Válvulas para Baixa Emissão Fugitiva

1. Introdução

Nas instalações industriais há perdas indesejáveis de fluidos poluentes voláteis (VOCs ou VHAPs) através de eixos de bombas, compressores, agitadores, misturadores, válvulas e uniões flangeadas, que devem ser monitorados e controlados.
Estas perdas são conhecidas como Emissões Fugitivas (Fugitive Emissions) e não podem ser detectadas por meio de inspeções visuais, exigindo monitoramento com equipamentos especiais.

Os equipamentos e tubulações, dos sistemas em Serviço com Poluentes Voláteis - VOCs, requerem especificações de Baixa Emissão Fugitiva, para assegurar o nível mínimo de vazamentos e emissões.

2. Objetivo

Esta especificação técnica define os critérios para atender às condições de certificação para baixa emissão fugitiva de válvulas de bloqueio, de regulagem e de controle.
A finalidade é prescrever as diretrizes para reduzir a quantidade de poluentes liberados para o meio ambiente, decorrentes de vazamentos por válvulas.

3. Aplicação

Esta especificação é aplicável a todas as instalações industriais, com equipamentos e tubulações, processando, armazenando ou conduzindo líquidos, vapores ou gases definidos como VHAP ou VOC ou Categoria M, e, em particular, às válvulas classificadas como em serviço de baixa emissão fugitiva, que operam como:

- Válvulas de bloqueio (tipos gaveta, macho, esfera, borboleta) e válvulas globo, de operação frequente (ao menos uma vez por turno);
- Válvulas operando com ciclos térmicos;
- Válvulas operando em linhas com vibração;
- Válvulas de controle.

Estas válvulas devem ter certificado de aprovação no teste da selagem conforme as normas citadas no item 6 desta especificação - Normalização para Certificação de válvulas para Serviços de Baixa Emissão Fugitiva.

Todas as válvulas dos sistemas classificadas como de baixa emissão fugitiva devem ser “tagueadas”, para permitir o monitoramento em operação.

Unidades de processamento de fluidos, em que há poluentes voláteis – VOCs – e requerem requisitos de baixa emissão fugitiva:

- URA - Unidade de Extração de Aromáticos;
- URC – Unidade de reforma Catalítica de Gasolina;
- HDS - Unidade de Hidrodessulfurização de Nafta Craqueada;
- HDT - Unidade de Hidrotratamento de Nafta de Coque;
- Unidade de Pré-fracionamento de correntes C_5 a C_{15} (faixa: aromáticos, nafta e gasolina)
- Unidades que operam com os produtos da Lista de Poluentes Voláteis emitida pelo Clean Air Act Section 112;
- Áreas de armazenamento e de “blending” de combustíveis.

4. Definições

4.1- Baixa emissão fugitiva

É o nível de concentração na atmosfera de poluentes voláteis nocivos, VOCs, emitidos ou vazados de equipamentos e/ou tubulações, medidos através de procedimento padronizado em norma e dispositivo certificado por entidade credenciada.

4.2- Poluentes Voláteis Nocivos
Os Poluentes Voláteis Nocivos presentes no Ar são conhecidos pelas siglas VHAP - Volatile Hazardous Air Polueents ou VOCs - Volatile Organic Compounds ou Categoria "M".
A agência de proteção ambiental norte- americana EPA - Environmental Protection Agency através da regulamentação CCA - Clean Air Act Amendments estabelece a relação dos Poluentes Voláteis Nocivos do Ar.

A relação dos poluentes voláteis, conhecidos como VHAP, VOC ou Categoria M. que devem ser controlados e mantidos em "baixa emissão", está no documento da agência americana EPA – Environment Protection Agency:
TITLE 40--Protection of Environment
CHAPTER I--ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
SUBCHAPTER C--AIR PROGRAMS
PART 61—NATIONAL EMISSION STANDARDS FOR HAZARDOUS AIR POLLUTANTS
Subpart A—General Provisions

Sempre que a substância ou produto processado ou armazenado ou conduzido contenha um teor de poluente, maior ou igual a 5% em peso, a instalação deve ser caracterizada como de "baixa emissão fugitiva" e se aplicam as diretrizes desta especificação.

4.3- Fluido tóxico
Toxic (also called hazardous) air pollutants are those pollutants that are known or suspected to cause or other serious health effects, such as reproductive effects or birth defects, or to cause adverse environmental effects. The degree to which a toxic air pollutant affects a person's health depends on many factors, including the quantity of pollutant the person is exposed to, the duration and frequency of exposures, the toxicity of the chemical, and the person's state of health and susceptibility.

4.4- Fluido poluente
Toxic air pollutants (or Hazardous Air Pollutants, HAPs) are different from air pollutants. Air toxics are known or suspected to cause cancer or other serious heath effects, such as damage to respiratory or nervous systems. Toxic air pollutants may exist as particulate matter or as vapors (gases). Air toxics include metals, particles, and certain vapors from fuels and other sources.

4.5- Fluido Categoria M
A norma ASME B31.3 para tubulações de processo considera os fluidos tóxicos com características de "Category M fluids":
Category M Fluid Service is a fluid service in which the potential for personnel exposure is judged to be significant and in which a single exposure to a very small quantity of a toxic fluid, caused by leakage, can produce serious irreversible harm to persons on breathing or bodily contact, even when prompt restorative measures are taken. (ASME B31.3 parágrafo 300.2)

São substâncias capazes de provocar a morte ou danos à saúde humana se ingeridas, inaladas ou por contato com a pele, mesmo em pequenas quantidades.
As vias pelas quais os produtos químicos podem entrar em contato com o nosso organismo são três: inalação, absorção cutânea e ingestão.
A inalação é a via mais rápida de entrada de substâncias para o interior do corpo e é a mais comum.

Já com relação a absorção cutânea, se pode dizer que existem duas formas das substâncias tóxicas agirem. A primeira é como tóxico localizado, onde o produto em contato com a pele age na sua superfície, provocando uma irritação primária e localizada. E a segunda forma, é como tóxico generalizado, quando a substância tóxica reage com as proteínas da pele ou mesmo penetra através dela, atinge o sangue e é distribuída para o organismo, podendo atingir vários órgãos.
Quanto à ingestão, esta é considerada uma via de ingresso secundário, uma vez que tal fato somente ocorre com menor frequência.
Os resultados obtidos nestes monitoramentos devem ser comparados com valores de referência conhecidos, como por exemplo, a concentração IPVS, que é o valor Imediatamente Perigoso à Vida ou a Saúde.

5. Normas de Referência para Certificação de Válvulas
Utilizar a última edição e adenda.
5.1- ISO 15 848 – Industrial valves — Measurement, test and qualification procedures for fugitive emissions
Part 1: Classification system and qualification procedures for type testing of valves
Part 2: Production acceptance test of valves

5.2- Norma TA-LUFT – Instrução Técnica sobre a Qualidade do Ar, Ministério Federal para o Meio Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear, Alemanha
Diretriz TALUFT VDI 2440, Controle de Emissões em Refinarias de Petróleo.
TA Luft - "Technical Instructions on Air Quality Control" (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft)
TA Luft -Technical Guidelines for Air Pollution Control (TA Luft). Heymanns Verlag
VDI 2440 Emission control - Mineral oil refineries (standard by Verband Deutscher Ingenieure / Association of German Engineers)

5.3- API STD 622 - Type Testing of Process Valve Packing for Fugitive Emissions

5.4 API STD 624 - FIRST EDITION, FEBRUARY 2014Type Testing of Rising Stem Valves Equipped with Graphite Packing for Fugitive Emissions

5.5- MSS SP-120-2011 - Flexible Graphite Packing System for Rising Stem Valves – Design Requirements

5.6- MSS SP-121-2006 - Qualification Testing Methods for Stem Packing for Rising Stem Steel Valves

5.7- MSS SP-91-2009 - Guidelines for Manual Operation of Valves

5.8- Environmental Protection Agency, Determination of volatile organic compound leak. Code of Federal Regulations, Title 40, Part 60, Appendix A, Reference method 21.

5.9- EPA Method 21 2, Determination of Volatile Organic Compound Leaks

6. Normalização para Certificação de Válvulas de Baixa Emissão Fugitiva
Para o projeto de novas instalações com fluidos poluentes voláteis, as válvulas devem ser certificadas como válvulas de baixa emissão fugitiva, conforme ISO 15848, ou TALUFT ou API STD 624, e as gaxetas de vedação da haste devem ser certificadas como gaxetas para baixa emissão fugitiva, conforme API STD 622.

6.1- Certificação de válvulas para baixa emissão conforme ISO 15848 Parte 1 e Parte 2
6.1.1- Certificação de projeto de válvula - Testes de Laboratório ISO 15848 Parte 1

A ISO 15848 Parte 1 especifica três Classes de Certificação de válvulas em função do limite determinado para o vazamento, pela haste e pelas ligações flangeadas do corpo da válvula. São especificados os procedimentos para testes em laboratório de avaliação e certificação do projeto de válvulas de bloqueio e válvulas de controle, quanto a vazamentos para o exterior, através do sistema de vedação da haste da caixa de gaxetas e da ligação flangeada entre corpo e castelo da válvula.

6.1.2- Verificação da Certificação - Testes de produção na Fábrica ISO 15848 Parte 2
A norma da ISO 15848 - Part 2 especifica os procedimentos de teste de produção de protótipo na fábrica, de válvulas certificadas conforme ISO 15848- Part 1, a ser realizado pelo fabricante, para a verificação do nível real de vazamento para o exterior, através do sistema de vedação da haste da caixa de gaxetas e da ligação flangeada entre corpo e castelo da válvula.

6.1.3- Condições dos testes de certificação da ISO 15848 Parte 1 e Parte 2
A Norma ISO 15848, para cada classe de certificação da válvula, define o fluido de teste e o método de medição, porém deixa pelo usuário a definição da temperatura, da pressão e do número de ciclos, na qual a válvula deve ser testada.
A certificação deve refletir as condições de operação da válvula: temperatura, pressão e número estimado de ciclos durante a vida da válvula.

Condições a serem adotadas nos Testes de Laboratório e de Fábrica:

a- Adotar o maior valor entre a temperatura limite da especificação da tubulação em que a válvula está instalada ou 400ºC.
b- Adotar a pressão correspondente ao limite da classe de pressão da válvula, na temperatura de teste especificada, conforme tabelas da norma ASME B16.34, para o material de construção.
c- A ciclagem do teste de ciclos mecânicos de abertura e fechamento da válvula, correspondente à variação da pressão (pressão atmosférica – pressão de teste – pressão atmosférica), nas temperaturas ambiente e a estabelecida, deve ser:
   - Para válvulas de bloqueio e globo adotar:

   4500 ciclos: metade dos ciclos na temperatura especificada e metade na temperatura ambiente.
   - Para válvulas de controle adotar:

   40000 ciclos: metade dos ciclos na temperatura especificada e metade na temperatura ambiente.
d- São admitidos dois reapertos na sobreposta das gaxetas, em cada temperatura do teste.
e- Medição do vazamento conforme Método 21 da EPA (*)

(*) Environmental Protection Agency, Determination of volatile organic compound leak. Code of Federal Regulations, Title 40, Part 60, Appendix A, Reference method 21.

6.2- Certificação de válvulas para baixa emissão conforme TA-LUFT – VDI 2440
A norma TA LUFT – VDI 2440 especifica dois níveis máximos de vazamento para a vedação da haste, independente do tipo de válvula.
Para as ligações flangeadas do corpo, o vazamento máximo não é determinado.
Não são previstos testes de produção de protótipo na fábrica.
A Norma TA LUFT VDI 2440 define o fluido de teste e o método de medição, porém deixa pelo usuário a definição da temperatura, da pressão e do número de ciclos, na qual a válvula deve ser testada.
A certificação deve refletir as condições de operação da válvula: temperatura, pressão e número estimado de ciclos durante a vida da válvula.
Condições a serem adotadas nos testes:

a- Adotar o maior valor entre a temperatura limite da especificação da tubulação ou 400ºC.

b- Adotar a pressão correspondente ao limite da classe de pressão da válvula, na temperatura de teste especificada, conforme tabelas da norma ASME B16.34, para o material de construção.
c- A ciclagem do teste deve ser de ciclos mecânicos de abertura e fechamento da válvula, correspondente à variação da pressão (pressão atmosférica – pressão de teste – pressão atmosférica), nas temperaturas ambiente e a estabelecida, deve ser:
   - Para válvulas de bloqueio e globo adotar:

4500 ciclos: metade dos ciclos na temperatura especificada e metade na temperatura ambiente.

   - Para válvulas de controle adotar:

40000 ciclos: metade dos ciclos na temperatura especificada e metade na temperatura ambiente.

d- São admitidos dois reapertos na sobreposta das gaxetas, em cada temperatura do teste.
e- Medição do vazamento conforme Método 21 da EPA (*)

(*) Environmental Protection Agency Determination of volatile organic compound leak. Code of Federal Regulations, Title 40, Part 60, Appendix A, Reference method 21.

6.3- Certificação de válvulas para baixa emissão conforme API STD 624

A norma API STD 624 estabelece um procedimento uniforme, com requisitos de teste e critérios de aceitação, para avaliação do desempenho de válvulas de processo, quanto ao nível de emissões fugitivas.
É aplicável às válvulas com haste ascendente sem rotação (tipos gaveta e globo) e haste somente com rotação (tipos esfera, macho e borboleta) equipadas com gaxetas de grafite, previamente certificada para baixa emissão conforme API STD 622, para a vedação da haste.
O nível de vazamento aceito pela haste, para os compostos VOCs, é de até 100 ppmv, sendo o método de medição o da EPA Method 21.
Nada é estabelecido para vazamento aceitável pelas ligações flangeadas do corpo.
Não é previsto teste de produção de protótipo na fábrica.

Condições a serem adotadas nos testes:

a- As gaxetas devem ser de grafite flexível, com certificação do API STD 622, para baixa emissão fugitiva.
b- A haste deve estar na posição vertical.
c- O nº de ciclos é de 310 ciclos mecânicos e 3 ciclos térmicos, alternando-se entre a temperatura ambiente e a alta temperatura (260ºC).
d- A pressão deve ser constante e ser o menor valor entre 41,4 barg e a pressão máxima admissível a 260ºC, conforme a classe de pressão do material do corpo;
e- Não é permitido reaperto das gaxetas durante o teste.
f- O vazamento máximo admitido é 100 ppmv e a medição do vazamento conforme Método 21 da EPA (*)

(*) Environmental Protection Agency Determination of volatile organic compound leak. Code of Federal Regulations, Title 40, Part 60, Appendix A, Reference method 21.

7. Equivalência entre Selagem com Fole *versus* Engaxetamento com Gaxetas de Baixa Emissão e Sistema de Carga Constante com molas prato ("live loading")

A ESA - Associação Européia de Selagem, em parceria com a FSA - Associação de Selagem de Fluidos publica o documento ESA Publication Nº 14/09 Guia de MelhoresTécnicas Disponíveis, refletindo a troca de experiências na indústria de selagem de válvulas, que dentre outros assuntos trata da equivalência de vedação de haste com fole e engaxetamento com molas prato.

Nota: ESA Publication Nº 014/09

ESA- European Sealing Association

Sealing Technology – BAT (Best Available Techniques) guidance notes
Guidance notes to the best available techniques for sealing technology used in equipment on industrial installations covered by the EU IPPC Directive.

8.6. Valve live-loading

Live-loading involves the use of disc spring assemblies mounted above the gland on the gland bolts or between the packing gland and gland nose. The live-load assemblies transfer the bolt force to the packing set. The major benefit of valve live-loading is the amount of elastic energy that is stored in the spring assemblies, which is typically 10-30 times that of the bolts themselves. This ensures that packing relaxation over time is fully compensated for, so that the reliability of a packed application is significantly increased. A properly designed live-loading arrangement in combination with a low emission packing is deemed equivalent to a "bellows valve". Live-loaded valves with low emission packing can be and often are proven to be comparable in performance to a bellows valve (TA-Luft). In addition, in the USA, live-loaded valves are deemed MACT, Maximum Achievable Control Technology) "equivalent to a bellows valve" in terms of leak tightness and reliability.

Neste documento, especificamente, no controle de emissões fugitivas em válvulas, a ESA recomenda para válvulas em serviços com VOCs ou fluidos perigosos a utilização de:

a- Gaxetas de Baixa emissão de Grafite Flexível reforçada com fibras Carbono ou Gaxetas de Teflon PTFE;
b- Sempre que possível, utilizar válvulas de haste rotativa, como esfera, borboleta ou macho, em substituição às de acionamento linear;
c- Em válvulas com haste linear, utilizar gaxetas de baixa emissão, com sistema de carga constante (molas prato).

A ESA considera o uso de sistema de carga constante equivalente à vedação com fole, em termos de estanqueidade e confiabilidade.

8. Válvulas com Certificação de Baixa Emissão Fugitiva

As válvulas categorizadas como de baixa emissão fugitiva devem ser certificadas conforme os procedimentos de uma das normas listadas na seguinte tabela.

a- Válvulas com haste de ¼ de volta: tipos esfera, macho e borboleta;
b- Válvulas com haste ascendente: tipos gaveta e globo.

Não são aceitáveis as válvulas com haste selada com fole.

Tipo de válvula	**Vedação da haste**	**Certificação ISO 15848 H: teste com Hélio M: teste com Metano**	**Certificação TA LUFT VDI 2440 Teste com Metano**	**Certificação APÌ STD 624 Teste com Metano**
Válvula de bloqueio esfera, macho e borboleta.	Gaxetas de Baixa Emissão de: Grafite Flexível ou Teflon PTFE ambos com Sistema Carga Constante	Classe AH ≤ 10^{-5} mg.s^{-1}.m^{-1} Ou Classe AM ≤ 50 ppmv	Não previsto no TA LUFT.	Não previsto no TA LUFT.
Válvula de bloqueio gaveta	Gaxetas de Baixa Emissão de Grafite Flexível ou Teflon PTFE	Classe BH ≤ 10^{-4} mg.s^{-1}.m^{-1} Ou Classe BM ≤ 100 ppmv	Classe < 10^{-2} mbar.l/(s.m) (17,6.10^{-4} mg. s^{-1}.m^{-1})	Classe 100 ppmv máximo
Válvula de controle tipos Esfera, macho e borboleta.	Gaxetas de Baixa Emissão de Grafite Flexível ou Teflon PTFE ambos com Sistema Carga Constante	Classe AH ≤ 10^{-5} mg.s^{-1}.m^{-1} Ou Classe AM ≤ 50 ppmv	Não previsto no TA LUFT.	Não previsto no TA LUFT.
Válvula de regulagem e controle tipo globo	Gaxetas de Baixa Emissão de Grafite Flexível ou Teflon PTFE	Classe BH ≤ 10^{-4} mg.s^{-1}.m^{-1} Ou Classe BM	Classe < 10^{-2} mbar.l/(s.m) (17,6.10^{-4} mg. s^{-1}.m^{-1})	Classe 100 ppmv máximo

		≤ 100 ppmv		
Condições de execução dos testes		Conforme item 6.1	Conforme item 6.2	Conforme item 6.3

Nota:
H: Teste com gás Hélio e medição pelo método de vácuo
A: Teste com gás Metano e medição pelo método de “snuffing” EPA Method 21

9. Utilização de Sistema de Carga Constante na Caixa de Gaxetas
Especificar o sistema de carga constante tipo molas-prato, no preme gaxeta ou sobreposta, para prover um aperto uniforme e permanente sobre as gaxetas, durante o período de operação, nas válvulas enquadradas nas seguintes aplicações:

a. Válvulas para fluidos VOCs – Volatile Organic Compounds;
b. Válvulas de bloqueio com alta frequência de operação, isto é, acima de 5000 ciclos, sem previsão de reengaxetamento;
c. Válvulas operando com ciclos de variação de temperatura e/ou choque térmico;
d. Válvulas em regime de vibração, seja por escoamento bifásico, vibração acústica ou máquina alternativa;
e. Válvulas de regulagem e de controle.

10. Monitoramento de Campo
Em função da lei brasileira de controle de emissão de produtos tóxicos (atendimento à Norma Regulamentadora NR-15), as válvulas classificadas como baixa emissão fugitiva devem ser, periodicamente, monitoradas para medição de vazamento e desempenho operacional.
Essa medição é feita com detectores especiais, tipo analisadores, de acordo com os requisitos do teste EPA Method 21.
O aparelho de medição no campo é o equipamento modelo THERMO TVA 1000-B, com range de 1a 10 000 ppm.
A medição é a uma distância de 10 mm da fonte de possível vazamento, sendo máximo de 500 ppm, em qualquer direção.

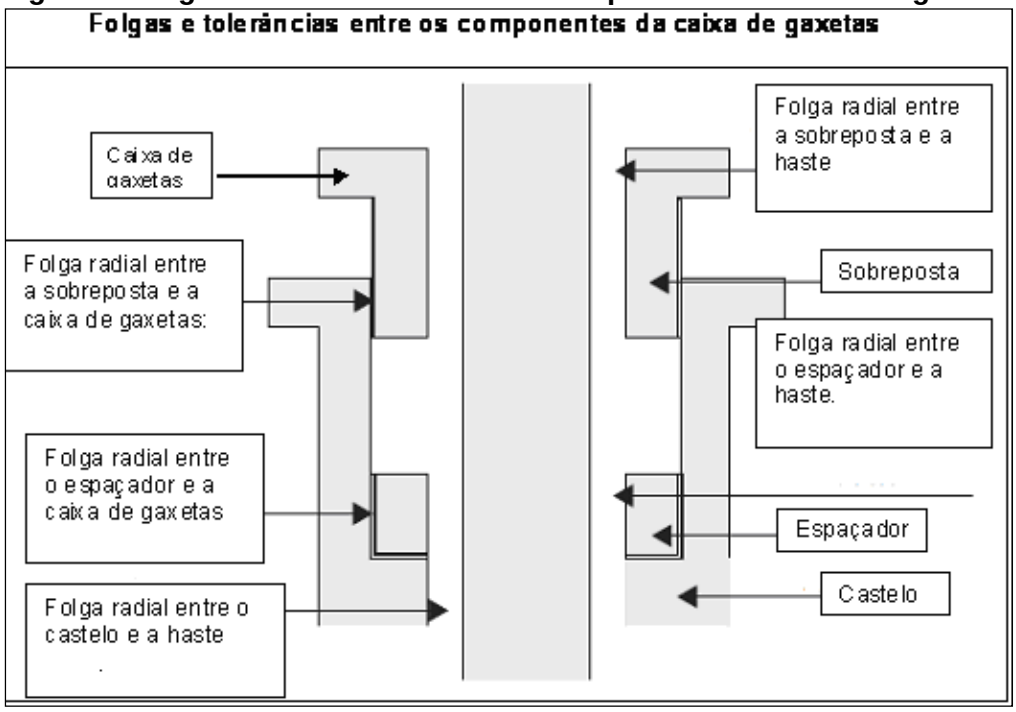
11. Fornecimento de Válvulas de Baixa Emissão Fugitiva
Para complementação dos requisitos do item 8, anterior, para as válvulas de baixa emissão fugitiva, o fabricante deve informar no fornecimento:
a- O acabamento superficial requerido para a haste e a superfície interna da caixa de gaxetas;
b- Tolerâncias máximas de montagem: perpendicularidade e circularidade da haste e da caixa de gaxetas;
c- Folgas corretas de montagem entre as superfícies dos componentes, conforme **Figura 1**: Folgas e tolerâncias entre os componentes da caixa de gaxetas;

- Haste x preme-gaxeta,
- Haste x bucha do castelo,
- Preme-gaxeta x caixa de gaxetas.

d- Aperto mínimo e máximo da sobreposta ou preme-gaxeta sobre o engaxetamento.
O aperto dos parafusos do preme-gaxetas ou sobreposta deve ser com torque controlado, devendo o fabricante de a válvula informar o valor do torque recomendado, para garantir que as gaxetas preencham toda a caixa e não fiquem muito compactadas, a ponto de causar o emperramento ou “galling” da haste.
Isto é, particularmente, importante nas válvulas com atuador, para que o engaxetamento não seja tão apertado que o atrito consuma a folga da potência do atuador.
e- O torque a ser aplicado nos parafusos da ligação flangeada entre o corpo e o castelo.
f- No caso de válvulas de bloqueio tipo esfera são aplicáveis os seguintes requisitos do API STANDARD 608 - Metal Ball Valves—Flanged, Threaded and Welding Ends.

5.7.5 *Packing gland bolts shall be designed so that the bolt stress shall not exceed 1/3 of the ultimate tensile strength of the bolting material when compressing packing material to a compressive stress of 5500 PSI (38 MPa) at 100 °F (38 °C).*
5.8.3 *Unless otherwise specified by the purchaser, the length of the lever handle or the gear ratio, efficiency and handwheel diameter of gear operators shall be designed so that the required input force to fully open and close valve shall not exceed 80 lb (360 N) when operating valve at manufacturer's maximum published torque as described in 5.5.3.*
5.5.3 *The stem and the ball-to-stem connection shall be designed such that no permanent deformation occurs and no failure of any part occurs when a force applied to the lever or gear operator handwheel produces a torque equal to the greater of:*
— 15 ft-lbs (20 N-m), or
— twice the manufacturer's maximum published torque.
The manufacturer's maximum published torque shall be based upon clean, dry air service at the maximum differential pressure rating of the valve.

Figura 1: Folgas e tolerâncias entre os componentes da caixa de gaxetas



ANEXOS
Tabela 1: ISO 15848 Parte 1
Condições de certificação para limite vazamento pela haste em teste de laboratório

1- Teste com gás Hélio e medição pelo método de vácuo

Classes de certificação de válvula e método de medição	Limite de vazamento pela haste medido no teste	Tipo de válvula e de vedação
Classe AH	**≤ 10^{-6} mg.s^{-1}.m^{-1}**	Válvulas com haste de ¼ de volta: tipos esfera, macho e borboleta. Caixa de gaxetas selada com fole
Classe BH	**≤ 10^{-4} mg.s^{-1}.m^{-1}**	Válvulas com haste ascendente: tipos gaveta e globo Gaxetas de Teflon PTFE
Classe CH	**≤ 10^{-2} mg.s^{-1}.m^{-1}**	Válvula com haste ascendente Gaxetas de grafite flexível

2- Teste com gás Metano e medição pelo método de "snuffing" EPA Method 21

Classes de certificação de válvula e método de medição	Limite de vazamento pela haste medido no teste	Tipo de válvula e de vedação
Classe AM	**≤ 50 ppmv**	Válvulas com haste de ¼ de volta: tipos esfera, macho e borboleta. Caixa de gaxetas selada com fole
Classe BM	**≤ 100 ppmv**	Válvulas com haste ascendente: tipos gaveta e globo Gaxetas de Teflon PTFE
Classe CM	**≤ 500 ppmv**	Válvula com haste ascendente Gaxetas de grafite flexível

Table 1 — Tightness classes for stem (or shaft) seals with helium

Class	Measured leak rate (mass flow)	Measured leak rate (mass flow)	Measured leak rate (volumic flow)	Remarks
	$mg.s^{-1}.m^{-1}$ stem perimeter (for information)	$mg.s^{-1}.mm^{-1}$ stem diameter through stem seal system	$mbar.l.s^{-1}$ per mm stem diameter through stem seal system	
AH [a]	$\leq 10^{-5}$	$\leq 3{,}14\ 10^{-8}$	$\leq 1{,}78 \cdot 10^{-7}$	Typically achieved with bellow seals or equivalent stem (shaft) sealing system for quarter turn valves
BH [b]	$\leq 10^{-4}$	$\leq 3{,}14\ 10^{-7}$	$\leq 1{,}78 \cdot 10^{-6}$	Typically achieved with PTFE based packings or elastomeric seals
CH [b]	$\leq 10^{-2}$	$\leq 3{,}14\ 10^{-5}$	$\leq 1{,}78 \cdot 10^{-4}$	Typically achieved with flexible graphite based packings

[a] Measured by the vacuum method as defined in Annex A.

[b] Measured by the total leak rate measurement method (vacuum or bagging) as defined in Annex A.

Table 3 — Tightness classes for stem (or shaft) seals with methane

Class	Measured leakage (sniffing method as described in Annex B) ppmv
AM	≤ 50
BM	≤ 100
CM	≤ 500

6.2.4 Correlations

There is no correlation intended between measurements of total leak rate as described in Annex A and local sniffed concentration as described in Annex B.

There is no correlation intended between the tightness classes when the test fluid is helium (Class AH, Class BH, Class CH) and when the test fluid is methane (Class AM, BM and Class CM).

Tabela 2: ISO 15848 Parte 1

Condições de certificação para limite vazamento pelo corpo de válvula em teste de laboratório para todas as Classes

Limite de vazamento pelo corpo Medição conforme Método de "sniffing" descrito no documento EPA Method 21[(1)] Fluido de teste: Hélio ou Metano
≤ 50 ppmv
1 ppmv = 1 ml/m^3 = 1 cm³/m³

Tabela 3: ISO 15848 Parte 2
Limite de vazamento pela haste para limite vazamento pela haste no teste de produção na fábrica

Classe de certificação da válvula conforme ISO 15848 – Part 1	Limite de vazamento pela haste conforme método "sniffing" da EPA Method 21	Tipo de válvula e de vedação
Classe A Fluido de teste: Hélio ou Metano	**≤ 50 ppmv**	Válvulas com haste de ¼ de volta: tipos esfera, macho e borboleta. Caixa de gaxetas selada com fole
Classe B Fluido de teste: Hélio ou Metano	**≤ 100 ppmv**	Válvulas com haste ascendente: tipos gaveta e globo Gaxetas de Teflon PTFE
Classe C Fluido de teste: Hélio ou Metano	**≤ 1000 ppmv**	Válvula com haste ascendente Gaxetas de grafite flexível

Tabela 4: ISO 15848 Parte 2
Limite vazamento pelo corpo de válvula no teste de produção na fábrica para todas as Classes

Limite de vazamento medido conforme método "sniffing" da EPA Method 21 Fluido de teste: Hélio ou Metano
≤ 50 ppmv
1 ppmv = 1 ml/m^3 = 1 cm³/m³

Tabela 5: TA LUFT VDI 2440
Condições de certificação para limite vazamento pela haste em teste de laboratório

Nível máximo de vazamento no teste	Fluido de teste	Pressão e temperatura de teste	Número de ciclos mecânicos	Método de medição
Inferior a 10^{-4} mbar.l/(s.m) ($1{,}76.10^{-5}$ mg/(s.m) para fluidos com temperatura menor ou igual a 250ºC	Gás inerte, normalmente Hélio.	Pressão e temperatura de operação da válvula	Equivalente a vida útil do sistema de selagem.	Por perda de pressão (de acordo o padrão DIN 28090-2), ou Por sniffing (de acordo com o anexo A da VDI 2440). ou Por gás de arraste (de acordo com a metodologia descrita na VDI 2440).
Inferior a 10^{-2} mbar.l/(s.m) ($1{,}76.10^{-3}$ mg/(s.m) para fluidos com temperatura acima de 250 ºC	Gás inerte, normalmente Hélio.	Pressão e temperatura de operação da válvula	Equivalente a vida útil do sistema de selagem.	

Tabela 6: API STD 624
Condições de certificação para limite vazamento pela haste em teste de laboratório

Nível máximo de	Fluido de teste	Pressão e	Número de ciclos	Método de medição

vazamento no teste		temperatura de teste	mecânicos	
Inferior a 100 ppmv	Gás metano 97% de pureza	Pressão e temperatura de operação da válvula	310 ciclos de pressão e 3 de temperatura	Conforme método “sniffing” da EPA Method 21