



COMPRESSORES

Finalidade e Aplicações

Os compressores são da família das máquinas operatrizes de fluxo compressível, assim como os ventiladores. São utilizados para proporcionar a elevação da pressão de um gás ou escoamento gasoso. Nos processos industriais, a elevação de pressão requerida pode variar desde cerca de 1,0 atm até centenas de ou milhares de atmosferas.

Inúmeras são as aplicações dos compressores, conforme será explicado mais adiante. Algumas delas seriam as seguintes: serviços de jateamento, limpeza, soprador de ar de forno (em refinarias), sistemas de refrigeração, etc.

Classificação

- **Quanto às aplicações:**

Compressores de ar para serviços ordinários: produzidos em série para baixos custos, destinam-se a serviços de jateamento, limpeza, pintura, acionamento de pequenas máquinas pneumáticas, etc.

Compressores de ar para serviço industriais: destinam-se às centrais encarregadas do suprimento de ar em unidades industriais. As condições de operação de dessas máquinas costumam variar pouco de um sistema para outro.

Compressores de gás ou de processo: são requeridos para as mais variadas condições de operação. Incluem nessa categoria certos sistemas de compressão de ar com características anormais. Como exemplo, citamos o soprador de ar do forno de craqueamento catalítico das refinarias de petróleo. Trata-se de uma máquina de enorme vazão e potência, que exige uma concepção análoga à de um compressor de gás.

Compressores de refrigeração: são desenvolvidas para esta aplicação. Operam com fluidos bastante específicos e em condições de sucção e descarga pouco variáveis, possibilitando a fabricação em série.

Compressores para serviço de vácuo (ou bombas de vácuo): são máquinas que trabalham em condições bem peculiares. A pressão de sucção é subatmosférica, a pressão de descarga é quase sempre atmosférica e o fluido de trabalho normalmente é o ar. Face à anormalidade dessas condições de serviço, foi desenvolvida uma tecnologia toda própria, fazendo com que as máquinas pertencentes a essa categoria apresentem características bastante próprias.

- **Quanto ao Princípio de Concepção:**

Dois são os princípios conceptivos no qual se fundamentam todas as espécies de compressores de uso industrial: volumétrico (ou de deslocamento positivo) e dinâmico.

Volumétricos	Alternativos	
	Rotativos	<i>Palhetas</i>
		<i>Parafusos</i>
		<i>Lóbulos</i>
Dinâmicos	Centrífugos	
	Axiais	

Compressores Volumétricos

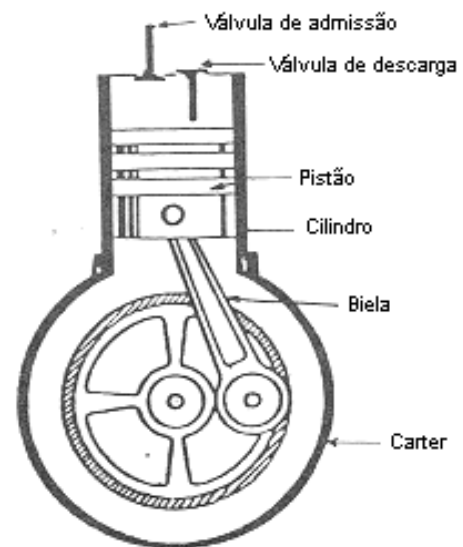
Nos compressores volumétricos ou de deslocamento positivo, a elevação de pressão é conseguida através da redução do volume ocupado pelo gás. Na operação dessas máquinas podem ser identificadas diversas fases, que constituem o ciclo de funcionamento: inicialmente, uma certa quantidade de gás é admitida no interior de uma câmara de compressão, que então é cerrada e sofre redução de volume. Finalmente, a câmara é aberta e o gás liberado para consumo. Trata-se de um processo intermitente, no qual a compressão é efetuada em sistema fechado, isto é, sem qualquer contato com a sucção e a descarga.

Classificação dos compressores Volumétricos:

Os compressores de maior uso na indústria são os alternativos, os de palhetas, os de parafusos e os de lóbulos.

Compressores alternativos: esse tipo de máquina se utiliza de um sistema biela-manivela para converter o movimento rotativo de um eixo no movimento translacional de um pistão ou êmbolo.

O funcionamento de um compressor alternativo está relacionado ao comportamento das válvulas. Elas possuem um elemento móvel, denominado obturador, que compara as pressões internas e externa ao cilindro. O obturador da válvula de sucção se abre para dentro do cilindro quando a pressão na tubulação de sucção supera a pressão interna do cilindro, e se mantém fechado em caso contrário. O inverso ocorre quando a pressão interna supera a pressão na tubulação de descarga.



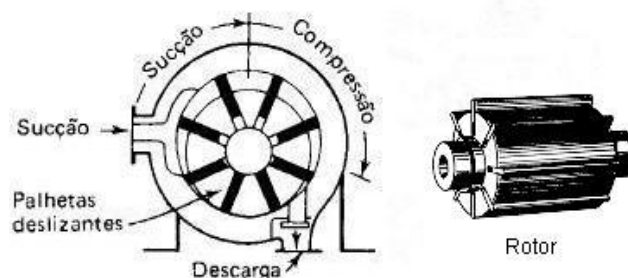
Compressor Alternativo

Na etapa de admissão há uma tendência de depressão no interior do cilindro que propicia a abertura da válvula de sucção. O gás é então aspirado. Ao inverter-se o sentido de movimentação do pistão, a válvula de sucção se fecha e o gás é comprimido até que a pressão interna do cilindro seja suficiente para promover a abertura da válvula de descarga. Isso caracteriza a etapa de compressão. Quando a válvula de descarga se abre, a movimentação do pistão faz com que o gás seja expulso do interior do cilindro. Essa situação corresponde à etapa de descarga e dura até que o pistão encerre o seu movimento no sentido do cabeçote. Nesse momento, a válvula de descarga se fecha, mas a de admissão só se abrirá quando a pressão interna cair o suficiente para permitir a nova abertura da válvula. Essa etapa, em que as válvulas estão bloqueadas e o pistão se movimenta em sentido inverso ao do cabeçote, se denomina etapa de expansão, e precede a etapa de admissão de um novo ciclo.

Podemos concluir que o compressor alternativo aspira e descarrega o gás respectivamente nas pressões instantaneamente reinantes na tubulação de sucção e na tubulação de descarga.

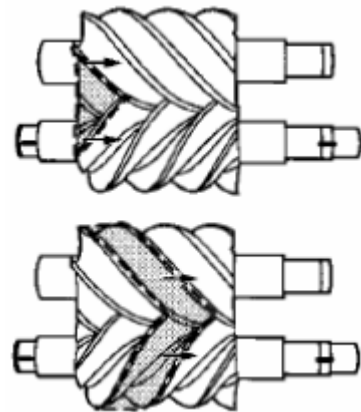
Compressores rotativos

Compressores de palhetas: possui um rotor ou tambor central que gira excentricamente em relação à carcaça. Esse tambor possui rasgos radiais que se prolongam por todo o seu comprimento e nos quais são inseridas palhetas retangulares, conforme figura ao lado.



Quando o tambor gira, as palhetas deslocam-se radialmente sob a ação da força centrífuga e se mantêm em contato com a carcaça. O gás penetra pela abertura de sucção e ocupa os espaços definidos entre as palhetas. Devido a excentricidade do rotor a às posições das aberturas de sucção e descarga, os espaços constituídos entre as palhetas vão se reduzindo de modo a provocar a compressão progressiva do gás. A variação do volume contido entre duas palhetas vizinhas, desde o fim da admissão até o início da descarga, define uma relação de compressão interna fixa para a máquina. Assim, a pressão do gás no momento em que é aberta a comunicação com a descarga poderá ser diferente da pressão reinante nessa região. O equilíbrio é, no entanto, quase instantaneamente atingido e o gás descarregado.

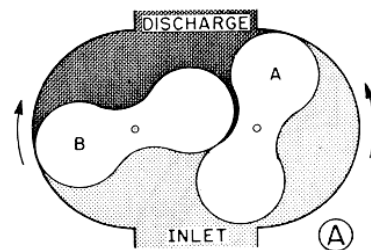
Compressores de parafusos: este tipo de compressor contém dois rotores em forma de parafusos que giram em sentido contrário, mantendo entre si uma condição de engrenamento. A conexão do compressor com o sistema se faz através das aberturas de sucção e descarga, diametralmente opostas.



O gás penetra pela abertura de sucção e ocupa os intervalos entre os filetes dos rotores. A partir do momento em que há engrenamento de um determinado filete, o gás nele contido fica encerrado entre o rotor e as paredes da carcaça. A rotação faz então com que o ponto de engrenamento vá se deslocando para frente, reduzindo o espaço disponível para o gás provocando a sua compressão. Finalmente, é alcançada a abertura de descarga e o gás é liberado.

A relação de compressão interna do compressor de parafusos depende da geometria da máquina e da natureza do gás, podendo ser diferente da relação entre as pressões do sistema.

Compressores de lóbulos: esse compressor possui dois rotores que giram em sentido contrário, mantendo uma folga muito pequena no ponto de tangência entre si e com relação à carcaça. O gás penetra pela abertura de sucção e ocupa a câmara de compressão, sendo conduzido até a abertura de descarga pelos rotores. O compressor de lóbulos, embora sendo classificado como volumétrico, não possui compressão interna. Os rotores apenas deslocam o gás de uma região de baixa pressão para uma região de alta pressão.



Essa máquina, conhecida originalmente como soprador "Roots", é um exemplo típico do que se pode caracterizar como um soprador, uma vez que é oferecida para elevações muito pequenas de pressão. Raramente empregado com fins industriais, é, no entanto, um equipamento de baixo custo e que pode suportar longa duração de funcionamento sem cuidados de manutenção.

Compressores dinâmicos

Os compressores dinâmicos ou turbocompressores possuem dois órgãos principais: impelidor e difusor. O impelidor é um órgão rotativo munido de pás que transfere ao gás a energia recebida de um acionador. Essa transferência de energia se faz em parte na forma cinética e em outra parte na forma de entalpia. Posteriormente, o escoamento estabelecido no impelidor é recebido por um órgão fixo denominado difusor, cuja função é promover a transformação da energia cinética do gás em entalpia, com o conseqüente ganho de pressão. Os compressores dinâmicos efetuam o processo de compressão de maneira contínua, e portanto correspondem exatamente ao que se denomina, em termodinâmica, um volume de controle.

Classificação dos compressores dinâmicos:

Compressores Centrífugos: o gás é aspirado continuamente pela abertura central do impelidor e descarregado pela periferia do mesmo, num movimento provocado pela força centrífuga que surge devido à rotação. O fluido descarregado passa então a descrever uma trajetória em forma espiral através do espaço anular que envolve o impelidor e que recebe o nome de difusor radial ou difusor em anel. Esse movimento leva à desaceleração do fluido e conseqüente elevação de pressão. Prosseguindo em seu deslocamento, o gás é recolhido em uma caixa espiral denominada voluta e conduzindo à descarga do compressor. Antes de ser descarregado, o escoamento passa por um bocal divergente, o difusor de voluta, onde ocorre um suplementar processo de difusão.

Operando em fluxo contínuo, os compressores centrífugos aspiram e descarregam o gás exatamente nas pressões externas, ou seja, há uma permanente coincidência entre a relação de compressão interna e a relação de compressão externa.

Essa máquina é incapaz de proporcionar grandes elevações de pressão, de modo que os compressores dessa espécie normalmente utilizados em processos industriais são de múltiplos estágios.

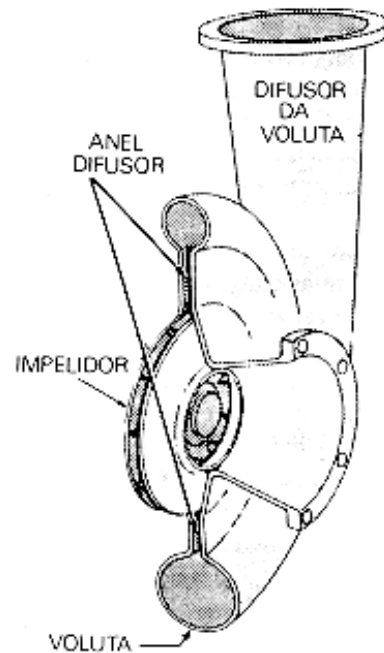


Fig. 3.10 — Compressor centrífugo

Compressores axiais: esse é um tipo de turbocompressor de projeto, construção e operação das mais sofisticadas. Os compressores axiais são dotados de um tambor rotativo em cuja periferia são dispostas séries de palhetas em arranjos circulares igualmente espaçados, conforme mostra a foto abaixo. Quando o rotor é posicionado na máquina, essas rodas de palhetas ficam intercaladas por arranjos semelhantes fixados circunferencialmente ao longo da carcaça.

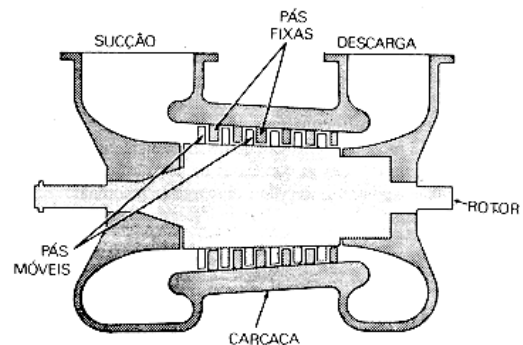


Fig. 3.11 — Compressor axial

Cada par formado por um conjunto de palhetas móveis e outro de palhetas fixas se constitui num estágio de compressão. As palhetas móveis possuem uma conformação capaz de transmitir ao gás a energia proveniente do acionador, acarretando ganhos de velocidade e entalpia do escoamento. As palhetas fixas, por sua vez, são projetadas de modo a produzir uma deflexão no escoamento que forçará a ocorrência de um processo de difusão.

Com a elevação de pressão obtida num estágio axial é bastante pequena, os compressores dessa espécie são sempre dotados de vários estágios. O escoamento se desenvolve através dos estágios segundo uma trajetória hélico-axial envolvendo o tambor.

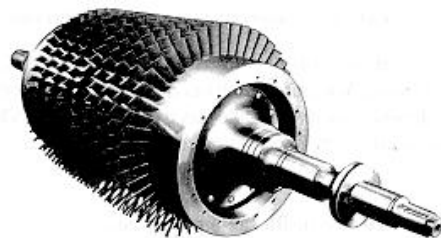


Fig. 3.12 — Rotor de compressor axial (Allis-Chalmers)