões externas. A regulação 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 ele

mento de alta pressão para a admissão a fim de evitar que o compressor se transforme numa bomba de vácuo.

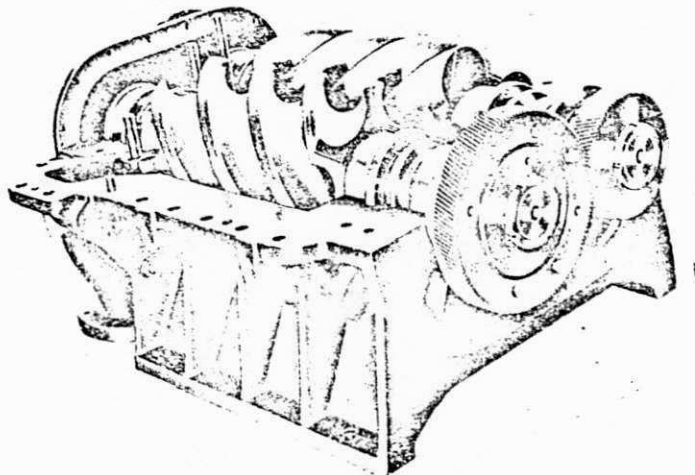


Figura 3.

5.20 - 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.

A maioria das unidades centrífugas comercializadas operam em torno de 20.000 rpm, com uma grande tendência de aumentar.

A capacidade mínima de um compressor é limitada principalmente ' pelo fluxo através do último estágio.

Como limite prático podemos tomar 160 l/s na de um tipo bi-partido horizontalmente

Seção transversal de um compressor centrífugo típico de cinco es tágios, bi-partido horizontalmente, veja figura 4.

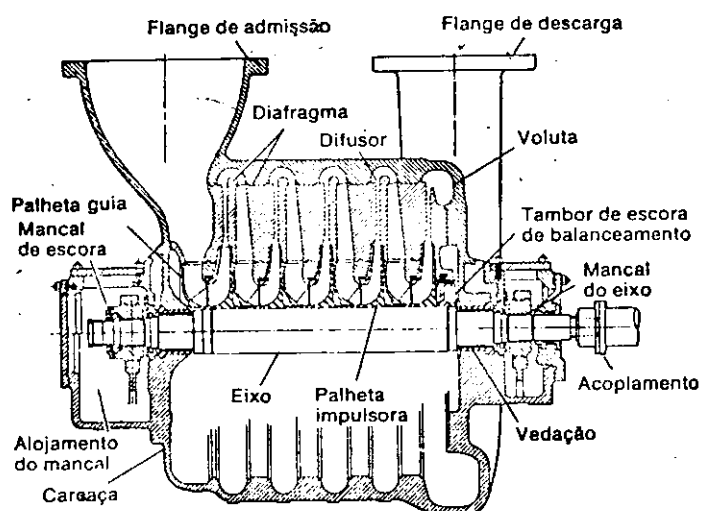


Figura 4.

5.20.1 - CARCAÇA DE UM COMPRESSOR CENTRÍFUGO

A carcaça de um compressor centrífugo pode ter duas variações construtivas:

- a. dividida horizontalmente, em um plano que passe pelo eixo.
- b. dividida verticalmente, em um plano perpendicular ao eixo.

Do ponto de vista de manutenção a carcaça dividida horizontalmente é mais interessante, pois o acesso ao conjunto rotativo é mais fácil. Contudo esse tipo de carcaça tem pressões máximas de trabalho limitadas devido à dificuldade de vedação da junta horizontal. Com essa carcaça compressores pequenos podem ter pressões de des

carga de até 750 psig e compressores grandes até 200 psig.

Com carcaça dividida verticalmente, compressores menores, podem trabalhar com pressões até 10.000 psig e com compressores grandes até 650 psig.

O compressor centrífugo de um modo geral tem ainda pressões máximas limitadas, devido a:

- Sistema de selagem do eixo, principal limitante.
- Velocidade máxima do gás, conforme será visto a relação de compressão que um compressor é capaz de fornecer para um gás em determinadas condições é função da rotação do rotor.
- Estrutura mecânica do rotor - Também causa limitação da rotação. Em geral, os fabricantes usam um valor máximo para a velocidade periférica do rotor para levar em conta também a influência do diâmetro do rotor nas tensões que surgem na peça.

Deve-se ainda acrescentar que, qualquer que seja a repartição da carcaça todos os bocais de sucção, descarga, são integrais com a carcaça.

Os compressores bipartidos horizontalmente são geralmente feitos de ferro fundido, ferro fundido nodular ou aço fundido, dependendo das pressões, do tipo de gás e das especificações envolvidas.

As carcaças bipartidas verticalmente, ou carcaça tipo barril são geralmente feitas de aço fundido ou no caso de altíssimas pressões, são feitas de aço forjado, com os bocais de sucção e descarga soldados ao barril forjado.

Todo conjunto rotativo mais difusores, mancais e selagem são montados previamente, fora do barril, e em seguida introduzidos dentro da carcaça, através da abertura

ra do flange cego lateral.

O eixo é sólido, fabricado com aço forjado, sendo os rotores montados com interferência, através de aquecimento no instante da montagem e, seguros ainda ao eixo pela introdução de pinos radiais.

Os rotores podem ser fabricados por soldagem, fundição, rebitagem ou usinagem, dependendo das tensões a que o material estará submetido, ao tipo de gás comprimido e do tamanho do rotor.

Em geral cada rotor é balanceado estática e dinamicamente assim como todo o conjunto rotativo. O conjunto rotativo é também a velocidade excessiva.

Devido aos problemas de dinâmica do rotor, a seleção adequada do mancal radial se torna de grande importância, sendo mais usados os tipos "limão" e "segmentado". O tipo segmentado é mais usado para compressores de alta rotação de 8.000 a 10.000 rpm, ou compressores onde a carga dos mancais é pequena ou ainda quando comprimido do gases muito pesados.

5.20.2 - ESFORÇO AXIAL E ACOPLAMENTO DO ROTOR

O esforço axial nos compressores é quase totalmente balanceado pela presença dos tambores de balanceamento em uma ou ambas as extremidades do rotor.

O tambor é provido com tiras de maneira a formar um labirinto, girando com pequena folga em relação ao anel estacionário para a carcaça.

O esforço axial remanescente, criado quando o compressor opera fora do ponto de projeto ou devido ao atrito nos acoplamentos, é absorvido pelo mancal axial, localizado na caixa de mancais. Normalmente são usados mancais de deslizamento com pastilhas feitas de metal branco

projetadas para que todas as pastilhas fiquem submetidas à mesma carga.

RELAÇÃO DE MATERIAIS NORMALMENTE UTILIZADOS

COMPONENTE	M A T E R I A L
Carcaça	Baixa Pressão Alta Pressão
	Aço fundido ou ferro fundido nodular 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
Luvras do Eixo	Aço AISI 1010 ou Aço liga
Labirintos (internos, eixo)	Alumínio, chumbo ou aço inoxidável
Selos	Bronze, Carbono ou Metal branco
Mancais (Radial, axial)	Corpo de Aço revestido com metal branco

5.20.3 - 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.

5.20.4 - 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.

5.21 - COMPRESSORES AXIAIS

O compressor axial é um compressor dinâmico, caracterizado 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 trabalha 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 metade 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 mó-

veis 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 necessitam de uma quantidade de ar elevada porém constante. Os compressores axiais são usados normalmente para capacidades acima de $65 \text{ m}^3/\text{s}$ e para pressões efetivas até 14 bar. Veja figura 5.

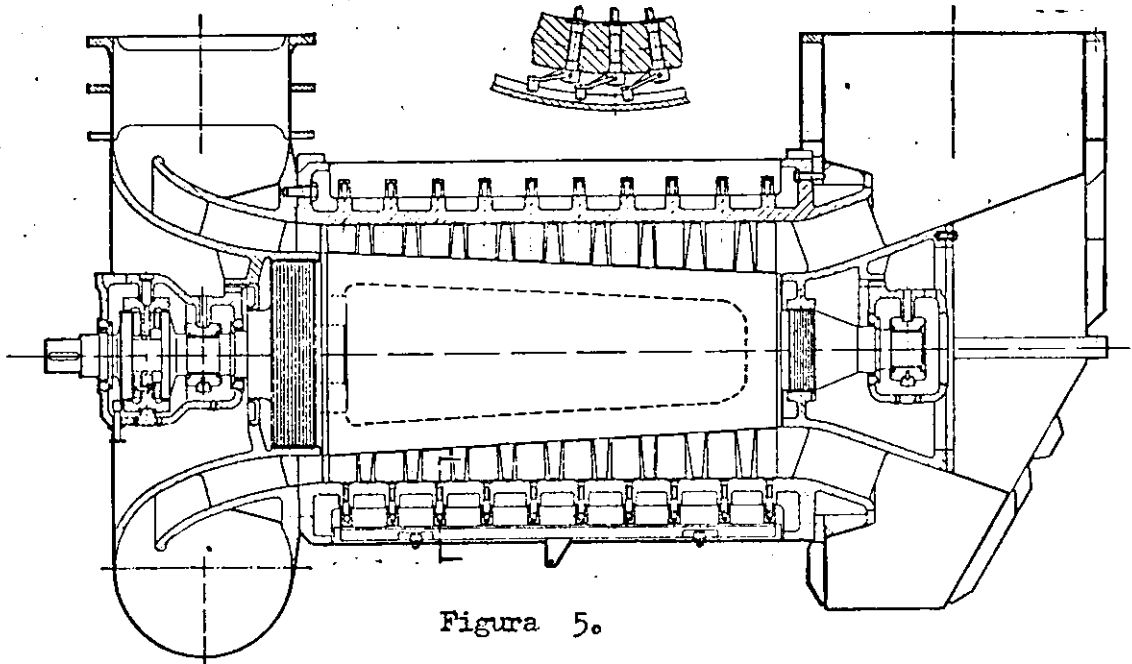


Figura 5.

5.22 - 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.

O resfriamento dos compressores de anel líquido é direto. Por causa do contato íntimo entre o gás e o líquido, a temperatura de descarga pode ser mantida próxima da temperatura de admissão do líquido.

- a - Impulsor
- b - Carcaça
- c - Abertura de admissão
- d - Abertura de descarga
- e - Líquido em serviço

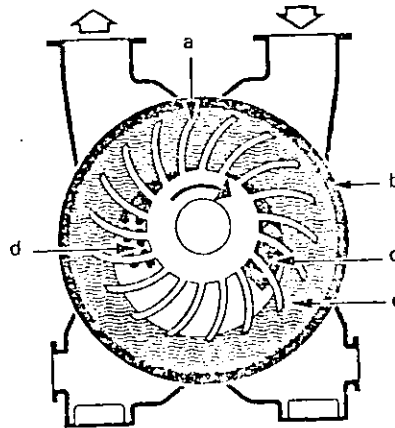


Figura 6.

5.23 - ATIVIDADES

Durante o meu estágio na manutenção de compressores, participei das manutenções de vários compressores, na maioria manutenção corretiva.

Os compressores que participei e acompanhei a manutenção foram:

- Compressor de Cloro - Elliot
- Compressor Carrier
- Compressor York
- Compressor Sulzer
- Compressor Ingersoll - Rand

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 es-

tava 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.

No compressor Elliot (cloro), 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.

Trocamos o casquilho, porque a folga radial estava fora do limite, usamos PLASTIGAGE para verificar a folga.

No lado que fica o multiplicador, verificamos a folga do casquilho com PLASTIGAGE, e foi necessário a troca do mesmo.

Foi necessário a troca do multiplicador e por último alinhamos compressor com multiplicador, depois multiplicador com motor.

No compressor Carrier, fizemos uma preventiva no 1º estágio, que trabalha a baixa pressão, isto é, verificamos o mancal axial, o mesmo estava fora da tolerância 10 centésimo (folga axial), corrigimos para 20 centésimo, retiramos um SHIM de 5 milésimo e colocamos um de 3 milésimo, a tolerância é na faixa de 20 a 25 centésimo.

Fizemos também, a leitura do mancal radial. Esta leitura é feita com PLASTIGAGE foi encontrado uma folga de 3 milésimo, portanto, estava dentro do limite que é de 3 a 4 milésimo.

No 2º estágio, que trabalha a alta pressão, a folga encontrada no mancal axial foi de 35 centésimo, retiramos um SHIM de 5 milésimo e a folga ficou dentro do limite.

No mancal radial, verificamos a folga usando PLASTIGAGE, encontramos uma folga de 10 milésimo, mas o limite é de 4 a 6 milésimo, portanto, tivemos que trocar o casquilho, logo após, fizemos o alinhamento compressor com multiplicador.

O compressor Ingersoll Rand 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 o anel de guia e colocamos também, as válvulas.

Voltando o compressor a atingir seu rendimento normal.

No compressor Ingersoll Rand que opera com eteno, notou-se um vazamento excessivo de gás, então foi necessário a troca das gaxetas, corrigindo assim o vazamento.

Nos compressores Sulzer, foi onde concentrou-se o maior número de manutenção, isto devido ao fato da grande quantidade do mesmo. Fizemos diversos tipos de manutenção. Como por exemplo: verificação da folga do pistão; para esta verificação, usamos um apalpador.

Neste mesmo compressor, tivemos que trocar os orrines do comando das válvulas de sucção do 1º estágio, porque os que estavam em uso permitiam entrada de óleo no sistema. Na maioria dos compressores Sulzer, tivemos que constantemente verificar as válvulas que, quando não davam passagem ao óleo para o sistema, davam problema na sucção ou descarga.

Um problema que se fazia presente, em quase todos os compressores Sulzer, era a queda da pressão do óleo. Para conter este problema, observei os mecânicos partirem por vários caminhos, isto é, trocavam o selo, faziam manutenção na bomba do óleo, usavam mangueira externamente, jogando água na tampa para baixar a temperatura do óleo e conseqüentemente aumentar a viscosidade do óleo. Mas, sempre foram tentativas quase sem sucesso. A única tentativa que teve sucesso foi a verificação e conseqüentemente a limpeza da válvula de alívio, que fica situado no mancal do lado do volante, sustentando a pressão em $4,2 \text{ kgf/cm}^2$, onde a mínima é $2,8 \text{ kgf/cm}^2$.

Tivemos a quebra do eixo manivela do compressor Sulzer 002, devi

do a golpe de líquido. O trocador estava com alguns dos tubos furados e logicamente entrava água no compressor, como o líquido é incompressível ocasionou a quebra do eixo. Foi necessário a desmontagem completa do compressor para efetuar a troca do eixo manivela. Começamos a desmontagem pelo: cabeçote e em seguida retiramos: válvulas, pistões, linha de água, linha de ar, toda a parte superior. Logo após veio a retirada da caixa de empanque e depois desconectamos o motor, sacamos o volante, retiramos por ordem, as bielas, os mancais, eixo manivela.

Para a montagem do mesmo, usamos o seguinte critério:

1ª) - LEITURAS E MEDIDAS

Todas as peças solicitadas ao almoxarifado é necessário que se faça leituras e medidas. Fizemos estas leituras e medidas no virabrequim, nos mancais, nos pinos do virabrequim, na bucha do pino.

2ª) - AJUSTAGEM

No ajustamento da biela com o virabrequim a folga que ficou foi de 4 milésimo. O limite é de 4 a 10 milésimo.

3ª) - MONTAGEM

Colocamos o virabrequim em seguida os mancais, fizemos a verificação de flexão no eixo manivela, e a tolerância dessa flexão é no máximo 3 milésimo.

Fizemos o alinhamento do motor com o compressor e este alinhamento deve ser igual a zero tanto angular como na altura, porque o acoplamento é rígido, em seguida colocamos a biela, a caixa de empanque, recolocamos a parte superior, linha de ar e água, pistões, válvulas e cabeçote.

Participei de limpezas da câmara de resfriamento.

Sempre que desacoplamos o motor do compressor é necessário na hora de acoplar, um alinhamento dentro dos limites. Usamos para alinhamento um relógio comparador.

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 - 090 A
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 - 090 B
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	Série Nº. EM000020 Modelo: 238 B 7 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 - 017 B
SULZER BRASIL S.A.	K 140-2A / ETENO Capacidade: 951 m ³ /h Rotação: 695 RPM Item Ref.: 860 - 2310 - 017 A
SULZER BRASIL S.A.	K 90-2A Nº Fabricação/Ano: 451/78 Peso: 1.670 kg Rotação: 875 RPM Item Ref.: 860 - 2310 - 018
INGERSOLL RAND	Tipo: HHE Nº de Série: X HH 2371 Rotação: 390 RPM Item Ref.: 715 - 2310 - 27
INGERSOLL 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

8. 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 atividades 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 operem otimamente, objetivando obter o mínimo de desgastes, aumentando o tempo de vida do equipamento, etc.

8.1 - CONCEITO DE MANUTENÇÃO

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

8.1.1 - FASE I

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

8.1.2 - FASE II

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

8.1.3 - FASE III

É o período onde ocorre desgaste em certos componentes.

8.1.4 - CURVA (a)

Indica a vida comum de equipamentos em suas diversas fases.

8.1.5 - CURVA (d)

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

8.1.6 - RETA (b)

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

8.1.7 - RETA (c)

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

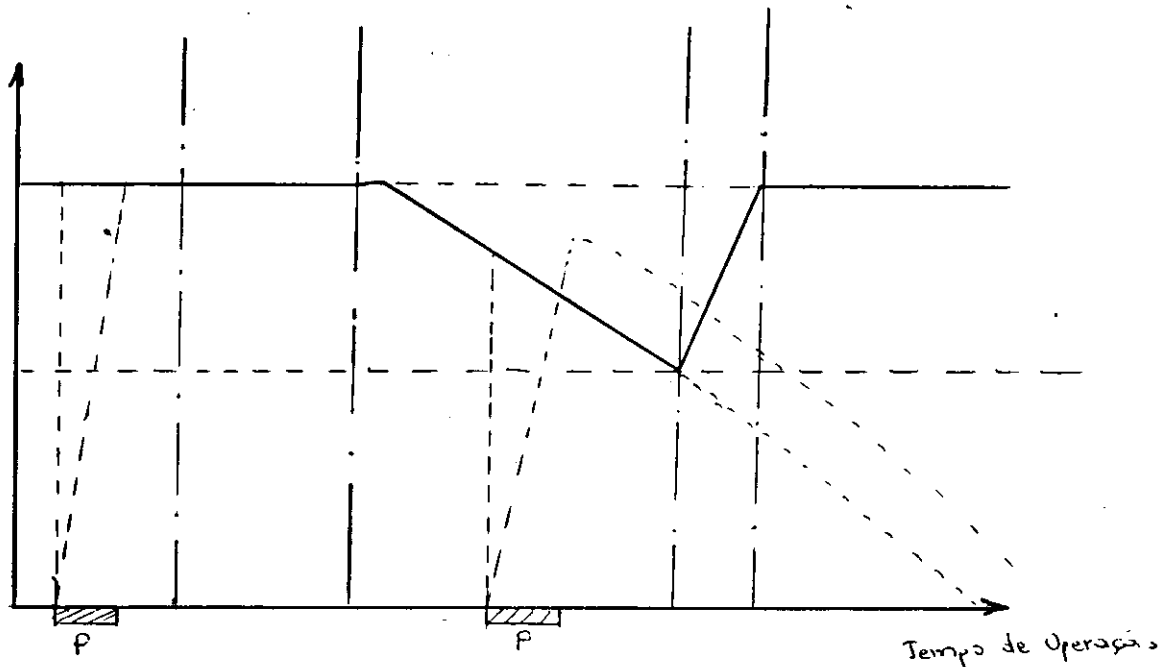
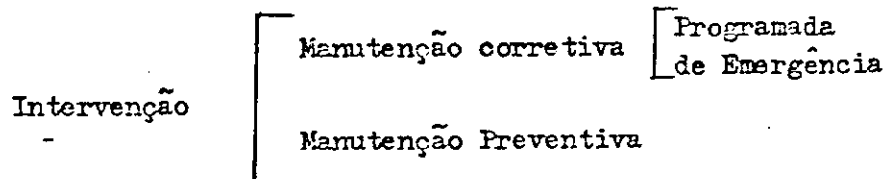


Gráfico 1.

8.2 - ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO

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



Aplicação [Manutenção Preditiva

8.2.1 - MANUTENÇÃO CORRETIVA

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

8.2.2 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Periodicamente o equipamento é parcialmente ou totalmente desmontado, inspecionado 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:

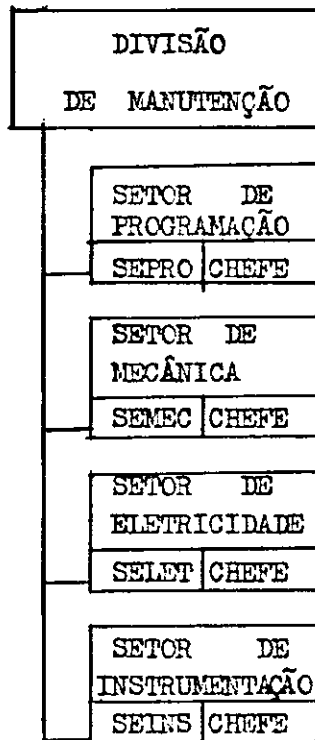
- Perdas de horas-homens
- Custo de ineficiência
- Custo de trabalho em hora-extra
- Perda na eficiência de manutenção

8.2.3 - 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.

8.3 - ORGANIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO DA SALGEMA

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



8.3.1 - 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 a lubrificação.

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

Em seu quadro de pessoal o SEPRO conta com engenheiros de programação e programadores nas especialidades de mecânica, elétrica e instrumentação.

8.3.2 - 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:

8.3.2.1 - SMECA - SEÇÃO DE MECÂNICA

Responsável pela manutenção mecânica dos equipamentos rotativos.

8.3.2.2 - SSECO - SEÇÃO DE SERVIÇOS COMPLEMENTARES

Responsável pela manutenção mecânica dos equipamentos estacionários e tubulações.

8.3.3 - SELET - SETOR DE MANUTENÇÃO ELÉTRICA

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

8.3.4 - 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.

8.4 - 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 definição de prioridades.

Atualmente usamos como definição as seguintes prioridades:

8.4.1 - EMERGÊNCIA

Aplica-se a serviços de emergências

8.4.2 - URGENTE

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

8.4.3 - NORMAL

Aplica-se a serviços que não exigem execução urgente.

É necessário um relacionamento entre as divisões de operação 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 pelo nível de eficiência da operação. Por outro lado, a eficiência da operação reflete o nível atingido de eficiência da manutenção.

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

8.5 - MEDIÇÃO DA MANUTENÇÃO

8.5.1 - DISPONIBILIDADE DA FÁBRICA PELA MANUTENÇÃO

A disponibilidade da fábrica pela manutenção é definida em termos de produção perdida devido à falhas 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 à falhas.

8.5.2 - ÍNDICE DE MANUTENÇÃO PROGRAMADO

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

8.5.3 - ÍNDICE DE MANUTENÇÃO DE EMERGÊNCIA

Mede a quantidade de serviços executados em caráter de emergência.

8.5.4 - PORCENTAGEM DE SERVIÇO PREVENTIVO

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

8.5.5 - ÍNDICE DE HORAS-EXTRAS

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

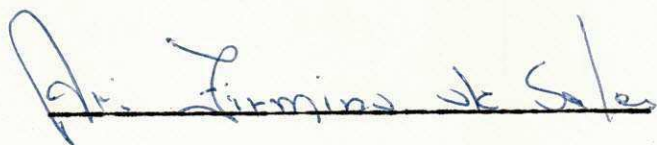
8.5.6 - ÍNDICE DE EFICIÊNCIA DA DIMAN

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.

C O N C L U S ã O

O estágio foi muito útil, porque houve aprofundamento e aplicação de conhecimentos adquiridos durante o curso de Engenharia Mecânica. Sugiro entretanto, que a empresa forneça tarefas para que o estagiário desenvolva e conseqüentemente adquira maior segurança nas tarefas futuras.

Respeitosamente



- ARI FIRMINO DE SALES -

BIBLIOGRAFIA

TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS

TELLES, Pedro C. Silva

ISOLAMENTO TÉRMICO (Frio & Calor)

TORREIRA, Eng^o. Raul Peragallo

CURSO DE INFORMAÇÕES SOBRE BOMBAS - IBP

TORLONI, Prof. Mauricio

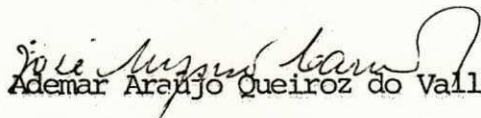
MANUAL DE HIDRÁULICA MOBILE

VICK, PERRY

DECLARAÇÃO

Declaramos, para fim de comprovação escolar, que Ari Firmino de Sales, aluno do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba, estagiou nesta Empresa na Divisão de Manutenção, no período de 07.02 a 29.07.83, perfazendo o total de 1055 horas de estágio.

Maceió, 30 de agosto de 1983


Ademir Araújo Queiroz do Valle
Gerente Administrativo