

IDENTIFICAR, TABULAR E COMPARAR OS PARÂMETROS DE ABERTURA E FECHAMENTO DAS VÁLVULAS DE SEGURANÇA DE COMPRESSORES DE AR COMPRIMIDO DO TIPO PISTÃO

Alexandre Frederico Azevedo Simon Camelo¹

Daniel Fernando da Silva²

RESUMO

Os compressores de pistão são equipamentos utilizados em grande escala, nos dias atuais na indústria e comércio. Todo compressor possui em seu vaso sob pressão válvulas de segurança para alívio de pressão. Estas válvulas são de difícil inspeção, quando não especificados os parâmetros de abertura e fechamento. O presente artigo visa identificar um padrão de calibração de abertura e fechamento das válvulas estabelecido pelas indústrias, tabulando estes dados, possibilitando a inspeção das mesmas. Para implementar este projeto foi preciso identificar os modelos das válvulas de segurança mais usados no mercado, e realizar os testes de pressões de abertura e fechamento definindo a válvula mais segura para se trabalhar.

Palavras-chave: Segurança, Inspeção, Pressão.

¹ Graduando de Engenharia Mecânica pela Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Mecânica.

² Orientador, Professor Mestre da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Rio Verde – UniRV.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a segurança no trabalho é um ponto muito importante para o Ministério do Trabalho e para o empregador; desta forma os profissionais da área da Engenharia Mecânica estão sempre buscando novas técnicas e medidas preventivas, para identificar os equipamentos e dispositivos com defeitos nos vasos de pressão, para que possam passar por uma manutenção preventiva, corretiva ou preditiva.

Dentre estes dispositivos estão as válvulas de segurança que são responsáveis por aliviar a pressão do vaso caso chegue à pressão máxima de trabalho. Entretanto, as inspeções destas válvulas de segurança são realizadas sem nenhum estudo e parâmetro fornecido pelos fabricantes, o que dificulta para os profissionais habilitados terem a certeza de que estes dispositivos ainda estão funcionando em perfeito estado.

Neste artigo analisa-se as válvulas de segurança utilizadas nos compressores de pistão, com pressão máxima de trabalho de 8,66 bar.

1.1 REVISÃO DE LITERATURA

Primeiramente analisa-se composição do ar atmosférico, que seria a matéria-prima para os compressores fornecerem ar comprimido.

A composição percentual de elementos que estão presentes no ar atmosférico seco varia de região para região. Para efeito de estudo os engenheiros e cientistas padronizaram estes dados e denominaram ar seco padrão, que é composto por um volume de 78,00% de nitrogênio, 21,00 % de oxigênio e outras substâncias 1,00% (HANNIFIN, 2006).

O ar pode apresentar algumas características de difícil percepção, como por exemplo: insípido, inodoro e incolor. Desta forma, pode-se dizer que o ar existe, ocupa lugar no espaço e possui propriedades físicas relevantes, como compressibilidade, elasticidade expansibilidade e difusibilidade (HANNIFIN, 2006).

Sobre o ar comprimido existe descrição no Antigo Testamento, sobre a utilização de ar comprimido, na fundição da prata, ferro, chumbo e estanho, entretanto, somente na década de 20 foi que o ar comprimido ganhou importância na indústria (HANNIFIN, 2006).

O equipamento responsável para realizar esta compressão é conhecido como compressor. Compressores são equipamentos mecânicos destinados à realização do aumento

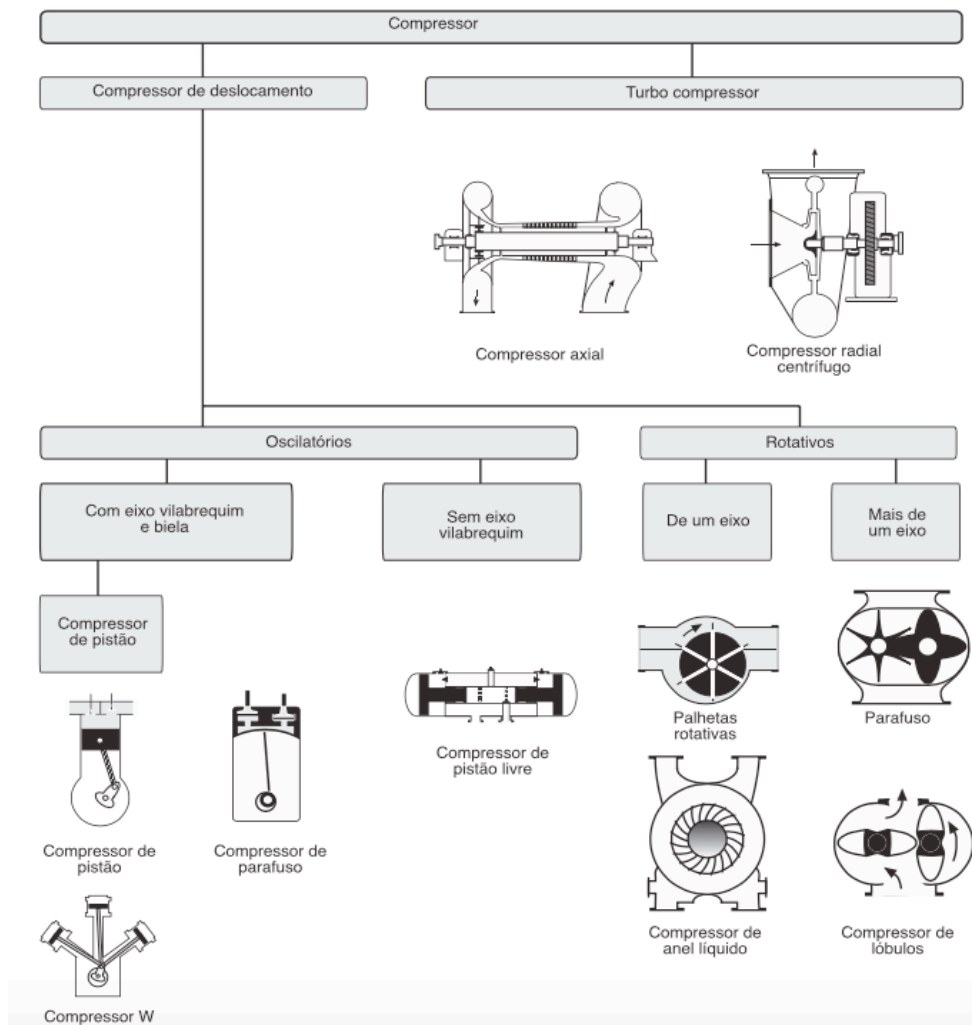
da energia utilizável do ar (SANTOS, 2013).

Os diversos tipos de compressores apresentam diferenças entre si, desta forma, ao se fazer a escolha por um modelo específico deve-se levar em consideração algumas características tais como: vazão fornecida, pressão, dentre outros (METALPLAN, 2006).

Os compressores de pistão foram os primeiros a serem desenvolvidos no início dos anos 20 e até hoje são os mais utilizados. Eles são fabricados em dois tipos: de ação simples e de ação dupla. Os compressores de pistão aspiram e comprimem o ar durante o seu percurso entre o ponto morto inferior e o ponto morto superior (ELETROBRAS, 2005).











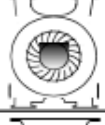





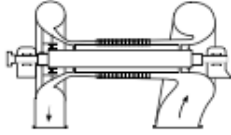

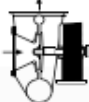
Existe uma grande diversidade nas aplicações de ar comprimido, porém de acordo com a aplicação é escolhido o tipo de compressor que melhor se adequa a atividade a ser realizada. Na Figura 1 mostra-se os diferentes tipos de compressores existentes, e na Figura 2 os símbolos que representam cada tipo de compressor.

FIGURA 1 – Classificação dos compressores



Fonte: MATHIAS, 2008.

FIGURA 2 – Símbolos dos tipos de compressores

Tipo	Símbolo	Diagrama	Faixa de pressão [bar]	Vazão volumétrica [m ³ /h]
Compressor de pistão			10(1-estágio) 35(2-estágio)	120 500
Compressor de biela e vários pistões			10(1-estágio) 35(2-estágio)	120 600
Compressor de diafragma			baixa	baixa
Compressor de pistão livre			Uso limitado com o gerador de gás	
Compressor de palhetas			10	4 500
Compressor de anel líquido			0	
Compressor parafuso			22	750
Compressor de lóbulos			1.6	1200
Compressor Axial			0	200 000
Compressor radial			10	200 000

Fonte: MATHIAS, 2008.

As válvulas de segurança são dispositivos automáticos de alívio de pressão sendo obrigatório em vasos de pressão, na qual a pressão interna seja igual ou superior a 1,04 bar, impedindo alguma consequência mais grave devido a ser submetido à pressões superiores ao permitido, pelo fabricante (MATHIAS, 2008).

O objetivo de toda válvula de segurança, conforme mostra a figura 3, instalada em vasos de pressão é aliviar o excesso de pressão, devido ao aumento de pressão interna, acima

do limite máximo de trabalho permitido pelo fabricante. A falha deste dispositivo pode gerar uma explosão podendo tirar vidas e perdas de patrimônio (MATHIAS, 2008).

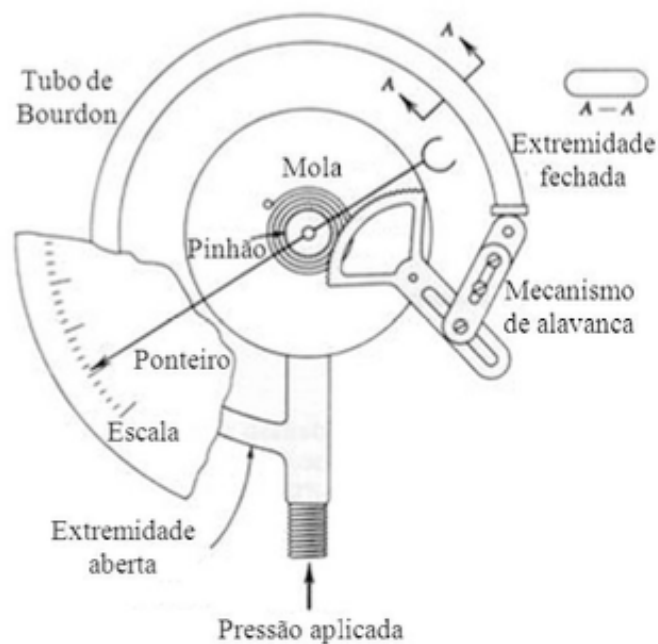
FIGURA 3 – Válvula de segurança



Fonte: ALEXANDRE FREDERICO AZEVEDO SIMON CAMELO, 2017.

Foi registrado em 1849 em nome de E. Bourdon, o tubo de Bourdon que é o elemento sensor de uma variedade de manômetros. Mesmo se baseando em uma tecnologia com mais de 160 anos, os manômetros com o tubo de Bourdon, conforme mostra a Figura 10, ainda é um dos modelos mais utilizados na indústria (ACHERMAN e MARTINEZ, 2010).

FIGURA 10 – Manômetro com tubo de Bourdon



Fonte: FIGLIOLA E BEASLEY, 2000.

Pressostato são sensores de medição de pressão utilizados como componentes do sistema de proteção de equipamentos ou processos industriais. Sua função básica é de proteger a integridade de equipamentos contra sobrepressão ou subpressão aplicada aos mesmos durante o seu funcionamento. É um dispositivo eletromecânico que recebe um sinal de pressão e o compara com sua escala interna. Após esta comparação, realiza a ação de ligar ou desligar o seu rele interno (ADD THERM, 2017).

1.2 OBJETIVOS

O presente artigo tem como objetivo dar ênfase nas válvulas de segurança, e também visa identificar como cada modelo de válvula funciona e definir qual o melhor modelo para ser utilizado e inspecionado. E para elaboração deste artigo será necessário definir uma a melhor maneira para efetuar os testes de abertura e fechamento de pressão de cada válvula.

Com ênfase nas válvulas de segurança, conforme mostra a Figura 3, este artigo visa apresentar uma planilha com os dados de abertura e fechamento de pressão de todos os dispositivos testados e as vantagens e desvantagens entre um modelo e o outro.

2 MATERIAIS E MÉTODO

O artigo foi construído com a realização de pesquisas bibliográficas em livros, artigos, monografias e manuais de instruções de vários fabricantes de compressores e vasos de pressão no mercado. Também identificaram-se algumas palavras chaves para este artigo: ar comprimido, compressor de pistão e válvula de segurança.

Primeiramente, para colocar este projeto em prática foi necessário definir a metodologia e testar as válvulas de segurança e definir como seriam tabulados os dados encontrados.

No primeiro ponto do projeto definiu-se qual seriam as pressões das válvulas a serem testadas e depois os outros pontos importantes como: quais as características das roscas destes dispositivos; qual seria a quantidade de válvulas que seriam testadas ao mesmo tempo; a quantidade de manômetros, que seriam utilizados para a verificação das pressões deste equipamento; qual o modelo de pressostato que seria utilizado e qual a potência do

compressor que seria necessário para fornecer a pressão suficiente para a realização dos testes.

Desta forma, definiu-se que serão testados dois modelos de válvulas: o primeiro é conhecido como válvula blindada pequena, com argola de 8,66 bar, com rosca de 1/4", conforme mostra a Figura 4, e a segunda é conhecida como válvula grande, com argola de 8,66 bar libras de 1/4", conforme mostra a Figura 5.

FIGURA 4 – Válvula blindada pequena com argola de 1/4"



Fonte: ALEXANDRE FREDERICO AZEVEDO SIMON CAMELO, 2017.

Sendo assim, para identificar quando o modelo da válvula blindada pequena com argola está descalibrada, será preciso simular uma abertura de alívio de pressão, com o compressor desligado, e aguardar para identificar se a válvula fechará conforme os parâmetros estabelecidos pelo fabricante. Se a válvula fechar com pressão de 4,16 bar ou outra pressão dentro da tolerância estabelecida pelo fabricante a mesma está calibrada e se fechar com qualquer outro valor fora desta margem a referida válvula está descalibrada.

FIGURA 5 – Válvula Grande com argola de 1/4"



Fonte: ALEXANDRE FREDERICO AZEVEDO SIMON CAMELO, 2017.

Na válvula grande para realizar a inspeção altera-se a pressão de desligamento do pressostato, conforme mostra a figura 6, para que o compressor ultrapasse a Pressão Máxima de Trabalho para acionar a válvula, e assim que a válvula for acionada realizar o desligamento do compressor e verificar qual será a pressão de fechamento da mesma e se o valor for 8,66 bar ou outro valor dentro da margem estabelecida pelo fabricante a válvula está calibrada. Entretanto, se a válvula fechar com qualquer outro valor de pressão fora da margem estabelecida pelo fabricante, está descalibrada.

FIGURA 6 – Pressostato com regulagem de 125 a 175 libras



Fonte: ALEXANDRE FREDERICO AZEVEDO SIMON CAMELO, 2017.

Após definir a calibração das válvulas a serem testadas, surgiu a possibilidade de definir o modelo do pressostato, pois pode ser encontrado vários modelos de pressostatos com diferentes pressões para ligar e desligar desta forma escolheu-se com regulagem de 8,66 a 12,13 bar.

Posteriormente definiu-se a potência do compressor, pois existe muitos modelos de compressores de pistão, e o escolhido foi um compressor de alta pressão conforme mostra a Figura 7, ou seja, que fornece até 12,13 bar.

FIGURA 7 – Compressor do Tipo Pistão



Fonte: ALEXANDRE FREDERICO AZEVEDO SIMON CAMELO, 2017.

No quarto ponto estabeleceu-se a utilização de apenas 1 manômetro, conforme mostra a Figura 8, entretanto, sempre após um teste de válvula o mesmo passou por um teste de calibração, sendo assim somente será considerado o teste de pressão da válvula após a validação do manômetro.

FIGURA 8 – MANÔMETRO DE 1/4"



Fonte: ALEXANDRE FREDERICO AZEVEDO SIMON CAMELO, 2017.

Em relação ao teste serão testadas uma válvula de cada vez e no total serão testadas 15 válvulas de cada modelo, para que possibilite a identificação dos parâmetros de abertura e fechamento de cada modelo, conforme mostra a Figura 9.

FIGURA 9 – Arranjo para realizar o teste



Fonte: ALEXANDRE FREDERICO AZEVEDO SIMON CAMELO, 2017.

E, por último, foi identificado que, após algumas horas de utilização do compressor, foi constatado que acumulava água no tanque de armazenamento de ar comprimido, e para não interferir no teste fez-se uma drenagem a cada 1 hora através da válvula de dreno, conforme mostra a Figura 11.

FIGURA 11 – Válvula de dreno de 1/4"



Fonte: ALEXANDRE FREDERICO AZEVEDO SIMON CAMELO, 2017.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto teve como objetivo identificar os parâmetros de abertura e fechamento dos dois modelos de válvulas escolhidos, com calibração de fábrica de 125 libras, o que é observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros de abertura e fechamento das válvulas de segurança em libras

NÚMERO DA VÁLVULA	VÁLVULA TIPO PEQUENA BLINDADA		VÁLVULA TIPO GRANDE COM ARGOLA	
	P. ABERTURA	P. FECHAMENTO	P. ABERTURA	P. FECHAMENTO
1	126	65	130	129
2	129	65	131	131
3	128	64	135	135
4	131	65	132	131
5	127	66	130	130
6	130	65	133	132
7	129	66	130	131
8	128	64	131	131
9	130	65	134	133
10	128	64	132	132
11	129	65	130	131
12	127	66	135	134
13	130	65	131	131
14	131	66	134	134
15	126	67	130	129

Fonte: ALEXANDRE FREDERICO AZEVEDO SIMON CAMELO, 2017.

Desta forma verifica-se que, após a realização dos testes com os dois modelos de válvulas, cada modelo possui uma forma de realizar o alívio da pressão do compressor. O modelo conhecido como válvula blindada pequena, com argola, possui uma pressão de abertura de 8,66 bar, com variação de $\pm 3\%$ e pressão de fechamento de 4,16 bar, com tolerância variação de $\pm 3\%$, ou seja, quando o compressor atingir 8,66 bar a válvula pequena irá abrir para aliviar a pressão e somente irá fechar quando a pressão reduzir para 4,16 bar, considerando que este valor também pode ter uma pequena variação de $\pm 3\%$, como já previsto pelo fabricante.

O segundo modelo conhecido como válvula grande de argola possui uma pressão de abertura de 8,66 bar, com a mesma tolerância de variação de $\pm 3\%$ e pressão de fechamento de 8,66 bar, com as mesmas tolerâncias de calibragem pelo fabricante, ou seja, a

válvula abrirá para aliviar a pressão com 8,66 bar e somente fechará quando a pressão voltar a 8,66 bar.

4 CONCLUSÃO

O Profissional Habilitado tem dificuldade para identificar quando o modelo da válvula grande com argola não está calibrada, uma vez que para inspecioná-la o mesmo precisa ultrapassar a Pressão Máxima de Trabalho, o que não é permitido pelo Ministério do Trabalho, descrito na Norma regulamentadora 13. Sendo assim, o operador do equipamento fica impossibilitado de realizar a verificação do equipamento no cotidiano, e somente poderá verificar por um equipamento específico para calibrar a válvula, a qual trabalha com pressões superiores, a pressão de calibração de abertura.

Entretanto, no outro modelo, referente à válvula de segurança pequena blindada não é necessário ultrapassar a Pressão Máxima de Trabalho, pois a referida válvula possui parâmetro de fechamento, e, conseqüentemente, se inspecionada realizando o teste descrito no capítulo 3, já será suficiente para concluir se está calibrada ou não.

É possível concluir, que o modelo de válvula pequena blindada seria o mais aconselhado, pois pode ser inspecionada no cotidiano pelos usuários e pelo profissional habilitado, sem a necessidade de retirada das válvulas do compressor para realização da inspeção.

Contudo, o ideal seria a inspeção com um equipamento portátil, que verificasse a pressão de abertura e o fechamento de maneira automatizada, pois estas válvulas possuem a função de impedir que um vaso sob pressão exploda e conseqüentemente chegue a ferir pessoas, porém este produto ainda não se encontra disponível no mercado, para ser comprado.

REFERÊNCIAS

ACHERMAN, Simón Reif; MARTINEZ, Fiderman Machuca. **Eugène Bourdon y la evolución del manómetro**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 32, n. 1, p.1601-1610, 26 mar. 2010.

ELETROBRAS. **Eficiência energética em sistemas de ar comprimido**. 208f. Rio de Janeiro, 2006.

FIGLIOLA, Richard S.; BEASLEY, Donald E. **Theory and design for mechanical measurements**. 3. ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons Inc., 2000.

HANNIFIN, Parker. **Dimensionamento de redes de Ar Comprimido. 2006**. 75f. Apostila M1004BR. Parker Hannifin Corporation, Jacareí, 2006.

MATHIAS, Arthur Cardozo. **Válvulas: Industriais, Segurança e Controle**. Artliber Editora 2008.

METALPLAN. **Manual de ar comprimido**. 60f. Metalplan, 2010.

SANTOS, Andreia. OLIVEIRA, Paulo. BIANCHI, Roberta. SILVA, Sergio. FARIA, Victor. **Estudo comparativo entre a eficiência energética de compressores operando com o ar em diferentes temperaturas**. 2013. 6f. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

Site de Peças Mecânicas, Add Therm. Disponível em:
<<http://www.addtherm.com.br/produto/pressostatos/>> Acesso em: 8 dez. 2017