Seleção e especificação de gaxetas para vedação de haste de válvulas sem requisito de baixa emissão fugitiva

1. Objetivo

Este padrão apresenta os requisitos para seleção e especificação de gaxetas para vedação de haste de válvulas, sem características de controle de emissões fugitivas.
Para os casos de serviços que requerem controle de baixa emissão fugitiva, consultar o artigo “Seleção de sistemas de engaxetamento para uso em válvulas com requisito de baixa emissão fugitiva”.

2. Referências

Utilizar a última edição e adenda se houver
API STD 600 - Steel Gate Valves—Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets
API SPECIFICATION 6D - Specification for Pipeline Valves
ASME B16.34 - Valves Flanged, Threaded, and Welding End
API RP 621 - Reconditioning of Gate, Globe and Check Valves
API RP 615 - Valve Selection Guide
API RP 553 - Refinery Valves and Accessories for Control and Safety Instrumented Systems
API STD 607 - Fire Test for Soft-Seated Quarter Turn Valves

MSS SP-120 - Flexible Graphite Packing System for Rising Stem Valves – Design Requirements
MSS SP-121 - Qualification Testing Methods for Stem Packing for Rising Stem Steel Valves

ASTM F 2168 - Standard Specification for Packing Material, Graphitic, Corrugated Ribbon or Textured Tape, and Die-Formed Ring

FSA-G-604-07 - Fluid Sealing Association STANDARD - Oxidation Test Standard for Flexible Graphite Gasket Materials

ISO 14313 - Petroleum and natural gas industries—Pipeline transportation systems—Pipeline valves
ISO 15848-1 Industrial valves - Measurement, test and qualification procedures for fugitive emissions - Part 1: Classification system and qualification procedures for type testing of valves
ISO 15848-2 Industrial valves - Measurement, test and qualification procedures for fugitive emissions - Part 2: Production acceptance test of valves
ISO 10497 Testing of valves -- Fire type-testing requirements

ABNT NBR 15827 - Válvulas industriais para instalações de exploração, produção, refino e transporte de produtos de petróleo - Requisitos de projeto e ensaio de protótipo

3. Aplicação

Este procedimento se aplica aos empreendimentos de novas instalações e também nas ampliações, modificações e manutenções de unidades existentes.

4. Introdução

As gaxetas são utilizadas na vedação de hastes de válvulas e eixos de equipamentos como bombas, misturadores, agitadores e sopradores de fuligem.

Gaxeta é de material termofixo, isto é queima, mas não se deforma, e não pode ser de material termoplástico, que se deforma com a temperatura.

A característica principal das gaxetas é preencher e selar as folgas, irregularidades e dilatações entre a caixa de gaxetas e a haste, ao serem comprimidas pelo preme-gaxetas ou sobreposta, enquanto se opõem à pressão do fluido de operação, impedindo o vazamento para o exterior.

Os materiais mais empregados no passado eram as fibras de amianto, puras ou combinadas com outros materiais, porém estão proibidos, devido à característica cancerígena do amianto.

Construtivamente, as gaxetas são normalmente confeccionadas entrelaçadas de fibras trançadas em forma de fios, compondo uma cordoalha ou cordão, na maioria das vezes impregnadas com algum óleo mineral ou lubrificante:

a- Fibras: aramida, PTFE expandido, Grafite Flexível, carbono, etc.;
b- Impregnantes: PTFE, óleos minerais ou sintéticos;
c- Lubrificantes: Grafite, silicone ou óleos, minerais, essenciais para eixos de máquinas, para reduzir o atrito e dissipar o calor.

Normalmente, as gaxetas são fornecidas em rolos ou bobinas, que é o caso das trançadas, mas podem também ser entregues em "kits" de anéis pré-formados, mais indicados para os serviços que requerem baixa emissão fugitiva.
As gaxetas trançadas apresentam boa flexibilidade para a instalação, porém devido à porosidade natural desse tipo de construção e às laterais que são rugosas, não são estanques, permitindo que gases e vapores passem através.

As gaxetas caracterizadas como "fire safe" não podem ter óleo lubrificante, ligante ou aglomerante, que pode evaporar, levando à perda de massa e de vedação, e é combustível.

5. Condições de Seleção das Gaxetas de Válvulas

A seleção do tipo e material construtivos da gaxeta deve atender as seguintes condições:

a- Compatibilidade com a agressividade do fluido de processo: resistência à corrosão e ao ataque químico;
b- Resistência à temperatura de operação do fluido a vedar: oxidação, perda de massa ou volume, afrouxamento do aperto;
c- Não provocar ataque corrosivo nem riscamento nas paredes da caixa de gaxeta e da haste;
d- Resistência mecânica: ao aperto requerido, à força de compressão da sobreposta, ao apoio da haste (em válvula instalada na horizontal);
e- Resistência à abrasão pela movimentação haste;
f- Baixo atrito;
Nota: Em algumas aplicações, a gaxeta é fabricada com acabamento externo de Grafite, para reduzir o atrito e melhorar a estabilidade à temperatura.
g- Vida útil compatível com a freqüência ou ciclagem de operação da válvula;
h- Baixa porosidade;
i- Alta selabilidade;
j- Permita compactação que previna caminhos através do engaxetamento;
k- Capacidade das gaxetas de preencher defeitos nas superfícies da haste e da caixa de gaxetas;
l- Fator de relaxação baixo, para garantir o grau de compactação requerido;
m- Capacidade de dissipação de calor: prevenir sobreaquecimento localizado;
n- Ser flexível e de fácil conformação, para preenchimento do alojamento ou caixa de gaxetas;
o- Ser resistente à oxidação pelo ar atmosférico, nos serviços de válvulas operando em alta temperatura (acima de 450ºC);

Nota: Nos casos de vedação de eixo de equipamento rotativo as gaxetas também devem ser adequadas à velocidade periférica do eixo.

6. Principais Causas de Vazamento pela Haste de Válvulas

Causas dos vazamentos em válvulas	Descrição	Solução
Dano na haste	Haste danificada, deformada, empenada, emperrada ou apresentando corrosão generalizada ou corrosão alveolar ("pitting"). É a causa predominante, pois danifica as	Reparo ou troca da haste.

	gaxetas e cria os “caminhos” para os vazamentos, ao danificar a superfície das gaxetas.	
Corrosão galvânica provocada pelo Grafite	Devido à característica de ataque corrosivo do Grafite, presente nas gaxetas.	Adição de inibidor de corrosão, por ex. Molibdato de Bário, que impede o processo de corrosão da haste e da caixa de gaxetas. Outra alternativa é o recurso de se usar fio de Zn- Zinco, como anodo de sacrifício, contra a corrosão, porém há o inconveniente do seu rápido consumo.
Riscos na haste por abrasão	Os fios de INCONEL riscam as hastes, fabricadas de aço inoxidável austenítico, principalmente em válvulas globo, mas também em válvulas gaveta, esfera ou macho de uso freqüente..	Uso de gaxeta de Grafite com reforço de fibras de Carbono, em lugar dos fios de INCONEL.
Gaxetas de material não adequado	Materiais mal especificados perdem massa ou volume durante a operação, levando à perda ou afrouxamento do aperto.	Evitar ligantes e aglomerantes no material da gaxeta que tendem a evaporar, causando perda de volume da gaxeta, que leva ao vazamento, obrigando ao reaperto frequente.
Roscas dos parafusos do preme-gaxetas espanadas ou gastas ou ainda o preme-gaxetas empenado ou desalinhado.	Estas irregularidades acarretam dificuldades de se manter a compressão necessária e homogênea sobre as gaxetas.	Troca da preme gaxetas e dos parafusos.
Procedimento incorreto de remoção ou instalação do engaxetamento.	O mau manuseio pode causar danos, riscos e mossas na haste e/ou na caixa de gaxetas, sendo o principal problema o resíduo de gaxetas não removido.	Usar o procedimento de remoção das gaxetas com hidrojateamento.
Aperto insuficiente	A compressão insuficiente dada pelo preme-gaxetas permite que o produto pressurizado passe através do engaxetamento	Cobrar do fabricante da válvula o torque a ser aplicado nos parafusos do preme-gaxetas, conforme a gaxeta utilizada.
Aperto em demasia	Gaxetas com alto coeficiente de atrito levam ao elevado aperto do preme-gaxetas, dificultando a operação, empenamento de haste e trincas de sede.	Verificar com o fornecedor das gaxetas se são de baixo atrito e cobrar do fabricante da válvula o torque a ser aplicado.
Relaxação do Aperto.	Com a elevação da temperatura, ocorrerá uma relaxação natural dos prisioneiros ou estojos e a carga que atua sobre as gaxetas será menor que a necessária para manter a vedação.	Cobrar do fabricante da válvula o torque a ser aplicado nos parafusos do preme-gaxetas e em casos críticos, analisar utilização de sistema de aperto constante (mola prato).
Válvulas com a haste na horizontal	Nas válvulas instaladas na horizontal, as gaxetas também atuam como mancal para apoio da haste e devem ser suficientemente resistentes, porém sem prejudicar a flexibilidade requerida.	Nestas situações utilizar bucha de carbono puro, bi-partido, à montante e à jusante das gaxetas, duro o suficiente para servir de apoio para a haste.
Operação frequente	Válvulas que são operadas freqüentemente, como válvulas de controle, podem desgastar a vedação rapidamente e permitir um caminho para o vazamento.	Usar gaxetas mais resistentes e sistema de carga constante com molas-prato.
Haste ascendente	Válvulas com hastes que sobem e descem, como válvula gaveta e válvula globo, são mais suscetíveis a vazamentos que válvulas que giram um quarto de volta, como válvula esfera.	Usar gaxetas mais resistentes.

7. Corrosão Galvânica por Pilha devida ao Grafite

Nas gaxetas à base de Grafite, ocorre a corrosão da haste e da caixa de gaxetas.

A razão é o alto potencial catódico do Grafite, em relação ao aço, na Escala Galvânica dos metais, levando ao mecanismo de corrosão por “pitting”, conhecido como corrosão galvânica.
Denomina-se corrosão galvânica ao processo corrosivo resultante do contato elétrico de materiais diferentes ou dissimilares imersos em um eletrólito. Este tipo de corrosão será tão mais intenso quanto mais distante forem os materiais na tabela de potenciais eletroquímicos.

Tabela de Potencial eletroquímico.
Comportamento anódino
Magnésio
Zinco
Alumínio
Cádmio
Ferro fundido
Aço carbono
Aço inoxidável
Estanho
Chumbo
Níquel
Monel
Titânio
Grafite
Ouro
Platina
Comportamento catódico

Por esta razão é importante que nas gaxetas de Grafite sejam adicionados inibidores de corrosão de comportamento ativo e passivo:

- Inibidores de Corrosão Ativos: materiais: Zinco, Magnésio, Alumínio.

Atuam como um anodo de sacrifício para proteger a haste da válvula, reagindo , oxidando-se, facilmente, logo após o teste de pressão hidrostático, até ser consumido em 2-3 meses, provocando perda de volume da gaxeta.

- Inibidores de Corrosão Passivos: Materiais à base de Molibdato

Criam uma reação contínua contra a corrosão e não é consumido.
Por não ser consumido, não provoca perda de volume na gaxeta.

Para os sistemas de engaxetamento com gaxetas de Grafite Flexível, de haste ascendente de válvulas, há o seguinte requisito da norma MSS SP-120-2011 - Flexible Graphite Packing System for Rising Stem Valves – Design Requirements, item 3.2

> The packing assembly shall contain a dispersed **passive corrosion-inhibitor**, a dispersed embedded **active corrosion-inhibitor**, or a suitable combination of inhibitors, to minimize stem pitting caused by the galvanic corrosion phenomenon set up in a wet valve packing-chamber. Inhibitors in end rings are optional, unless otherwise specified by the purchaser.

A exigência de inibidor também está na norma API STD 600 - Steel Gate Valves - Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets.

Table 7—Materials for Parts

Part	Material
Packing	Suitable for steam and petroleum fluids for temperature range from 20 °F (–29 °C) to 1000 °F (538 °C). Shall contain a corrosion inhibitor.

8. Oxidação pelo Grafite em Alta Temperatura
Na norma API RP 615 - Valve Selection Guide há o seguinte parágrafo:

> “ Although graphite material is susceptible to oxidation at temperatures above 343 °C (650 °F), it has been used with success in valves with service temperatures up to 538 °C (1000 °F) and higher.”

Na prática, porém, se tem constatado que o Grafite Flexível atende bem ao serviço de engaxetamento em meios oxidantes, exemplo o ar atmosférico, em temperaturas elevadas (até 450ºC).

Quando é necessário resistir a temperaturas maiores, utilizam-se um Grafite Flexível especial, HT - High Temperature, que tem formulação própria para evitar a oxidação, prevenindo que o Grafite seja atacado pelo oxigênio em temperaturas elevadas, acima de 450ºC.

Características típicas de Grafite Flexível HT ("High Temperature"):

- Ser resistente à oxidação em altas temperaturas;
- Ser próprio para resistir à oxidação em alta temperatura (até 600ºC);
- Atender às características conforme Tabelas 1 e 2, a seguir.

Tabela 1 Características do Grafite Flexível para alta temperatura

Propriedades	Norma de teste	Valores de referência
Densidade	ASTM F 1315	1,0 (g/cm³)
Compressibilidade	ASTM F 36	40 (%)
Recuperação	ASTM F 36	15 (%)
Teor de cinzas		< 2 (%)
Teor de Enxofre		< 500 ppm

Tabela 2 Certificado de Teste TGA - Análise Termogravimétrica conforme FSA-G-604-07 - Oxidation Test Standard for Flexible Graphite Materials - Method B
Fluid Sealing Association • 994 Old Eagle School Road #1019 • Wayne, PA 19087 • (USA)
http://www.fluidsealing.com/

TGA (perda de massa em 3 horas a 700ºC)	< 8(%)
TGA (perda de massa em 5 horas a 700ºC)	< 13(%)

9. Condições para Engaxetamento Eficiente
Além da responsabilidade das gaxetas na eficiência da vedação, há outros fatores que promovem o bom engaxetamento:

a) Acabamento superficial da haste e da caixa de gaxetas;
b) Tolerâncias máximas de montagem: perpendicularidade e circularidade da haste e da caixa de gaxetas;
c) Instalação de dispositivo de aperto constante na preme-gaxeta, mantendo uma pressão constante, durante toda a operação, sobre os anéis de vedação;
d) Folgas corretas de montagem entre as superfícies dos componentes:
   haste x preme-gaxeta
   haste x bucha do castelo
   preme-gaxeta x caixa de gaxetas

que não podem ser excessivas, pois impedem que as gaxetas preencham toda a caixa; nem muito apertadas, pois podem causar emperramento ou "galling".

10. Gaxetas Conforme Norma ABNT NBR 15827:2014 Rev.14/07/2014
Válvulas industriais para instalações de exploração, produção, refino e transporte de produtos de petróleo — Requisitos de projeto e ensaio de protótipo
Itens:
A.2.2 Especificação padronizada para as gaxetas:
a) confeccionadas com anéis pré-moldados ou de material trançado;
b) de Grafite Flexível expandido, com no mínimo 99 % de pureza, com reforço de fio de INCONEL®, de alta resistência;
c) de seção quadrada;
d) isenta de qualquer ligante ou aglomerante ou aditivo;

e) o inibidor de corrosão das gaxetas deve ser de molibdato de bário e/ou, fios de zinco.
A.2.3 Os anéis de gaxeta devem ser montados observando-se o material, dimensões e emendas defasadas de 90 °.
A.2.4 A cada dois anéis colocados, deve-se dar um pré-aperto.

11. Tabela Comparativa de Gaxetas Disponíveis no Mercado X Aplicação aos Serviços

Material base	Gaxetas de perfil quadrado Especificação	Serviço em equipamentos	Serviço em válvulas	Características	Referência de fabricantes de produtos similares
Fibras de Algodão	Gaxeta de fibra sintética trançada perfilada; fibra algodão com óleo mineral + parafina; perfil quadrado; impregnada à base de parafina; lubrificada com óleo inerte; temperatura máxima 100ºC, PH 6-8; pressão 15 bar	Gaxeta para uso em eixo de equipamentos rotativos (ex. agitador, misturador).	----------	Em aplicações simples e tolerâncias dimensionais elevadas.	TEADIT GA 2143 JOHN CRANE Style 866 ou 867
Fibras de Aramida	Gaxeta de fibra sintética trançada perfilada; fibra sintética Aramida (Kevlar); perfil quadrado; impregnada com teflon PTFE/Grafite; lubrificada com silicone; temperatura máxima 280ºC, PH 2-12, pressão 20 bar	Gaxeta para uso em eixo de bomba.	----------	Em aplicações com fluidos abrasivos.	TEADIT GA 2043 JOHN CRANE Style K1761 CHESTERTON 1740 GARLOCK SYNTHEPAK 8922
Fibras de PTFE expandido com grafite	Gaxeta de fibra sintética trançada; perfilada; de PTFE expandido; perfil quadrado; com impregnação de grafite; temperatura máxima 280ºC, PH 0-14, pressão 200 Bar.	Gaxeta para uso em eixo de bomba.	Gaxeta para uso em válvula de produto químico, não inflamável	Boa utilização com produtos corrosivos. Não usar com fluido abrasivo. Apresenta problemas de extrusão sob a pressão interna e aperto do preme-gaxeta. Necessita de anéis de gaxeta anti-extrusão..	TEADIT GA 2007 G JOHN CRANE Style C1056 CHESTERTON 1724
Fibras de PTFE expandido	Gaxeta de fibra sintética trançada; perfilada; de PTFE expandido; aditivado, seco, perfil quadrado; temperatura máxima 280ºC, PH 0-14, pressão 250 Bar.	Gaxeta para uso em eixo de bomba.	Gaxeta para uso em válvula de produto químico, não inflamável.	Elevado desempenho com solventes, óleos, gases e efluentes. Resistente à maioria dos fluidos, incluindo os ácidos e cáusticos mais corrosivos. É indicada para uso em aplicações estáticas com fluídos alimentícios ou farmacêuticos. Não usar com fluido abrasivo.	TEADIT S 2005

				Necessita de anéis anti-extrusão.	
Fibras de Grafite Flexível puro	Gaxeta de fibra sintética trançada perfilada; de Grafite Flexível expandido puro; perfil quadrado; sem impregnação; auto lubrificada; temperatura máxima 450ºC (meio oxidante) e 650ºC (vapor), PH 0-14, pressão 200 bar; inibidores de corrosão Molibdato de Bário e fios de Zinco.	Gaxeta para uso em bombas de hidrocarbonetos.	Gaxeta para uso em válvulas de hidrocarbonetos e vapor d'água. .	Por ser frágil (puro Grafite Flexível) resiste pouco à extrusão. Apresenta problemas de extrusão sob a pressão interna e aperto do preme-gaxeta. Necessita de anéis de gaxeta anti-extrusão. Certificação "fire sabe" API STD 607 5ª Edição ou ISO 10497.	TEADIT GA 2000S CHESTERTON 1400 GARLOCK 1300 F JOHN CRANE Style G58
100% fibras de Grafite Flexível Construção: anel pré-formado	Gaxeta de fibra sintética perfilada; de Grafite Flexível expandido; perfil quadrado; auto lubrificada; temperatura 450ºC (meio oxidante) e 650ºC (vapor), PH 0-14, pressão 200 bar. Inibidores de corrosão Molibdato de Bário e fios de Zinco.	Gaxeta para uso com máquinas	Gaxeta para uso em válvula de hidrocarbonetos e vapor d'água.	Nestas gaxetas usar anéis de gaxeta de Carbono anti-extrusão, devido ao risco de no aperto, o material da gaxeta extrudar através das folgas entre a haste e a caixa de gaxetas. Certificação "fire sabe" API STD 607 5ª Edição ou ISO 10497.	JOHN CRANE Style 235 GRASSPACK Brasil/ GRAPHTECH (Grafoil)
Fibras de Grafite Flexível com dispersão de PTFE	Gaxeta de fibra sintética trançada perfilada; de Grafite Flexível expandido; com dispersão de PTFE; perfil quadrado; sem impregnação; auto lubrificada, temperatura máxima 450ºC (meio oxidante) e 650ºC (vapor); pH 0 to 14; pressão 170 bar; inibidores de corrosão Molibdato de Bário e fios de Zinco.	Gaxeta para uso com máquinas	Gaxeta para uso em válvula de hidrocarbonetos e vapor d'água.	Por ser frágil resiste pouco à extrusão. Apresenta problemas de extrusão sob a pressão interna e aperto do preme-gaxeta. Necessita de anéis de gaxeta anti-extrusão Certificação "fire sabe" API STD 607 5ª Edição ou ISO 10497.	JOHN CRANE Style 1625G
Fibras de Carbono puro com	Gaxeta de fibra sintética trançada perfilada; Carbono puro; perfil quadrado; **com** impregnação de Grafite; com lubrificante	Gaxeta para uso em bomba de hidrocarbonetos.	Gaxeta para uso em válvulas de hidrocarbonetos.	Possui mais resistência a extrusão que a de Grafite puro, porém menor	TEADIT GA 2002 GARLOCK 98

impregnação de Grafite	especial; temperatura máxima 450ºC, PH 0-14, pressão 250 bar.			capacidade de selabilidade. Maior utilização como anel anti-extrusão.	SLADE 3300CJ CHESTERTON 370 ou 477-1 JOHN CRANE Style 1627
Fibras de Carbono com reforço fios de INCONEL™	Gaxeta de fibra sintética trançada perfilada; Carbono puro; perfil quadrado; com lubrificantes especiais; reforçada com fios de INCONEL™; temperatura máxima 450ºC, PH 0-14; pressão 275 bar.	----------	Gaxeta para uso em válvulas de hidrocarbonetos e vapor d'água.	Possui mais resistência a extrusão que a de Carbono puro. Maior utilização como anel anti-extrusão.	GARLOCK 127 AFP
Fibras de Grafite Flexível com reforço fios de Carbono	Gaxeta de fibra sintética trançada perfilada; Grafite Flexível expandido; perfil quadrado; sem impregnação; auto lubrificada; reforçada com fios de Carbono; temperatura máxima 450ºC (meio oxidante) e 650ºC (vapor), PH 0-14, pressão 250 bar; inibidores de Corrosão Molibdato de Bário e fios de Zinco.	Gaxeta para uso em bombas de hidrocarbonetos	Gaxeta para uso em válvula de hidrocarbonetos e vapor d'água, particularmente, em haste de material aço inoxidável austenítico.	Nestas gaxetas usar anéis de gaxeta de Carbono anti-extrusão, devido ao risco de no aperto, o material da gaxeta extrudar através das folgas entre a haste e a caixa de gaxetas. Certificação "fire sabe" API STD 607 5ª Edição ou ISO 10497.	TEADIT GA 2202 CHESTERTON 1400-R SLADE 3300 G
Fibras de Grafite Flexível com reforço de fios de Carbono e de INCONEL™	Gaxeta de fibra sintética trançada perfilada; Grafite Flexível expandido; perfil quadrado; sem impregnação; auto lubrificada; reforçada com fios de Carbono e de INCONEL™; temperatura máxima 450ºC (meio oxidante) e 650ºC (vapor), PH 0-14, pressão 350 bar; Inibidores de Corrosão Molibdato de Bário e fios de Zinco	_____	Gaxeta para uso em válvulas de hidrocarbonetos e vapor d'água.	Gaxeta com reforço adicional estrutural de Carbono e INCONEL. Dispensa anéis anti-extrusão. Certificação "fire sabe" API STD 607 5ª Edição ou ISO 10497.	SLADE 3300W
Fibras de Grafite Flexível com reforço de fios de INCONEL	Gaxeta de fibra sintética trançada perfilada; de Grafite Flexível expandido; perfil quadrado; sem impregnação; auto lubrificada; reforçada com fios de INCONEL™; temperatura máxima 450ºC (meio oxidante) e 650ºC (vapor); PH 0-14; pressão 300bar; inibidores de Corrosão Molibdato de Bário e fios de Zinco.	----------	Gaxeta para uso em válvulas de hidrocarbonetos e vapor d'água. .	Alta resistência química e termicamente estável; baixo atrito; elevada resistência mecânica. Dispensa anéis anti extrusão. Certificação "fire sabe" API STD 607 5ª Edição ou ISO 10497.	TEADIT GA 2000 IC CHESTERTON 1600 (com INCONEL™) JOHN CRANE Style

					G58I (com INCONEL™)
Fibras de Grafite Flexível HT com reforço de malha de fios de INCONEL™	Gaxeta de fibra sintética trançada perfilada; de Grafite Flexível expandido; perfil quadrado; sem impregnação; auto lubrificada; reforçada com malha de fios de INCONEL™; temperatura máxima 650ºC (meio oxidante e vapor), PH 0-14; pressão 450 bar; inibidores de corrosão Molibdato de Bário e fios de Zinco.	----------	Gaxeta para uso em válvulas de hidrocarbonetos e vapor d'água. Aplicações em elevada temperatura (> 450º C).	Alta resistência química e termicamente estável; Baixo atrito; Elevada resistência mecânica dispensando uso de anéis anti-extrusão; Certificação "fire sabe" API STD 607 5ª Edição ou ISO 10497.	TEADIT GA 2235

Obs.:

a- Em função da comprovada corrosão galvânica gerada pela presença de Grafite devem ser utilizados na composição da gaxeta, conjuntamente, inibidores de corrosão: Molibdato de Bário e fios de Zinco.

b- Densidade das gaxetas: 1,4-1,5 g/cm³

c- Grafite Flexível com inibidor de oxidação significa Grafite com formulação própria para evitar a oxidação, prevenindo que o Grafite seja atacado pelo oxigênio em temperaturas elevadas, acima de 450ºC.

Gaxetas de perfil redondo **Especificação**	**Código de fabricante**
Gaxeta trançada de fibras sintéticas; fibra de cerâmica; perfil redondo; sem impregnação; sem lubrificação; reforçada com fios de INCONEL; temperatura máxima 1200ºC	TEADIT Termoceram 630
Gaxeta trançada de fibras sintéticas; fibra de vidro; perfil redondo; sem impregnação; sem lubrificação; pH 3-11; temperatura máxima 260ºC	TEADIT Termovid 636

12. Recomendações para Engaxetamento de Válvulas

12.1. Instalação

A caixa de gaxetas deve ter a profundidade correspondente a montagem de 5 a 6 anéis de gaxetas, em todas as válvulas, quer montadas na vertical ou na horizontal.

No caso de gaxetas com risco de extrusão no aperto, através das folgas entre a haste e a caixa de gaxetas, usar anel ou bucha anti extrusão nas extremidades do engaxetamento.

Em válvulas existentes, com caixa de gaxetas profunda, completar com bucha ou espaçador de anel de Carbono, no comprimento necessário.

O uso de bucha ou espaçador de Carbono é limitado às caixas de gaxetas de fundo plano.

Se não for usado bucha ou espaçador de Carbono, o material a ser usado deve ser equivalente ao material do castelo, com relação à resistência à corrosão e à temperatura, e com dureza superficial, no mínimo, 50 HB inferior à dureza da haste.

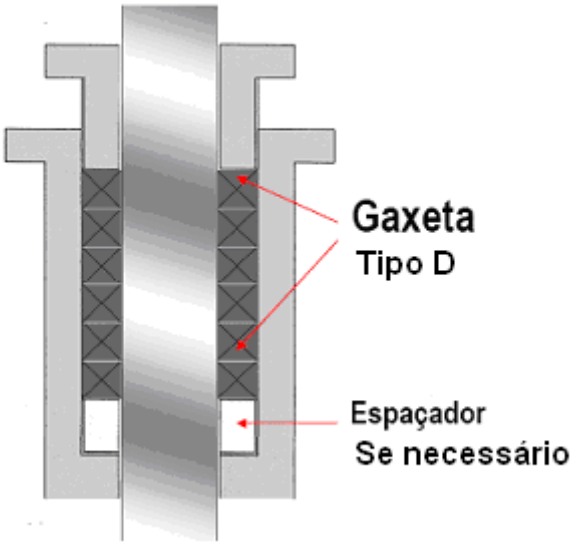
Em válvulas com haste na horizontal, usar bucha de Carbono (com 99% C), nas extremidades da caixa de gaxetas.

Para as válvulas novas, em fábrica, as gaxetas a serem instaladas podem ser do tipo anel pré-moldado (“die-formed ring”).

Já nas válvulas já montadas ou recuperadas, na troca das gaxetas utilizar o tipo em bobina (“braided packing: corrosion inhibited die-formed flexible graphite packing with braided and anti-extrusion rings”).

12.2. Arranjos das gaxetas

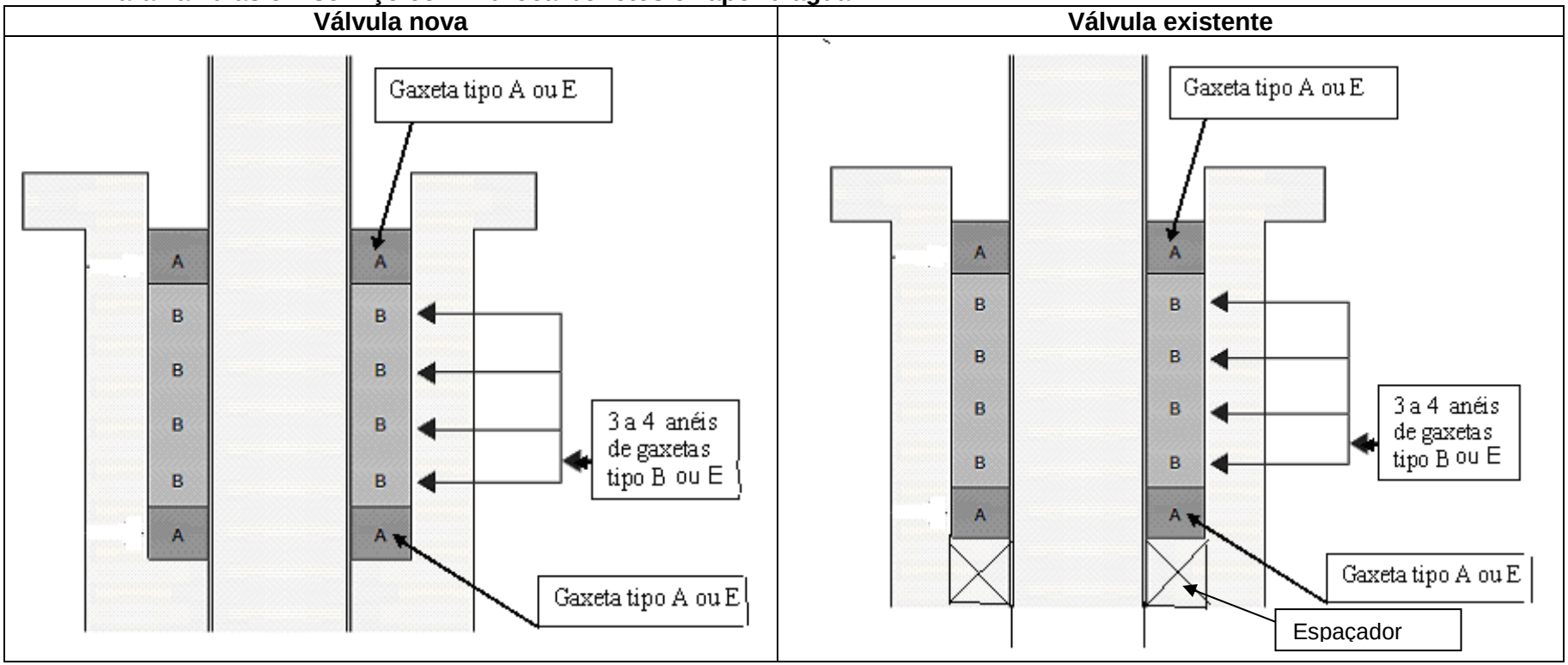
12.2.1. Para válvulas em serviço com água, ar e produtos químicos



Gaxeta Tipo D: Gaxeta trançada com filamentos de PTFE e tratada com dispersão de PTFE e componente inerte.

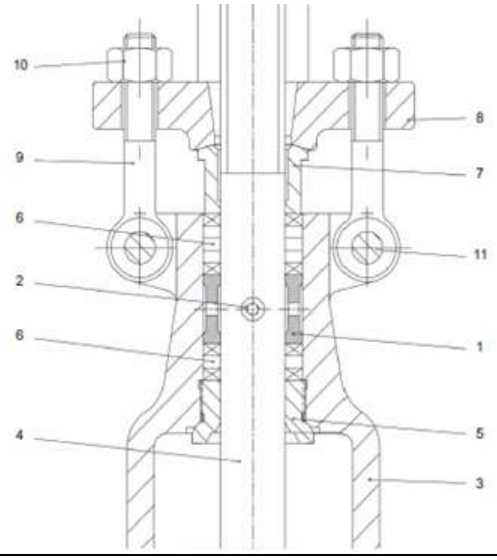
Espaçador (para as válvulas existentes, se necessário)
Usar espaçador ou bucha de carbono para preencher a caixa de gaxeta, em caso de comprimento excessivo.

12.2.2. Para válvulas em serviço com hidrocarbonetos e vapor d'água



Gaxeta Tipo A: Gaxeta de fios trançados de Carbono, com 98% mínimo de Carbono, e inibidor de corrosão.
Gaxeta Tipo B (pré-moldada): Gaxeta de Grafite Flexível de anel pré-moldado, com fios de INCONEL (Alloy 600) e inibidor de corrosão.
Sem amianto, cloreto limitado a 100 ppm máximo e enxofre total limitado a 1000 ppm máximo, sem adição de lubrificante ou outros aditivos.
As Gaxetas de Grafite Flexível podem ser impregnadas com PTFE, para reduzir a porosidade e aumentando o poder de vedação, além de criar um efeito de "engraxamento" da haste, reduzindo o atrito.
Gaxeta Tipo E (trançada): Gaxeta trançada de Grafite Flexível, com fios de INCONEL (Alloy 600) e inibidor de corrosão.
Sem amianto, cloreto limitado a 100 ppm máximo e enxofre total limitado a 1000 ppm máximo, sem adição de lubrificante ou outros aditivos.
A Gaxetas de Grafite Flexível podem ser impregnadas com PTFE, para reduzir a porosidade e aumentando o poder de vedação, além de criar um efeito de "engraxamento" da haste, reduzindo o atrito.
Espaçador (para as válvulas existentes, se necessário)
Usar espaçador ou bucha de carbono para preencher a caixa de gaxeta, em caso de comprimento excessivo.

12.2.3. Caixa de gaxetas com anel lanterna
Nas caixas de gaxetas com anel de lanterna, o arranjo das gaxetas deve ser conforme ilustrado na figura a seguir:



Legenda:

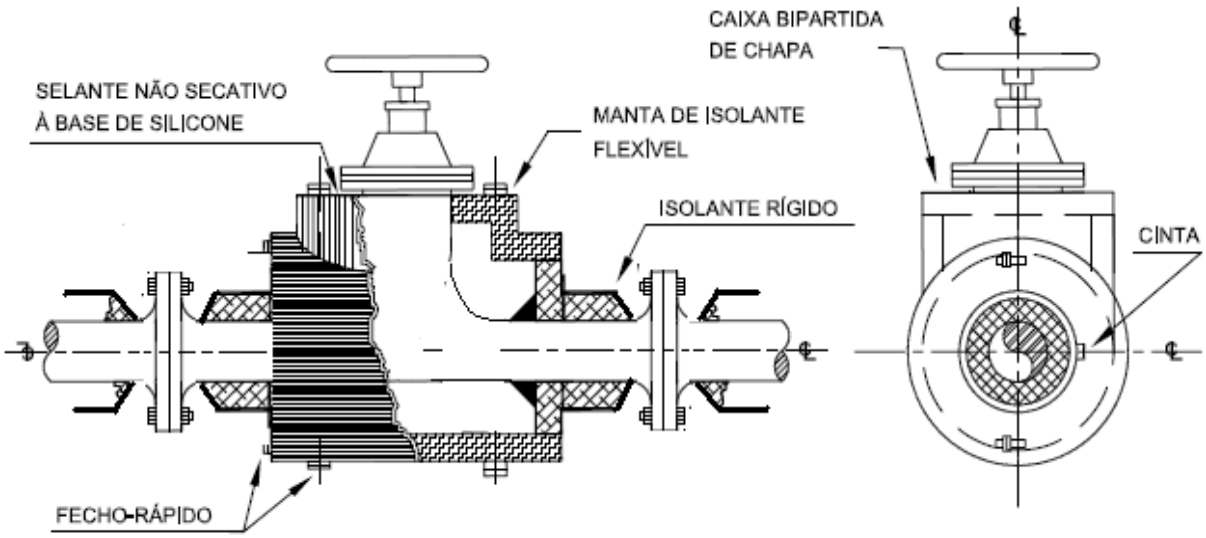
1 Anel de lanterna
2 Tomada para injeção de óleo de selagem
3 Castelo da válvula
4 Haste
5 Back seat
6 Gaxeta
7 Preme-gaxetas
8 Sobreposta
9 Parafuso de aperto do preme-gaxetas
10 Porca do parafuso
11 Conta-pino

13. Instalação de Gaxetas em Válvulas
13.1. Aperto de sobreposta da caixa de gaxetas
O fabricante deve informar a tensão de assentamento das gaxetas e o torque de aperto a ser aplicado nos parafusos do preme-gaxetas ou sobreposta.
A compressão sobre as gaxetas não deve exceder a força na sobreposta que leve à redução de 25% a 30% de volume das gaxetas.

13.2. Remoção das gaxetas
A retirada das gaxetas da caixa de gaxetas **não deve** ser com espátula ou outro dispositivo ou ferramenta que risque as superfícies da haste ou da própria caixa de gaxetas.
Utilizar dispositivos de hidrojateamento para a retirada das gaxetas.

13.3. Recomendações para instalação de isolamento térmico em válvulas
As válvulas só devem ter isolamento térmico quando especificado pelo Processo ou Operação.
No caso de válvulas que devem ser isoladas termicamente:
a- Em primeiro lugar, os flanges nas extremidades das válvulas NÃO devem ser isolados sob pena de perda de aperto dos estojos devido à dilatação térmica advinda do seu maior aquecimento.
b- Também não isolar os flanges do castelo e muito menos a caixa de gaxetas.
A caixa de gaxetas deve ficar sempre fora do isolamento térmico em válvulas isoladas.
O isolamento térmico leva a vazamentos no flange do castelo e modifica o carregamento do preme-gaxeta das válvulas.

Na prática o isolamento, sem os cuidados acima, resulta em vazamentos, com o produto acumulando-se na caixa de isolamento, levando até à ocorrência de “flash” e fogo.



14. Racionalização do uso das gaxetas

14.1. Normalização recomendada

Especificar somente dois tipos de gaxetas para válvulas: gaxeta de Teflon PTFE e gaxeta de Grafite Flexível com reforço de INCONEL™:

- Gaxetas de Teflon PTFE para uso em válvulas com serviço de água, vapor e produtos químicos a baixa pressão; e
- Gaxetas de Grafite Flexível com reforço de INCONEL, para os serviços com hidrocarbonetos e vapor de média e de alta pressão.

14.2. Vantagens das gaxetas de Grafite Flexível expandido

O uso das gaxetas de Grafite expandido tem as seguintes vantagens:

a) Grafite puro é um material frágil, mas quando na forma expandido pode ser moldado;

b) Grafite tende a preencher os riscos e irregularidades na superfície da haste;

c) Grafite age como auto - lubrificante, reduzindo o atrito e assim dispensando grande esforço para fechamento da válvula, que é o responsável pelo trincamento do revestimento endurecedor das sedes das válvulas;

d) Grafite é excelente condutor térmico e dissipa bem o calor local gerado pela fricção na operação da válvula e da temperatura de processo;

e) Grafite tem ótima resistência a alta temperatura, sofrendo apenas com oxidação em meios oxidantes (ar) em temperaturas elevadas (T> 450 ºC);

f) Para temperaturas mais elevadas (até 550ºC) há o Grafite Flexível grau HT ("High Temperature"), que deve ter certificação com atestado de Teste Termogravimétrico (TGA – Thermal Gravimetric Analysis), com ar sintético, à temperatura de 700ºC com perda de massa < 8% em 3 horas e < 13% em 5 horas;

g) Grafite utilizado nas gaxetas deve ser de alta pureza (≥ 99% Carbono) sem aglomerante ou ligante, não perdendo nem massa, nem volume, durante a operação;

h) Grafite é "fire-safe".

Nota:

- O Grafite não resiste a ácidos fortes como HF e ácido sulfúrico.
- Usar sem aglutinante ou elastômero na composição, para garantia da resistência ao fogo, isto é, não combustível conforme ISO 15848.

- Usar com inibidor de corrosão passivo e inorgânico, para proteção contra a corrosão galvânica, além dos fios de Zinco que dão a proteção ativa, porém se consumindo.
- O Grafite Flexível quando aquecido, em atmosferas oxidantes (presença de Oxigênio), em temperaturas acima de 450ºC, o Carbono transforma-se em Dióxido de Carbono (CO_2), e o resultado dessa reação é a redução de massa do material, nessa condição especificar o Grafite Flexível HT (High Temperature).

14.3. Padronização de uso de gaxetas em hastes de válvulas

Os seguintes materiais de fabricação de gaxetas devem ser utilizados, nas caixas de gaxetas, para a vedação de hastes de válvulas.

14.3.1. Gaxeta para ar, água e produtos químicos

Material base	Gaxetas Especificação	Serviço em haste de válvulas	Código de Fabricante
Fibras de PTFE expandido com grafite	Gaxeta de fibra sintética trançada; perfilada; de PTFE expandido; perfil quadrado; com impregnação de grafite; temperatura máxima 280ºC, PH 0-14, pressão 200 Bar.	Utilização com produtos corrosivos. Não usar com fluido abrasivo. Necessita de anéis anti-extrusão.	TEADIT GA 2007 G JOHN CRANE Style C1056 CHESTERTON 1724
Fibras de PTFE expandido	Gaxeta de fibra sintética trançada; perfilada; de PTFE expandido; aditivado, seco, perfil quadrado; temperatura máxima 280ºC, PH 0-14, pressão 250 Bar.	Elevado desempenho com solventes, óleos, gases e efluentes. Resistente à maioria dos fluidos, incluindo os ácidos e cáusticos mais corrosivos. É indicada para uso em aplicações estáticas com fluidos alimentícios ou farmacêuticos. Não usar com fluido abrasivo. Necessita de anéis anti-extrusão.	TEADIT S 2005

14.3.2. Anel anti-extrusão

Fibras de Carbono puro com ou sem Impregnação de Grafite	Gaxeta de fibra sintética trançada; perfilada; Carbono puro; perfil quadrado; com impregnação de Grafite; com lubrificantes especiais; temperatura máxima **450ºC (meio oxidante) e 650ºC (vapor)**, PH 0-14; pressão **250 bar.**	Utilização como anel anti-extrusão.	TEADIT GA 2002 GARLOCK 98 SLADE 3300CJ

14.3.3. Espaçador de caixa de gaxetas profunda ou bucha mancal de haste na horizontal

Fibras de Carbono puro 99% de pureza; baixo coeficiente de atrito e de expansão térmica	Luva de Carbono puro; temperatura máxima **450ºC (meio oxidante) e 650ºC (vapor)**, PH 0-14; pressão **300 bar.**	Utilização como espaçador ou bucha bi-partida.	CHESTERTON 5100 ou 5101

14.3.4. Gaxeta para vapor d'água, produtos tóxicos e hidrocarbonetos

Material base	GAXETAS ESPECIFICAÇÃO	Serviço em válvulas	Características	Código de Fabricante
Fibras de Grafite Flexível com reforço de fios de Carbono	Gaxeta de fibra sintética trançada; perfilada; Grafite Flexível expandido; perfil quadrado; auto lubrificada; reforçada com fios de Carbono**; temperatura** máxima **450ºC (meio oxidante) e 650ºC (vapor),** PH 0-14, pressão **275bar**; inibidores de corrosão Molibdato de Bário e fios de Zinco.	Gaxeta para uso em válvula de hidrocarbonetos e vapor d'água.	Aplicações em que há risco dos fios de INCONEL riscarem a superfície da haste ou da caixa de gaxetas. Necessita de anéis anti-extrusão. Certificação "fire safe" API STD 607 5ª Edição ou ISO 10497.	TEADIT GA 2202 CHESTERTON 1400-R SLADE 3300 G
Fibras de Grafite Flexível com reforço de fios de INCONEL™	Gaxeta de fibra sintética trançada; perfilada; de Grafite Flexível expandido; perfil quadrado; sem impregnação; auto lubrificada; reforçada com fios de INCONEL™; **temperatura máxima 450ºC (meio oxidante) e 650ºC (vapor)**; PH 0-14; pressão **300bar**; inibidores de corrosão Molibdato de Bário e fios de Zinco.	Gaxeta para uso em válvulas de hidrocarbonetos e vapor d'água.	Alta resistência química e termicamente estável; baixo atrito; elevada resistência mecânica. Dispensa anéis anti-extrusão. Certificação "fire safe" API STD 607 5ª Edição ou ISO 10497.	TEADIT GA 2000 IC CHESTERTON 1400 (com INCONEL™) JOHN CRANE Style G58I (com INCONEL™)
Fibras de Grafite Flexível HT com reforço de malha de fios de INCONEL™	Gaxeta de fibra sintética trançada; perfilada; de Grafite Flexível expandido; com inibidor de oxidação; perfil quadrado; sem impregnação; auto lubrificada; reforçada com malha de fios de INCONEL™**; temperatura máxima 650ºC (meio oxidante e vapor)**, PH 0 - 14; pressão **450 bar;** inibidores de corrosão Molibdato de Bário e fios de Zinco.	Gaxeta para uso em válvulas de hidrocarbonetos e vapor d'água. Aplicações em elevada temperatura (até 650º C).	Alta resistência química e termicamente estável; Baixo atrito; Elevada resistência mecânica. Dispensa anéis anti-extrusão; Certificação "fire safe" API STD 607 5ª Edição ou ISO 10497.	TEADIT GA 2235

15. Engaxetamento de Válvula de Controle

API RECOMMENDED PRACTICE 553 - SECOND EDITION, OCTOBER 2012
Refinery Valves and Accessories for Control and Safety Instrumented Systems
Itens conforme API RP 553

4.2 Valve Body
4.2.3 Packing
Control valves use packing to help seal the area between where the valve stem exits the valve body and where it connects to the yoke of the valve actuator.
Packing is used to reduce the emissions of volatile and harmful fluids to the atmosphere.
Several packing materials and designs can be used depending on the process service conditions expected and whether the application must comply with specific environmental regulations.
Below are design guidelines to consider.
a) Packing boxes should be easily accessible for periodic adjustment. The packing material should always be:

1) elastic and easily deformable,
2) chemically inert,
3) able to withstand applicable process design conditions, and
4) minimize friction.

Additionally, when there is an application need, the packing material may also be fire resistant and designed to meet a specific fugitive emission regulatory requirement.
Valve manufacturer's packing temperature limits refer to the temperature at the packing box.
b) PTFE has excellent inertness, good lubricating properties, and is one of the most common valve packing materials. It may be used in solid molded, braided, or turned form (V-rings) or as a lubricant for asbestos-free packing. Its temperature limit with standard packing box construction is 230 °C (446 °F). If used to meet fugitive emissions, virgin PTFE should be alternated with carbon-filled PTFE or similar minimal cold-flowing material and live loaded.
c) Graphite laminated or preformed ring packing is chemically inert except when strong oxidizers are handled. This type of packing can be used for temperature applications approaching 540 °C (1000 °F). Increased friction is a concern when applying commercial grade graphite packing. Performance is often compromised because of significant increases in hysteresis and deadband. Packing systems with additives to reduce friction are available.
Care should be exercised during actuator sizing.
d) Asbestos packing shall not be used.
e) Valve packing box arrangements should use anti-extrusion rings to minimize extrusion, which causes loss of packing material, and should use a minimum amount of packing to reduce effects of thermal expansion.
f) Valve stem should be retained in a centrally aligned position via a bushing system. Otherwise, the packing load may be excessive.

4.2.4 Fugitive Emissions
Federal Regulations (e.g. EPA's US Code Title 42 Chapter 85) and state/local requirements have established strict limits on emission to the atmosphere of certain hazardous substances and/or worker exposure requirements.
These substances are volatile hazardous pollutants listed in the National Emission Standard for Hazardous Air Pollutants (NESHAP).
Increased emphasis on limiting packing leaks has resulted in the development of new packing materials and methods. Individual valve manufacturers are offering increasingly effective designs.
The control valve manufacturer should be consulted for all applications that must adhere to a fugitive emission regulatory requirement.

16. Controle de Qualidade do Grafite Flexível utilizado em Juntas e Gaxetas de Vedação

16.1. Grafite Flexível sem requisito de HT "resistência à oxidação em alta temperatura"

- Temperatura limite de uso: 450ºC.
- Utilização.

Juntas espiraladas e enchimento de juntas de dupla camisa.
Gaxetas de vedação de haste de válvulas em temperaturas até 450ºC.

- Teste conforme a norma FSA-G-604-07 Método A

Apresentação de Certificado de Teste de forno tipo mufla a 670º C por 60 minutos e com perda de massa menor que 20%, sendo típico entre 10 e 15%.

16.2. Grafite Flexível com requisito de HT "resistência à oxidação em alta temperatura"

- Temperatura limite de uso: 600ºC.
- Utilização

Juntas tipo placas de Grafite com inserção de lâmina corrugada de aço inoxidável, para revestir a junta camprofile e para a cobertura externa de junta de dupla camisa corrugada.
Gaxetas de vedação de haste de válvulas em temperatura acima de 450ºC até 600ºC.

- Propriedades

Propriedades	Norma de teste	Valores de referência
Densidade	ASTM F 1315	1,0 (g/cm³)
Compressibilidade	ASTM F 36	40 (%)
Recuperação	ASTM F 36	15 (%)
Teor de cinzas		< 2 (%)
Teor de Enxofre		< 500 ppm

- Teste conforme a norma FSA-G-604-07 método B

Apresentação de Certificado de Teste TGA - Análise Termogravimétrica, confirmando os seguinte valores de perda de massa:

TGA (perda de massa em 3 horas a 700ºC)	< 8(%)
TGA (perda de massa em 5 horas a 700ºC)	< 13(%)

Origem:
Fluid Sealing Association • 994 Old Eagle School Road #1019 • Wayne, PA 19087 • (USA)
http://www.fluidsealing.com/

- **Resumo do procedimento FSA-G-604-07**

Fluid Sealing Association STANDARD
Oxidation Test Standard for Flexible Graphite Gasket Materials
The maximum temperature in which a flexible graphite faced gasket can be used is limited by the oxidation rate of the flexible graphite.
The oxidation rate of the flexible graphite is highly dependent on the temperature, and the amount of oxygen in contact with the graphite.
Other factors include the purity of the graphite, presence of oxidation accelerating contaminants, presence of oxidation inhibiting elements, whether the oxygen is flowing or stagnant around the graphite, and the surface area exposed.
The tests cannot be used to determine a specific gasket's life in a specific application, but will give a relative oxidation resistance ranking of different flexible graphites.

Method A
Method A is a short term general screening method. It utilizes an open-air oven.
This method is intended for the determination of gross differences in material comparisons, and must accept a small degree of inaccuracy.
This test is a general screening method utilizing an open-air oven to determine short term flexible graphite oxidation weight loss.
The equipment for testing is a "muffle furnace or oven" capable of holding 670ºC+/-2ºC for 60 minutes +/- 1minute.
A good quality non-inhibited grade of flexible graphite will have an oxidation rate of less than 20% when tested by Method A of this procedure. Typical results will be in the 10-15% range.
Any flexible graphite with an oxidation rate of over 20% as tested by Method A of this

procedure, has probably been contaminated with impurities that increase the normal rate of graphite oxidation and are not recommended for high temperature gasket applications.

Method B
Method "B" is more accurate and repeatable compared to Method A
Method "B" requires the use of a Thermal Gravimetric Analysis (TGA) analyzer, which more accurately monitors the test temperature and environment and electronically graphs the effects of extreme temperature on graphitic materials.
This TGA test method measures the weight changes of flexible graphite samples during heating under controlled atmospheres (capable of air, Oxygen, and Nitrogen). This TGA test method is used to compare the oxidation rate of different flexible graphite grades.
The equipment for testing is a "Thermal Gravimetric Analysis (TGA) tester" capable of meeting the sample size, air flow, heat up rates, hold times and temperatures as specified.
Test temperature is 593ºC and should be held for 24 hours.
A good quality oxidation inhibited grade of flexible graphite should have an oxidation rate of less than 10% when tested by Method A.
Typical oxidation rates should be around 3%.
The LECO Corp Model TGA-601 or 701 has been shown capable of running this test method.