Fabricação de junta de vedação tipo "camprofile", de anel metálico plano serrilhado, recoberto com fita de Grafite Flexível, para uso em Permutadores de calor

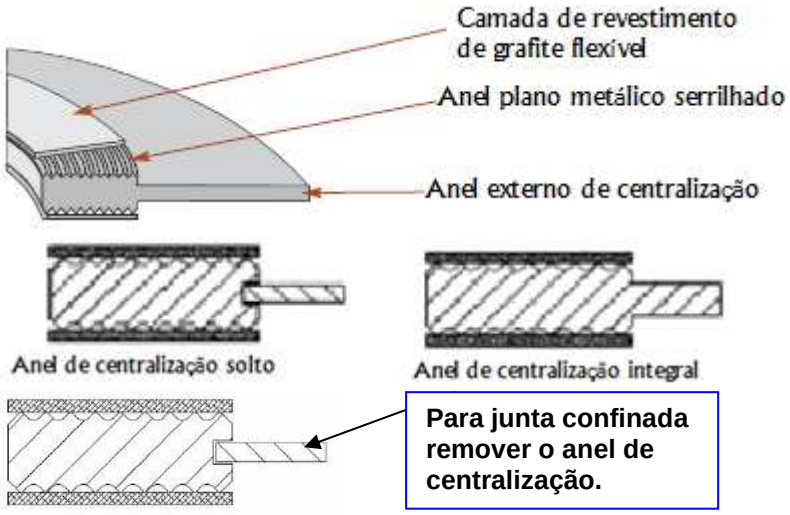
1. Objetivo
Estabelecer os requisitos técnicos para a fabricação de junta de vedação de anel metálico plano, serrilhado, de faces recobertas de Grafite Flexível, com o nome comercial de junta tipo camprofile, a ser utilizada em flanges principais de Permutadores de calor.

2. Descrição técnica de junta do tipo do tipo camprofile para uso em permutador de calor
A junta do tipo camprofile é constituída de anel metálico plano maciço, serrilhado com ranhuras ou serrilhas concêntricas em ambas as faces de contato, revestidas com camada ou capa de Grafite Flexível e fornecidas, com ou sem anel externo de centralização e travessa de divisor de passe.

Descrição recomendada
- Junta do tipo camprofile, alma metálica de anel serrilhado, com ou sem anel de centralização, com ou sem travessa de divisor de passe;
- anel serrilhado de material aço inoxidável AISI 304/316/316 L/ 317/ 347;
- revestida ou recoberta com Grafite Flexível expandido resistente à oxidação (até 600ºC);
- diâmetro interno: ... mm;
- diâmetro externo: ... mm;
- espessura do anel serrilhado: 3,2 mm;
- espessura da cama da de Grafite Flexível: 0,4 mm;
- espessura do anel de centralização: 1,5 mm;
- diâmetro externo do anel de centralização: ----- mm.

.
Na realidade, a junta do tipo camprofile é mais utilizada em flanges principais de permutadores de calor, em faces confinadas, sem anel externo de centralização, com ou sem travessas de partição, e o fornecimento é a partir de desenho específico.
O anel de centralização só é requerido quando a face do flange é do tipo face com ressalto.

Figura 1 Esquema da junta do tipo camprofile e das configurações possíveis de anel de centralização

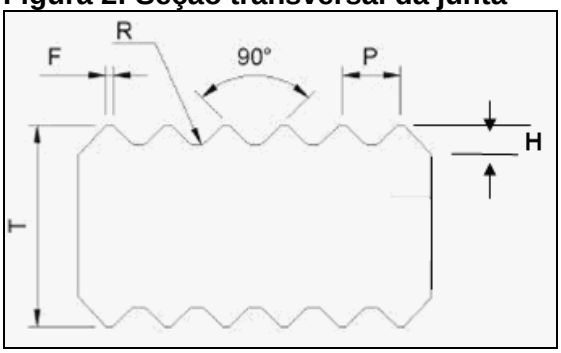


A espessura uniforme em todo o anel e a continuidade das serrilhas da junta são itens relevantes para manter a alta tensão superficial sobre a camada de grafite, que provê a selagem.
A vedação se dá pela camada de Grafite, que fica aprisionado entre as serrilhas, e atua como selante da ligação flangeada, ao fluir no aperto e preencher as imperfeições na face dos flanges.
As serrilhas devem ser contínuas, com perfil uniforme ao longo da junta, em ambas as faces do anel, igualmente sobre as soldas.

As faces macias evitam danos nos flanges e asseguram a vedação mesmo em situações de choque térmico, ciclos térmicos e/ou esforços provenientes de choques mecânicos.
A junta pode se reaproveitado com a aplicação de novo revestimento do material macio, Grafite Flexível.

3. Dimensões e tolerâncias
O diâmetro externo e diâmetro interno e a disposição das travessas ou divisões de passe são definidos em Folha de Dados ou Desenho detalhado de requisição de compra.
As demais dimensões e as tolerâncias de fabricação são conforme a seguir.

Figura 2: Seção transversal da junta



1- P = passo da serrilha: 1,0 mm -0,05/+0,1 mm, que equivale a 25 serrilhas por polegada de largura do anel serrilhado;
2- T = espessura do anel serrilhado:
- Até o diâmetro NPS 48: 3,2 mm +/- 0,3 mm;
- Diâmetros acima de NPS 48: 4,0 mm +/- 0,4 mm;

3- Acabamento superficial das serrilhas: rugosidade de 125 a 250 RMS;
4- Espessura do anel de centralização: 1,3 a 1,7 mm;
5- Espessura da camada de Grafite Flexível: 0,4 mm +/- 0,1 mm;
6- Ângulo da serrilha: 90º +/- 2º;
7- F = pico plano da serrilha: 0,08 a 0,1 mm **(*);** **(*)** As grandezas F e H podem ser ajustadas
8- R = raio da base da serrilha: 0,4 mm +/- 0,05 mm; para garantir o passo P.
9- H = Altura da serrilha: 0,4 a 0,5 mm **(*);**
10- Diâmetro externo do anel com serrilhas: tolerância para todos os tamanhos +/- 1.6 mm;
11- Diâmetro interno do anel com serrilhas: tolerância para todos os tamanhos +/- 0.8 mm;
12- Diâmetro externo do anel de centralização: tolerância para todos os tamanhos +0,00/-1,5 mm;
13- Dureza do anel e da região de solda para aço inoxidável: 160 HB a 170 HB;
14- Tolerância da espessura na região de solda, medida com micrômetro: ± 0,05 mm;
15- Planicidade do anel serrilhado: < 1 mm em cada 300 mm de diâmetro externo;
16- Tolerância de ovalização do diâmetro externo: - 0,0/+ 1,5 mm.
.

4. Fabricação do anel plano serrilhado
O anel plano deve ser confeccionado de chapa lisa.
Material de construção a ser utilizado: chapa de especificação ASTM A-240 304, 304L, 316L, 321 ou 347 ou outra liga metálica, sempre na condição de recozida ("annealed"), conforme definido na requisição de compra.
O anel de chapa deve ser usinado ou estampado, para a obtenção do perfil de serrilhas concêntricas.
A primeira e a última serrilha devem estar o mais próximo possível das laterais do anel.

Em diâmetros externos até 1200 mm, o anel deve ser sem solda.
Acima de 1200 mm admite-se anel confeccionado com no máximo duas soldas de penetração total.
A região de solda, de ambos os lados, deve ser usinada para se obter a mesma espessura do anel e preservar a quantidade e o mesmo perfil das serrilhas, em continuação com o restante do anel.

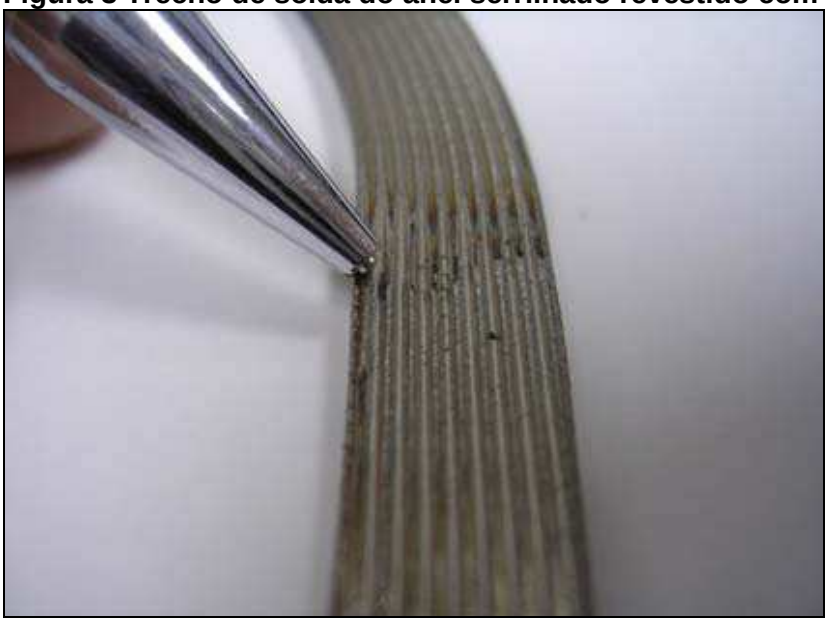
Para esta fabricação recomenda-se a utilização de máquinas desenvolvidas especificamente para juntas do tipo camprofile, por exemplo, as máquinas do fabricante GSKET – AISA Co http://www.gsket.com/Do tipo camprofilegasket/index.html.

5. Soldas de emenda para fabricação do anel da junta

No processo de fabricação das juntas camprofile, de grandes dimensões, em que o núcleo é obtido a partir de uma barra chata de seção retangular, é necessário realizar uma solda de topo para fechar o anel após a conformação da barra.
A solda de emenda, do anel metálico da junta deve ser feitas antes da usinagem das ranhuras.
Esta solda de emenda deve ter penetração total e ser executada com procedimento de soldagem qualificado, conforme os critérios do código ASME Sec IX - Welding, Brazing and Fusing Qualification.
A solda executada deve ser inspecionada com exames visual, dimensional e líquido penetrante os critérios de execução e aceitação devem ser conforme especificações do Comprador, antes do início da operação de usinagem do perfil serrilhado nas faces de vedação do núcleo.

O anel deve apresentar, em toda a circunferência, características mecânicas uniformes e homogêneas.
Particularmente, deve haver a medição e controle da dureza superficial das soldas de emenda, pois região de dureza maior vai resistir mais para transmitir o aperto de montagem e afetar a selabilidade em operação. A dureza deve estar entre 160 a 170 HRB.

Figura 3 Trecho de solda do anel serrilhado revestido com Grafite Flexível



É importante verificar o alinhamento, a existência de ressaltos, rebaixos ou descontinuidades geométricas na região da solda de fechamento do anel e a perfeita continuidade e alinhamento das ranhuras em ambas as faces de vedação do núcleo nessa região.
Também é necessário verificar a dureza da solda, pois a dureza elevada é fonte de falha da junta, durante a execução de aperto dos estojos dos flanges.
Não se admitem juntas camprofile onde a usinagem das ranhuras foi executada antes da solda de fechamento.
O acabamento final das ranhuras na região da junção soldada, feita de forma manual não e aceitável, pois, apresenta péssimo alinhamento e redução localizada da espessura do núcleo metálico.

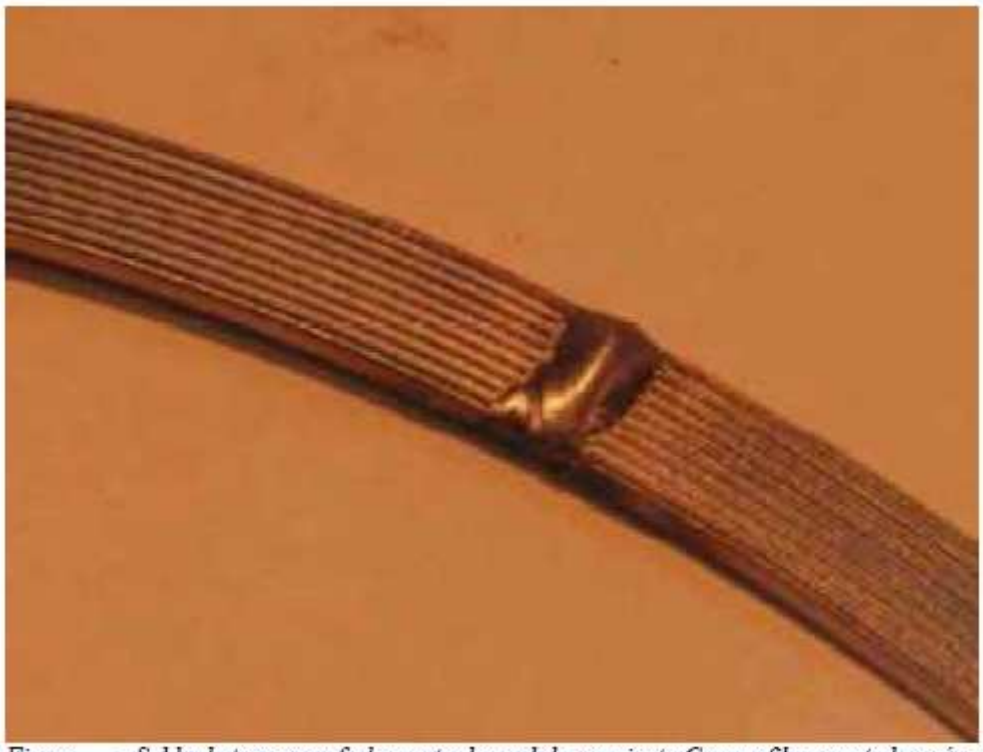


Figura . . – Solda de topo para fechamento do anel de uma junta Camprofile executada após a usinagem das ranhuras

6. Cobertura de Grafite Flexível

O Grafite Flexível a ser aplicado na cobertura das faces da junta deve ser próprio para resistir à oxidação em alta temperatura (até 600ºC) e 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(%)

7. Colagem da camada de Grafite Flexível

A colagem do Grafite Flexível sobre as superfícies do anel serrilhado pode ser executada com fita adesiva de dupla face ou com cola tipo “spray” 3M Super 77.

As fitas autorizadas são:

a) Fita dupla face 3M;
b) Fita dupla face TECTAPE – Poliéster;
c) Fita dupla face TECTAPE – Polipropileno;
d) Fita dupla face Adere – Poliéster.

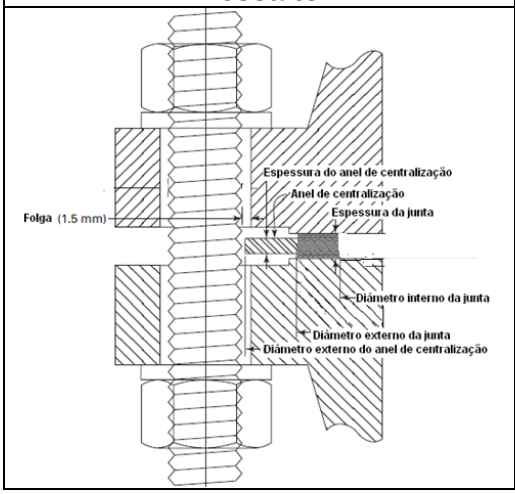
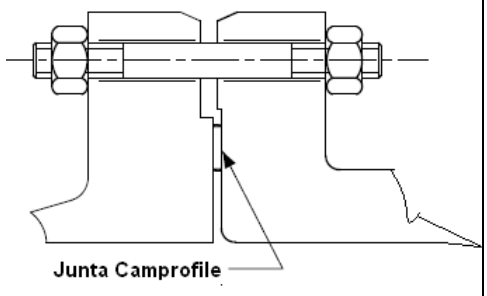
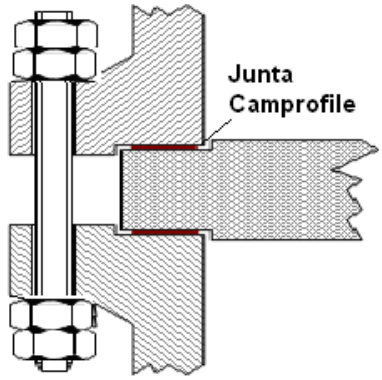
O Grafite Flexível deve ser colado em toda a superfície do anel serrilhado, em ambas as faces, cobrindo toda a largura do anel.
Ao usar cola 3M “Super 77”, aplicar com “spray”, em camada fina.
Aplicar a cola ou fina e apertar firmemente o Grafite Flexível em cada face do anel.
O anel de Grafite Flexível deve ser em uma só peça, sempre que possível.
Porém, o anel confeccionado com segmentos é aceitável, mas o nº máximo de segmentos é limitado a 4 (quatro) de cada lado do anel serrilhado.
As extremidades dos segmentos devem ser firmemente comprimidas com sobreposição de 1,5 a 2 mm e, de cada lado do anel serrilhado, estar defasadas de no mínimo 100 mm e não podem coincidir com regiões de solda.
Depois de aplicado, o Grafite Flexível, de cada lado do anel serrilhado, deve ser manualmente prensado sobre as serrilhas com um rolo de madeira ou outro dispositivo, para assegurar que o grafite atinja o fundo das serrilhas.

8. Instalação da junta do tipo camprofile

A junta do tipo camprofile, já com as coberturas de Grafite Flexível, deve ser colada à sede de vedação do flange com o adesivo “spray” 3M Super 77, para manter a posição da junta do tipo camprofile na montagem e não comprometer o posicionamento da mesma durante a movimentação e montagem do equipamento.
De forma alguma é permitido o uso de fita gomada (ex. fita crepe).

A instalação da junta do tipo camprofile deve ser conforme os esquemas da Figuras 4.
O acabamento superficial da face dos flanges é 125 a 250 RMS.

Figura 4 Instalação de junta do tipo camprofile

Montagem em Flange com Ressalto	Montagem em Flange Principal	Montagem em espelho de fixe tubular
		

9. Marcação de identificação da junta

Em juntas do tipo camprofile com anel de centralização, este deve ser permanentemente marcado, com caracteres de 2,5 mm mínimo de altura, com a mesma cor prevista pela norma ASME B16.20 para as juntas espiraladas.

As seguintes informações devem constar da marcação:

- Nome do Fabricante;
- Nome comercial da junta;
- Diâmetro nominal do flange (NPS);
- Classe de pressão;
- Código do material do anel serrilhado;
- Código do material de cobertura das serrilhas;
- Código do material do anel de centralização.

Em juntas do tipo camprofile sem anel de centralização, o lado externo do anel serrilhado deve ser pintado conforme código da norma ASME B16.20 Tabela 19, copiada no Anexo, para identificar os materiais do anel e o do revestimento.

a- Identificação do material anel serrilhado: pintar em tida a volta com a cor definida na Tabela 19 da norma ASME B16.20;

b- Identificação do material do revestimento: pintar no mínimo quatro faixas, igualmente espaçadas, com a cor definida na Tabela 19 da norma ASME B16.20.

10. Travessa de partição ou divisor de passe de permutador de calor

A travessa ou divisor de passes deve ser serrilhado, de mesma largura e espessura do anel serrilhado (tolerâncias ± 0,05mm), com extremidades retas, faceando o diâmetro interno do anel serrilhado.

A travessa deve ser soldada ao anel, com 3 mm de solda, de cada lado nas extremidades da travessa, e comprimento igual a espessura da travessa, com tolerância de -0,5/+0,0 mm.

Verificar se o diâmetro externo e a planicidade do anel foram afetados com a soldagem da travessa, sendo a tolerância de +/- 0,8 mm, em ambos os casos.

Após a soldagem a travessa deve ser totalmente recoberta, em ambos os lados, com o mesmo Grafite Flexível e espessura utilizada no anel serrilhado.

Figura 5
Soldagem da travessa ou divisor de passe

11. Embalagem
As juntas devem ser embaladas para expedição em caixas de papelão corrugado reforçado, com documento listando o inventário das juntas contidas no pacote, e os seguintes requisitos:
a- Colar sobre a caixa uma etiqueta com o registro do número do pedido ou nome do solicitante e as palavras CUIDADO FRÁGIL, para alertar as pessoas que vão transportar e manusear a caixa.
b- Em cada caixa, as juntas devem ser embaladas, cobertas uma a uma por folha de papelão corrugado, para proteção contra danos às camadas de Grafite Flexível, durante o transporte.
c- Etiquetar cada junta com TAG de identificação do permutador, informando o número do desenho enviado para a fabricação, a ser utilizado na inspeção de recebimento.
d- As juntas de um mesmo permutador de calor devem ser embaladas e reunidas em uma só caixa, separadas uma a uma com folha de papelão corrugado, firmemente unidas e protegidas contra danos, com etiqueta externa informando TAG de identificação do equipamento.
e- Para remessas de peso líquido total maior que 10 kgf, o fornecedor deverá acondicionar o material em caixa de madeira, porém separando cada junta entre folha de papelão corrugado.
f- As juntas de diâmetro nominal maior que DN 48" devem ser acondicionadas, individualmente, em caixas de papelão reforçado.

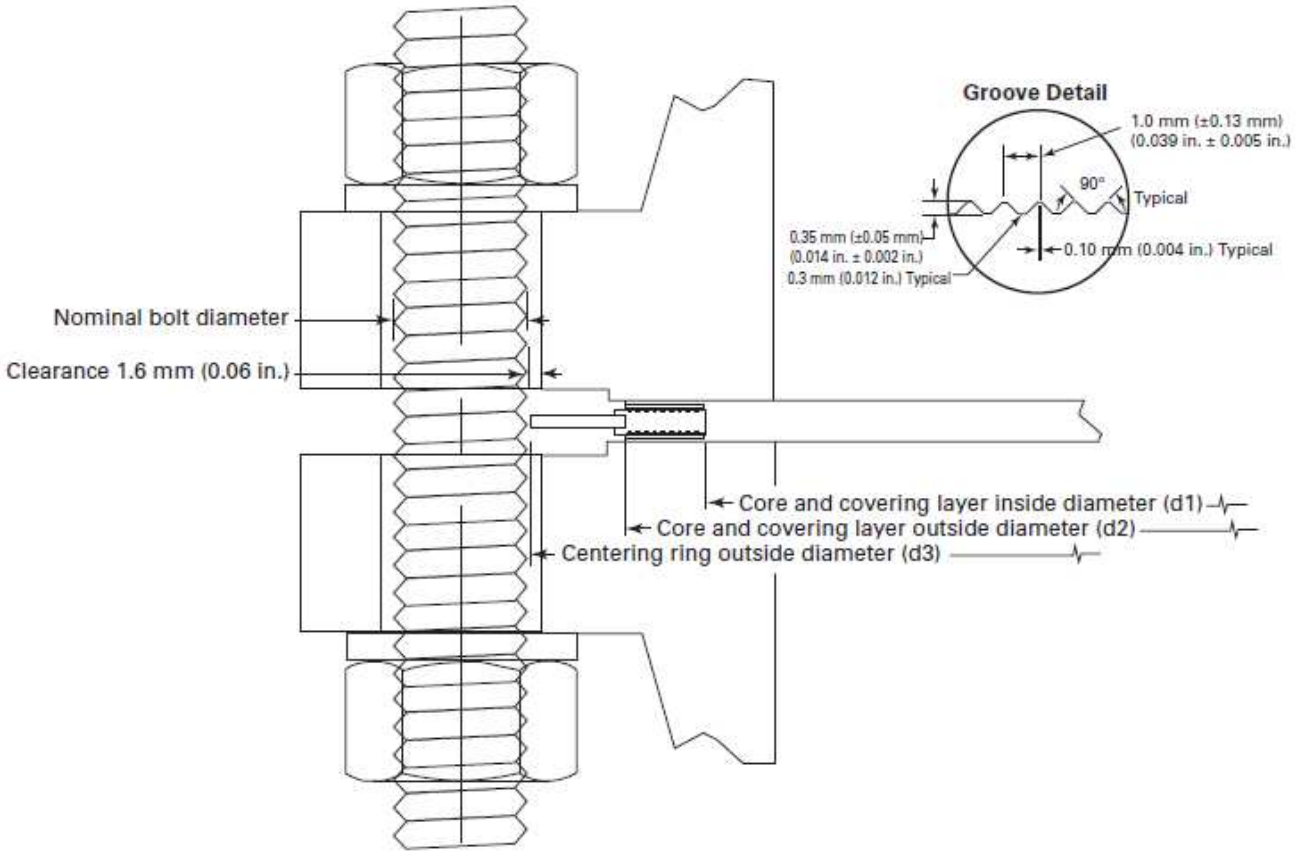
12. Fatores de cálculo do ASME
Para as juntas do tipo camprofile aqui especificadas o fabricante deve confirmar os seguintes valores para os fatores “m” e “Y” do ASME Sec VIII Div 1 Appendix 2: m = 4,0 e Y = 4 500 psi.

13. Inspeção de recebimento das juntas tipo do tipo camprofile
Para essa inspeção, se deve retirar uma junta, para cada 10 (dez) juntas do lote fornecido, e remover as capas de Grafite Flexível.
No fornecimento, o Fabricante da junta deve incluir as folhas necessárias de Grafite Flexível para substituir as capas de Grafite Flexível a serem removidas, para a inspeção.
Na inspeção de recebimento de juntas do tipo camprofile, além dos requisitos da documentação listados na requisição de compra, na inspeção de recebimento o Inspetor deve estar atento aos seguintes defeitos, que desaprovam a junta.

- Desprendimento da camada de grafite sem esforço.
- Largura do anel serrilhado não uniforme.
- Acabamento não uniforme dos filetes, com marcas de desbaste no topo das serrilhas do anel metálico, indicando trabalho mecânico posterior à laminação.
- Falta de uniformidade dimensional dos filetes.

- Passo dos filetes diferente do especificado e não uniforme.
- Sinais de desbaste mecânico similares aos produzidos por lixadeira.
- Solda de emenda com variação na espessura e de largura do anel.
- Soldas de emenda do anel metálico, apresentando ranhuras descontínuas e desalinhadas das demais, pouco profundas e irregulares.
- Inexistência localizada de serrilhas na solda.
- Dureza elevada no metal do anel ou na solda.
- Diferencial de dureza acima de 20 HBN entre o metal do anel e a solda.

14. Esquema de instalação segundo norma ASME B16.20



15. Referências

- BRITISH STANDARD BS EN 12560-6:2003

Flanges and their joints — Gaskets for class-designated flanges —
Part 6: Covered serrated metal gaskets for use with steel flanges

- Fluid Sealing Association

STANDARD FSA-MG-503-06
SERRATED METAL GASKETS WITH COVERING LAYERS (SMCL) STANDARD FOR RAISED AND FLAT FACED FLANGES

- Chevron Global Refining Instruction GR-800 Appendix XIII Page 1

FLANGE GASKET AND BOLTING PRACTICE

- ASME B16.20-2007 Metallic Gaskets for Pipe Flanges Ring-Joint, Spiral-Wound, and Jacketed

Anexo

Extratos relativos à junta camprofile da Norma ASME B16.20-2012 - Metallic Gaskets for Pipe Flanges Ring-Joint, Spiral-Wound, and Jacketed

5 GROOVED METAL GASKETS WITH COVERING LAYERS

5.1 Size and Class

Grooved metal gaskets with covering layers having a centering ring are identified by flange size (NPS), pressure class, and the appropriate flange standard (ASME B16.5 or ASME B16.47).

.

5.2 Dimensions and Tolerances

5.2.1 General. Dimensions and tolerances for grooved metal gaskets with covering layers and centering rings shall be in accordance with Fig. 3 and Tables 26 through 28 (Tables I-15 through I-17 of Mandatory Appendix I) and as specified in this section.

5.2.2 Construction. Grooved metal gaskets with covering layers shall be constructed as a concentrically grooved metal core (sealing element) with a centering ring. The grooved metal portion of the finished gasket shall be faced with a covering layer on both sealing surfaces that is 0.46-mm (0.018-in.) to 0.56-mm (0.022-in.) thick. The thickness of the metal core of the gasket shall be 2.97 mm (0.117 in.) to 3.33 mm (0.131 in.). The thickness on any single gasket shall be uniform within a maximum tolerance range of 0.13 mm (0.005 in.).

5.2.3 Welding. Welding is permitted only in NPS 14 and larger gaskets. Welding shall be subject to the following:

(a) Full penetration welds shall be used.

(b) Where only two welds are used, the minimum weld spacing shall be 152 mm (6 in.). Where more than two welds are required, minimum weld spacing shall be 609 mm (24 in.). Weld spacing shall be measured along the inside circumference of the metal core. When material availability precludes this weld spacing, then additional welding, as agreed by the purchaser and manufacturer, is permitted.

(c) The grooves shall be machined into the core after welding.

(d) In welded areas, the groove, peak profile, and base metal shall be uniform in spacing, thickness, and height with the adjacent metal core.

(e) When specified by the purchaser, weld inspection methods, such as ultrasonic or radiographic, along with acceptance criteria, shall be established.

5.2.4 Centering Ring. A centering ring is required and used to help position the gasket within the flange bolt circle. Unless otherwise specified by the purchaser, the centering ring shall be 1.6-mm (0.06-in.) nominal thickness and shall be suitably attached to the grooved metal core using an integral (one-piece or welded) or nonintegral attachment method. The thickness of the centering ring shall not exceed the thickness of the core.

5.3 Materials

5.3.1 Covering. Covering material shall be selected from Table 29.

5.3.2 Core. Core material shall be selected from Table 29.

5.3.3 Centering Ring. When carbon steel centering rings are selected, they shall be painted, metal plated, or otherwise coated to inhibit atmospheric corrosion.

Table 29 Color Coding and Abbreviations for Grooved Metal Gaskets With Covering Layers Materials

Material	Abbreviation	Color Code
Grooved Metal Core Materials		
Carbon steel	CRS	Silver
304 SS	304	Yellow
304 L SS	304 L	No color
309 SS	309	No color
310 SS	310	No color
316 L SS	316 L	Green
317 L SS	317 L	Maroon
347 SS	347	Blue
321 SS	321	Turquoise
430 SS	430	No color
Ni–Cu	...	...
Monel 400	MON	Orange
Grade 400	...	...
Nickel 200	NI	Red
Titanium	TI	Purple
20Cb-3 alloy	A-20	Black
Ni–Mo	...	...
Hastelloy B	HAST B	Brown
Grade B2	...	...
Grade B3	...	...
Ni–Mo–Cr	...	...
Hastelloy C	HAST C	Beige
Grade C-276	...	...
Ni–Cr–Fe	...	...
Inconel 600	INC 600	Gold
Grade 600	...	...
Ni–Cr–Fe–Cb	...	...
Inconel 625	INC 625	Gold
Grade 625	...	...
Ni–Cr–Fe–TI	...	...
Inconel X-750	INX	No color
Grade X-750	...	...
Ni–Fe–Cr	...	...
Incoloy 800	IN 800	White
Grade 800	...	...
Ni–Fe–Cr–Mo–Cu	...	...
Incoloy 825	IN 825	White
Grade 825	...	...
Zirconium	ZIRC	No color
All Other Materials	Manufacturer's standard	No color
Nonmetallic Covering Materials		
Polytetrafluoroethylene	PTFE	White stripe
Flexible graphite	FG	Gray stripe
Vermiculite	...	Light blue stripe
Phlogopite (magnesium mica)	...	Light blue stripe

Nota: No caso de Grafite Flexível HT identificar ("color coding") com a cor preta, para diferenciar do Grafite Flexível comum que é cor cinza.