

Acabamento superficial da face de flanges e juntas adequadas

1. Introdução

As ligações flangeadas aparafusadas, de bocais de equipamentos e de sistemas de tubulações, utilizam flanges e juntas para vedação, para a interligação de tubos. .

Estes flanges podem ser “padronizados”, em tipo, classe de pressão *rating*, faceamento, dimensões e são conforme os padrões das normas ASME B16.5 e ASME B16.47.

Porém, também são utilizados flanges “não padronizados” e neste caso devem ser calculados, dimensionados e detalhados a partir das regras do Código ASME Section VIII Division 1 Mandatory Appendix 2 Rules for Bolted Flange Connections with Ring Type Gaskets.

A vedação do par de flanges é conseguida com juntas de vedação *gaskets*, que também são normalizadas pelos padrões das normas ASME B16.20, de juntas metálicas, e ASME B16.21, de juntas não metálicas.

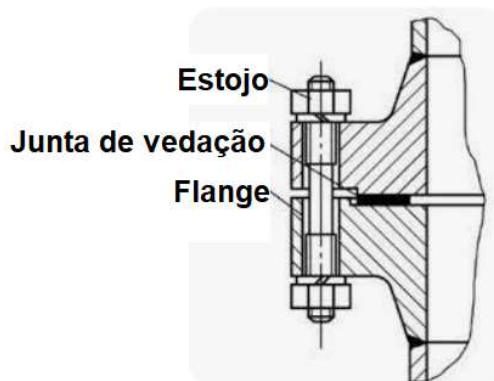


Ilustração de uma ligação ou união flangeada aparafusada constituída por um par de flanges, junta de vedação, parafusos estojos, arruelas e porcas

2. Normas de referência

Normas de padronização de flanges e juntas de vedação

- Normas sobre flanges

ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Division 1 - Rules for Construction of Pressure Vessels

ASME B 16.5 - Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS 1/2 Through NPS 24

ASME B16.47 - Large Diameter Steel Flanges: NPS 26 through NPS 60

ASME PCC 1 - Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly

- Normas sobre juntas de vedação

ASME B16.21 - Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges

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

ASME B46.1 - Surface Texture (Surface Roughness, Waviness, and Lay)

MSS SP-6 - Standard Finishes for Contact Faces of Pipe Flanges and Connecting-End Flanges of Valves and Fittings

API Spec 6A - Specification for Wellhead and Christmas Tree Equipment Metal Ring Gaskets

- Normas Petrobras

N-1693 - Diretrizes para Elaboração de Padronização de Material de Tubulação para Instalações de Refino e Transporte

N-76 - Materiais de Tubulação para Instalações de Refino e Transporte

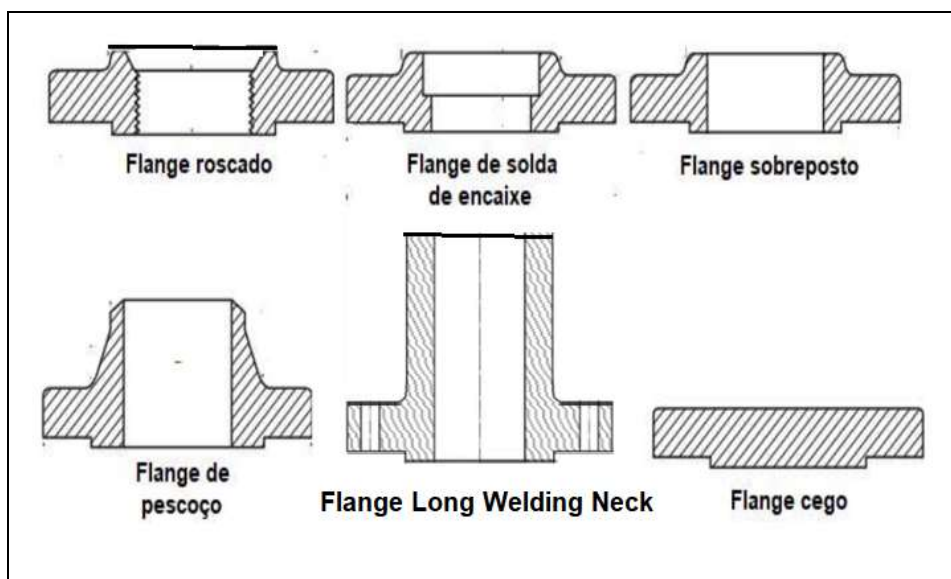
3. Critérios gerais para seleção e especificação de flanges

Os flanges de bocais e bocas de visita de equipamentos, como vasos de pressão, permutadores de calor, bombas, compressores, turbinas e sistemas de tubulação, são de aço forjados qualificados e reconhecidos pelo Código ASME Boiler & Pressure Vessel Code Section II Materials Part A Ferrous Material Specifications.

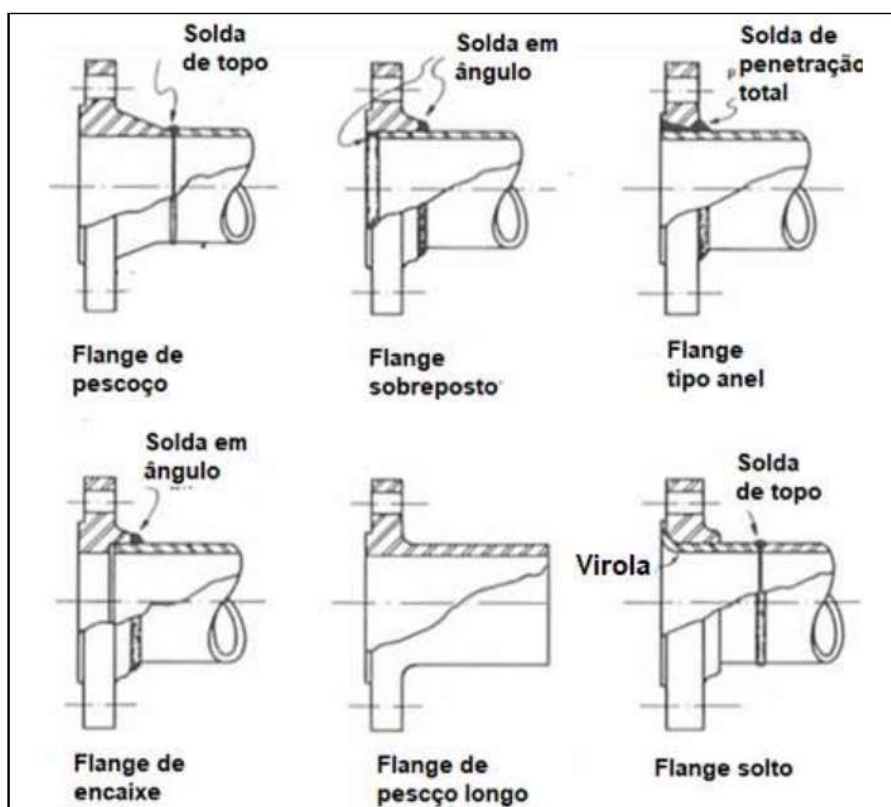
Os flanges de diâmetros nominais de 2” e acima, para bocais de equipamentos e tubulações, são, normalmente, do tipo de pescoço *WN-Welding Neck*, de aço-forjado, conforme ASME B16.5 ou ASME B16.47.

Os flanges de diâmetros nominais até NPS24 devem ser especificados conforme Norma ASME B16.5.

Os flanges que variam de NPS26 até NPS36 devem ser especificados de acordo com ASME B16.47 Tipo A. e os flanges maiores que NPS36 até NPS 60 devem ser especificados usando ASME B16.47 Tipo B
 Os flanges com diâmetros nominais de 1¼", 2½", 3½", 5" e 7" não são, geralmente, empregados. Os flanges padronizados são de tipos e geometrias conforme as figuras a seguir.



Tipos e geometrias de flanges empregados em equipamentos e tubulações



Montagem de flanges de equipamentos e de tubulações

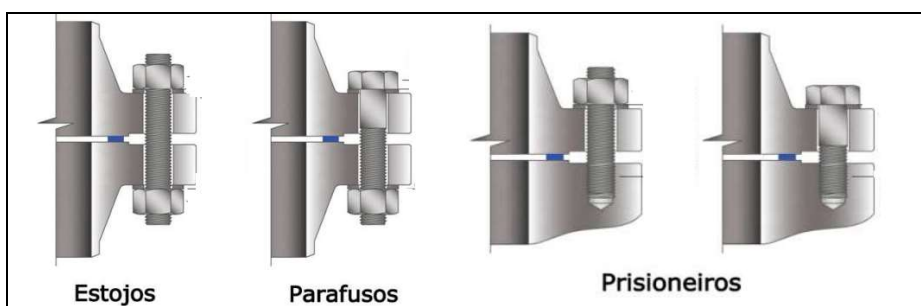


Ilustração entre os diferentes tipos de parafusos de ligações flangeadas

Os flanges de diâmetro nominal até 1½”, inclusive, podem ser de um dos seguintes tipos:

- flange de pescoço longo *LWN - Long Welding Neck*;
- flange de pescoço *WN - Welding Neck* com pescoço sch 160 ou XXS;
- flange sobreposto *SO - Slip-On*

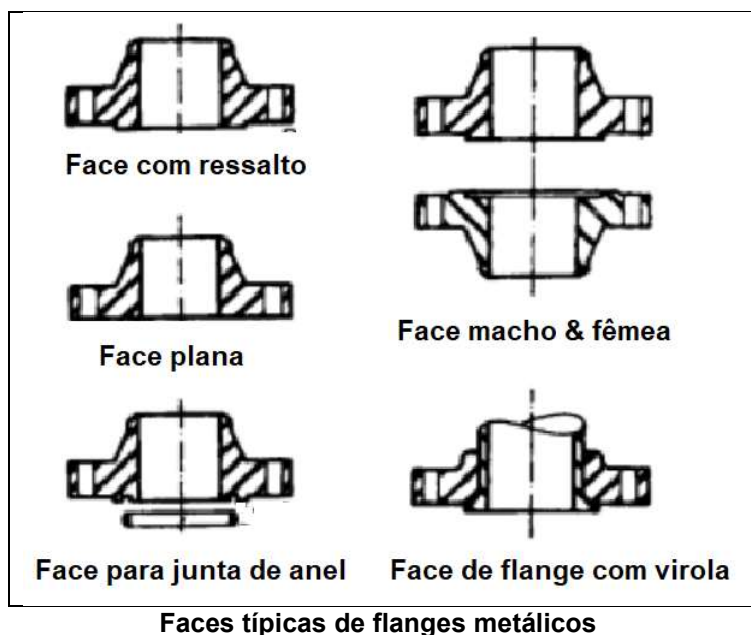
Nota:

A utilização de flanges sobrepostos está condicionada à observância de todas as seguintes condições:

- serviço com os seguintes fluidos não perigosos como: água não contaminada por substâncias tóxicas, ar comprimido ou gases inertes;
- classe de pressão 150;
- temperatura de projeto até 300°C.

4. Critérios gerais de seleção e especificação de junta de vedação

O tipo da junta de vedação *gasket* é selecionado de acordo com o tipo da face do flange (face plana, face com ressalto, face macho & fêmea, face RTJ *Ring Type Joint*) e conforme o acabamento superficial da face.



Já o material de fabricação da junta de vedação deve ser definido a partir das condições operacionais do equipamento e/ou tubulação e, normalmente, é selecionado conforme a especificação *spec* de materiais de projeto da tubulação.

O Código ASME Sec VIII Div 1, de projeto e construção de vasos de pressão, estabelece as características essenciais para o bom desempenho de uma junta de vedação, que são os fatores “Y- tensão de assentamento da junta” e “m- fator de selagem da junta de vedação durante a operação”.

Os valores das constantes “m” e “Y” de juntas são informados no Código ASME Seção VIII, Divisão 1, Apêndice Mandatório 2 Tabela 2-5.1 *Gasket materials and contact facings Gasket Factors “m” for Operating Conditions and Minimum Design Seating Stress “Y”*.

O projeto de flanges aparafusados, conforme o código ASME, requer que as constantes de junta de vedação referidas como “m” e “Y” sejam usadas no cálculo de dimensionamento.

4.1. Fator “Y” *Minimum design seating stress*

O Fator “Y” corresponde à tensão de assentamento da junta de vedação, que responde pela selabilidade, com o preenchimento pela junta dos defeitos da face dos flanges.

É a compressão necessária ao assentamento da junta, para eliminar os poros e preencher irregularidades das superfícies a selar.

A força de compressão sobre a junta de vedação, dada pelo aperto dos parafusos e estoijos na montagem, deve assegurar o assentamento da junta de vedação na face do flange.

A tensão de assentamento da junta é definida como sendo o valor “Y” nos cálculos do Código ASME Seção VIII, Divisão 1, Appendix 2 Table 2-5.1.

Ela é basicamente a tensão mínima necessária para a junta se conformar, adequadamente, à superfície da face do flange, na montagem inicial, ainda sem nenhuma pressão interna.

Quanto maior o valor de “Y”, maior a força, a ser aplicada no aperto de montagem, necessária para o assentamento da junta na face do flange, e é o que acontece com as juntas mais duras, como os anéis metálicos ovais RTJ-Ring Type Joint.

4.2. Fator “m” Sealing operating conditions

A tensão “Y” mínima de assentamento deve assegurar também uma força de compressão residual, sobre a junta, quando a ligação flangeada estiver em operação, sujeita à pressão e a outras cargas.

A força de compressão residual sobre a junta corresponde ao Fator “m” definido no código ASME Sec VIII Div 1,

A tensão de compressão residual sobre a junta é calculada com um fator de junta “m”, dado pelo código ASME Seção VIII, Divisão 1 Apêndice Mandatário 2 Tabela 2-5.1, e é a responsável para manter a estanqueidade da ligação flangeada, quando pressurizada, durante a operação. Na prática, uma junta com um fator “m” mais alto exige uma carga residual mais alta.

4.3. Valores típicos das grandezas “Y” e “m”

Os Fatores “Y” e “m”, para diferentes tipos e materiais de juntas de vedação, são informados na Tabela 2-5.1 do Código ASME Sec VIII Div 1 Apêndice Mandatário 2:

- Valores de “m”, para manter uma força residual sobre a junta, para a selabilidade da junta flangeada, durante a operação;
- Valores de “Y”, para se conseguir o assentamento da junta, na montagem.

Além do ASME, os fabricantes de juntas de vedação publicam valores “m” e “Y” para seus próprios materiais e estilos específicos de juntas.

A seguir é apresentada uma tabela desses valores típicos.

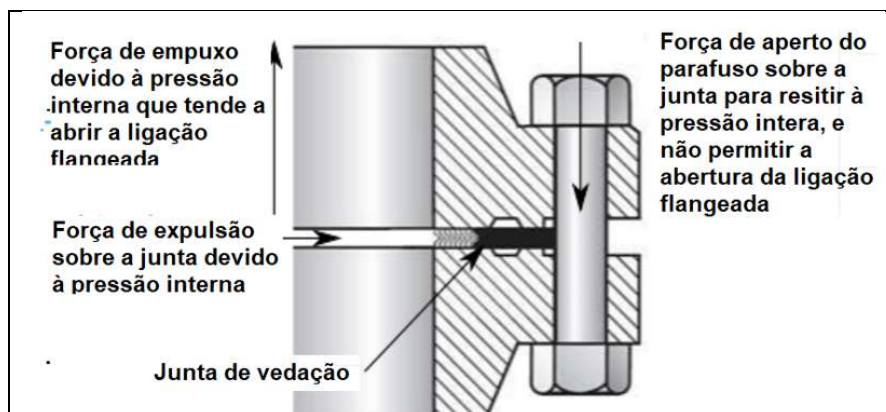
| Junta | Fator “Y” Mpa | Fator ‘m’ |
|---|------------------|-----------|
| “Lip seal” AISI 304 | 0,00 | 0,00 |
| Neoprene >75 shore | 1,40 | 1,00 |
| Papelão hidráulico Aramida | 25,5 | 2,75 |
| Grafite com inserção metálica AISI 316 | 13,8 | 2,00 |
| Espiralada 304 com grafite flexível | 69,0 | 3,00 |
| Dupla camisa AISI 304 com grafite | 62,0 | 3,75 |
| Camprofile AISI 304 com grafite flexível | 31,0 | 4,25 |
| RTJ AISI 304 | 180,0 | 6,50 |
| Metálica plana | 70,0 | 6,50 |

Valores típicos de “Y” e “m” de alguns tipos de junta de vedação

5. Cálculo do flange e da força de fechamento da ligação flangeada

O Código ASME Sec VIII Div 1 apresenta no *Mandatory Appendix 2 Rules For Bolted Flange Connections With Ring Type Gaskets* as regras para cálculo e dimensionamento de flanges de ligações flangeadas aparafusadas, utilizando-se juntas de vedação circulares.

Nesse cálculo são consideradas as forças atuantes, presentes na ligação ou união flangeada aparafusada, e empregados os Fatores “Y” e “m” da junta a ser utilizada.



Forças que atuam sobre a junta de vedação da ligação flangeada

Os Fatores “Y” e “m” são, pois, considerados no projeto de dimensionamento de flanges e também no cálculo da carga ou força a ser aplicada sobre os parafusos ou estojos, para o aperto de montagem,

5.1. Determinação do diâmetro dos parafusos ou estojos

A carga ou força “Wm2” sobre os parafusos ou estojos, necessária ao assentamento da junta, é calculada como:

$$W_{m2} = b (3,14) G Y \quad [\text{Em unidades coerentes}].$$

E a carga ou força “Wm1” sobre os parafusos ou estojos, para resistir às condições de operação, é calculada como:

$$W_{m1} = P (0,785 G^2) + m (P) (2b) (3,14) G \quad [\text{Em unidades coerentes}].$$

Nota:

A expressão $[P.(0,785 G^2)]$ é a força de abertura dos flanges devido à pressão interna e a expressão $[m (P) (2b) (3,14) G]$ é a força sobre a junta de vedação necessária para manter a selagem da ligação flangeada.

As variáveis que aparecem nas expressões são:

P - pressão interna de projeto;

G - diâmetro efetivo da junta;

b - largura efetiva da junta de vedação;

m - fator de selagem da junta de vedação, para assegurar a estanqueidade durante a operação;

Y - fator de assentamento da junta, para eliminar os poros e preencher irregularidades das superfícies a selar.

Uma vez determinadas as cargas ou forças sobre os parafusos ou estojos, “Wm1” e “Wm2”, é calculada a área total de parafusos ou estojos necessária, em cada condição de carga, para assentamento da junta e para as condições de operação:

$$A_{m1} = W_{m1} / S_b$$

$$A_{m2} = W_{m2} / S_a$$

Am1 = área total de parafusos ou estojos, necessária para as condições operacionais

Am2 = área total de parafusos ou estojos, necessária para o assentamento da junta

Sa = tensão admissível do material do parafuso ou estojo na temperatura atmosférica

Sb = tensão admissível do material parafuso ou estojo na temperatura de projeto

Am = área total calculada para os parafusos ou estojos é igual ao maior valor entre Am1 e Am2

O diâmetro e a quantidade dos parafusos ou estojos são então selecionados de modo que Ab, área total real de parafusos ou estojos, seja igual ou maior que Am.

Para se definir o nº de parafusos ou estojos, que deve ser um múltiplo de 4, deve ser adotado o espaçamento máximo entre parafusos ou estojos igual a:

$$B_{s \max} = 2a + \frac{6t}{m + 0.5}$$

Bs max = máximo espaçamento entre estojos

a = diâmetro nominal do parafuso ou estojo

t = espessura do flange

m = fator de selagem da junta de vedação conforme ASME Sec VIII Div 1 Appendix 2 Table 2-5.1

O diâmetro dos parafusos ou estojos é calculado a partir da expressão:

Ar (*root area*) área da raiz do estojo = Ab / nº de parafusos ou estojos

e se selecionando o diâmetro correspondente.

5.2. Determinação da força de tração de aperto de montagem dos parafusos ou estojos

A força de tração total, “W”, de aperto sobre o conjunto de parafusos ou estojos, a ser aplicada durante o aperto de montagem, corresponde ao maior dos valores a seguir.

- Para as condições de operação:

$$W = W_{m1}$$

- Para assentamento da junta:

$$W = \frac{(A_m + A_b)S_a}{2}$$

Em que:

Ab = área total real de parafusos ou estojos, considerando o diâmetro da raiz de cada parafuso ou estajo

E a força ou carga de tração mínima, "Fmín", a ser aplicada na montagem em cada parafuso ou estajo, para fechamento estanque da ligação flangeada, é igual a:

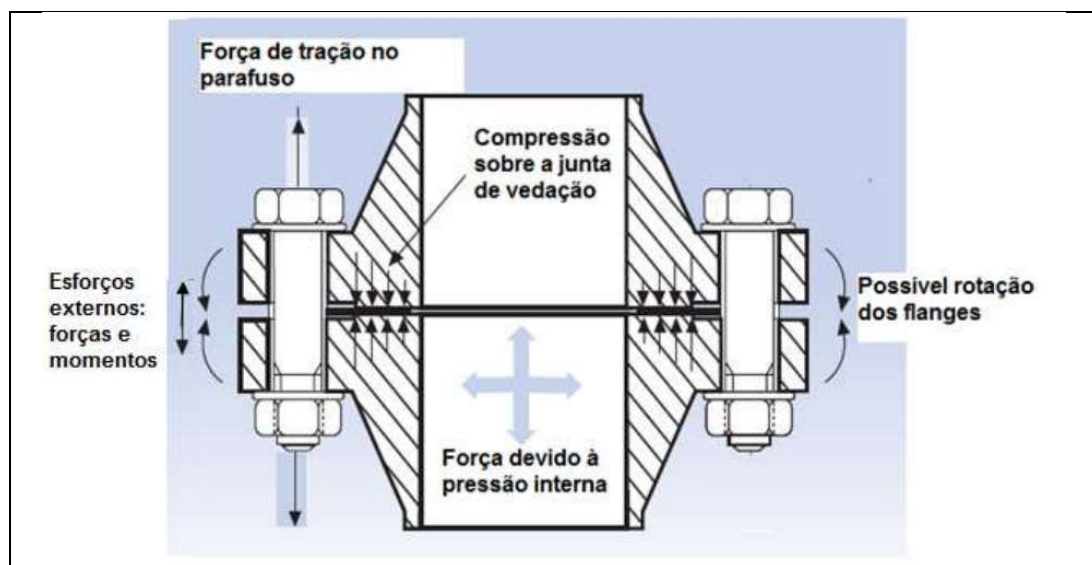
Fmín = W/nº de parafusos ou estojos.

Nota:

As informações detalhadas sobre as variáveis, relativas às juntas de vedação *gasket* e ao cálculo de ligações flangeadas, estão no próprio Código ASME Sec VIII Div 1 Apêndice Mandatário 2.

6. Conceito de pressão equivalente "Peq"

Neste cálculo, proposto pelo ASME, é considerada apenas a pressão interna, porém há vários outros carregamentos externos, como os esforços (forças e momentos) provenientes de tubulação conectada.



Forças que efetivamente agem sobre a ligação flangeada

A ação de esforços externos sobre a ligação flangeada pode ser levada em conta com a noção da "pressão equivalente".

A "pressão equivalente" inclui o efeito dos esforços externos e é calculada pela seguinte expressão:

$$P_{eq} = \frac{16 M}{\pi G^3} + \frac{4 F}{\pi G^2} + P$$

[Em unidades coerentes].

Onde:

Peq = pressão equivalente que inclui a pressão interna e o efeito dos esforços externos;

P = pressão interna;

M = resultante dos momentos de flexão externos;

F = resultante das forças externas;

G = diâmetro efetivo da junta de vedação ou local de aplicação da força de reação da junta;

7. Aperto da ligação ou união flangeada aparafusada

Para que se obtenha a vedação necessária, há de se apertar, convenientemente, os parafusos ou estojos da ligação flangeada.

Este aperto varia com o tipo e o material da junta utilizada e o acabamento da face dos flanges envolvidos na ligação: quanto maior for o valor do fator "Y", responsável pelo assentamento da junta, maior a força de aperto a ser aplicada, e quanto mais alto for o valor do fator "m", responsável pela selabilidade da junta, se requer uma força residual mais alta. .

A força mínima de aperto deve assegurar que não haja vazamento em operação, devendo ser uniforme em todo o perímetro da ligação ou união flangeada.

Este aperto dos parafusos ou estojos é, normalmente, dado através do torque de montagem, aplicado com ferramentas chamadas de torquímetros.

O aperto de montagem de uma união flangeada aparafusada pode ser realizado por diversos métodos, que dependem da precisão requerida ao aperto:

- Torque com chave manual;
- Torque com chave de impacto;
- Torque com dispositivo pneumático ou hidráulico;
- Tensionador hidráulico.

Nesta operação de aperto há várias causas de perdas, por ex.:

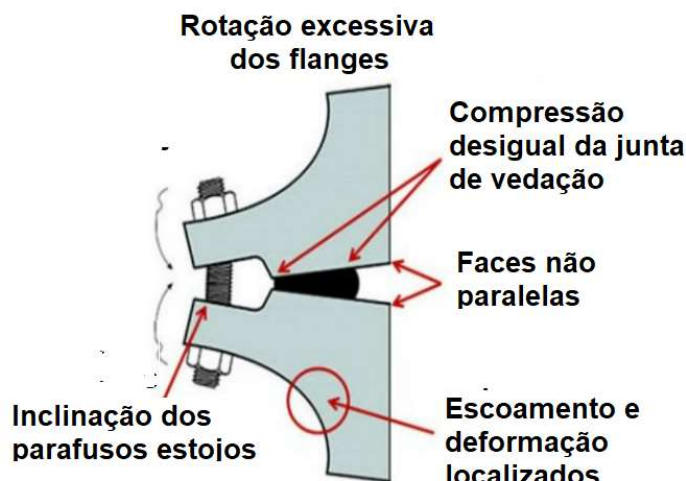
- Atrito entre os filetes de rosca do parafuso ou estojo e as porcas;
- Atrito entre a face da porca e a superfície do flange;
- Atrito entre os componentes do torquímetro;
- Esforços externos, como vibração, golpe de aríete ou choque térmico, devido à tubulação conectada;
- Relaxamento espontâneo do estojo, pelo acomodamento, por efeito do aumento de temperatura, entre os filetes de roscas do conjunto parafuso ou estojo e porca;
- Relaxamento da junta de vedação.

Portanto, um valor de torque de aperto, maior do que o calculado com a força de tração mínima “Fmín” sobre os parafusos ou estojos, deve ser aplicado, para compensar as perdas e as cargas extras de operação.

Assim, a força de tração a ser aplicada no parafuso ou estojo, durante o aperto de montagem, normalmente, deve corresponder ao limite de 70% de σ_y tensão de escoamento do material do parafuso ou estojo, na temperatura ambiente.

Essa prática resulta em uma força extra, no aperto inicial ou de montagem, que funciona como um pré-tensionamento e auxilia na estanqueidade da ligação flangeada, em situações de emergências operacionais, como vibração, choque térmico, golpe de aríete etc.

Este pré-tensionamento do estojo induz um comportamento ou efeito de mola, no parafuso ou estojo, que absorve as flutuações das condições de operação (pressão e temperatura), portanto é útil que a força de tração aplicada seja a maior possível, porém se deve verificar que não ocorra escoamento do parafuso ou estojo, distorção dos flanges e esmagamento da junta de vedação, quando em operação.



Possíveis efeitos do aperto excessivo nos estojos

A eficiência da vedação é também muito dependente das condições de alinhamento, planicidade e de paralelismo das faces dos flanges da união flangeada, que devem estar dentro dos limites de tolerâncias especificados nas normas aplicáveis, para se obter um resultado satisfatório.

7.1. Cálculo da força ou carga de tração do parafuso ou estojo a ser aplicada no aperto

A força de tração no parafuso ou estojo é calculada com a seguinte expressão:

$$F = A_s \sigma_y P\%$$

Onde

F= força ou carga de tração do parafuso ou estojo a ser aplicada durante o aperto, N (lb)

As = área de raiz da rosca do parafuso ou estojo mm², (pol²)

σy = limite de escoamento do material do parafuso ou estojo, N/mm² (lb/pol²)

P% = fator de utilização de σy , normalmente 70%; ou seja, P% = 0,7

7.2. Cálculo do torque pelo método do “Fator de Porca ou Nut Factor”

Referência: ASME PCC-1 - Guidelines for Pressure Boundary Bolted Flange Joint Assembly Appendix K - Nut Factor Calculation of Target Torque

Uma fórmula simplificada para calcular o torque de aperto, de montagem da ligação flangeada, é apresentada no Apêndice K da Norma ASME PCC-1, é o método chamado de “fator de porca nut factor”.

[em unidades SI]

$$T = K D F / 1000$$

[em unidades inglesas]

$$T = K D F / 12$$

onde

T = Torque de aperto do parafuso ou estojo da ligação flangeada N·m (ft·lb)

D = diâmetro nominal do parafuso ou estojo, mm (pol.)

F= força ou carga de tração do parafuso ou estojo a ser aplicada no aperto, N (lb)

K = fator de porca relacionada ao coeficiente de atrito, que depende do material dos fixadores (parafuso ou estojo, porca e arruela), do revestimento ou composto antigripante dos fixadores, e do material dos flanges.

Os valores de K típicos para aplicações de vasos de pressão e tubulações industriais, usando parafusos de aço de baixa liga especificação ASME SA-193, variam de 0,16. 0,23 à temperatura ambiente.

A prática mostrou que este método é tão eficaz quanto as fórmulas mais complexas, porém é muito dependente do atrito entre os componentes da ligação flangeada aparafusada..

Nota:

O fator K é uma constante adimensional determinada experimentalmente.

Tabelas publicadas de fatores experimentais de *nut factors* estão disponíveis em várias fontes; no entanto, se deve tomar cuidado para assegurar que os fatores sejam aplicáveis às condições consideradas.

8. Critérios para uso e especificação de juntas de vedação de ligações flangeadas

As juntas utilizadas em bocais e bocas de visita de vasos de pressão e sistemas de tubulações são, normalmente, dos seguintes tipos, dependendo do produto e condições de pressão e temperatura.

8.1. Juntas não metálicas

Juntas não metálicas ou macias, de papelão hidráulico composto de fibras sintéticas comprimidas, como Aramida, Grafite, Teflon PTFE e de Borracha Neoprene, são mais compressíveis e podem ser mais tolerantes ao acabamento, desalinhamento e paralelismo dos flanges.

No entanto, esses materiais, são mais suscetíveis ao relaxamento por fluência, levando à perda de aperto da ligação aparafusada, e ao movimento sob carga, ou seja, resultam em baixo atrito entre essas superfícies de contato.

Um acabamento de superfície mais áspero é utilizado para materiais macios e não metálicos, para prover o atrito e dar estabilidade e estanqueidade entre as superfícies de contato.

A recomendação típica de acabamento superficial da face do flange para esses materiais é Ra 6,3 a 12,5 μm (250 a 500 μin RMS).

8.2. Juntas semimetálicas

Essas juntas são feitas combinando materiais não metálicos macios ou resilientes como enchimentos, revestimentos ou inserções, com um núcleo metálico.

Essas combinações incluem as juntas tipo espiraladas *spiral wound*, corrugadas *corrugated* e encamisadas *jacketed*.

A combinação do metal mais tenaz e resistente à fluência com um revestimento ou enchimento mais conformável, como Teflon PTFE e Grafite Flexível oferece grandes vantagens, principalmente, em serviços mais severos.

Para as juntas tipo espiraladas *spiral wound gaskets* são usados acabamentos de superfície de Ra 3,2 a 6,3 µm (125 a 250 µin RMS).

Para juntas tipo encamisadas *metal jacketed gaskets* com enchimento macio são usados acabamentos de superfície de Ra 3,2 a 6,3 µm (125 a 250 µin RMS).

8.3. Juntas metálicas

As juntas metálicas não são conformáveis e requerem um acabamento superficial muito liso. Porém, elas são mais resistentes à fluência e apresentam boa estabilidade estrutural, assegurando que as duas superfícies de contato criem uma vedação muito firme e confiável, em pressões internas elevadas.

São mais sensíveis ao acabamento da face, desalinhamento e paralelismo dos flanges

A recomendação de acabamento típico de superfície de flanges, para esses tipos de juntas de metal é de rugosidade Ra ≤1,6 µm (≤ 63 µin RMS).

8.4. Correlação entre as unidades de medida do acabamento da superfície do flange


Os cinco acabamentos básicos para os flanges padronizados das Normas ASME B16.5 e ASME B16.47 são: acabamento estoque, acabamento serrilhado em espiral, acabamento serrilhado concêntrico, acabamento liso e acabamento lapidado ou espelhado.


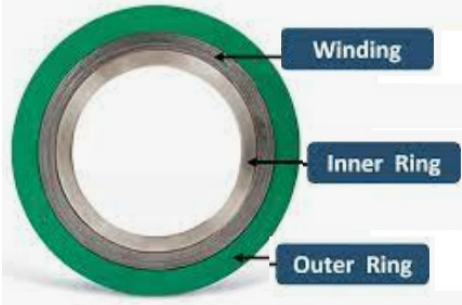
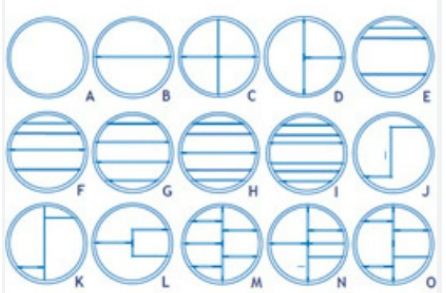
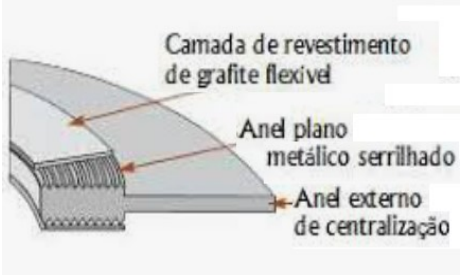

Cada acabamento é julgado por comparação visual ou tátil com os padrões de rugosidade média especificadas em Ra, AARH ou RMS, e são expressos em micropolegadas (µin) ou micrômetros (µm).

| Acabamento estoque | Acabamento serrilhado espiralado ou concêntrico | Acabamento liso <i>smooth finish</i> | Acabamento lapidado |
|---|---|---|--|
| 6,3 a 12,5 µm.Ra ou 250 a 500 µin.RMS | 3,2 a 6,3 µm.Ra ou 125-250 µin.RMS | 3 2 µm.Ra ou 125 µin.RMS | ≤1,6 µm.Ra ou ≤ 63 µin.RMS |
| Próprio para juntas macias não metálicas | Próprio para juntas semimetálicas espiraladas <i>spiral wound</i> | Próprio para juntas semimetálicas encamisadas, de chapas lisas ou corrugadas, <i>metal jacketed gaskets</i> | Próprio para juntas de anel metálico RTJ- <i>Ring Type Joint</i> |

8.5. Tipos mais comuns de juntas de vedação

Os seguintes produtos são especificados e comercializados como tipos de juntas de vedação.

| Tipo de junta de vedação | Acabamento superficial do flange | Esquema ilustrativo da junta |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Junta de Papelão Hidráulico em Fibra Aramida padronizadas conforme Norma ASME B16.21 de 1/2" até 12" -1,6 mm espessura ou 3,2 mm espessura; Junta de Papelão Hidráulico em Fibra aramida e borracha NBR, padronizadas conforme norma ASME B16.21 de 1/2" até 10" 1,6 mm espessura e acima de 10" 3,2 mm espessura. | Flange com ou sem ressalto com acabamento da face 250 a 500 µin RMS |  |

| | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Junta tipo lençol de borracha sintética Neoprene, padronizadas conforme norma ASME B16.21, com inserção de tecido algodão até 100°C, de 1/2" até 42" 3,2 mm espessura. | <p>Flange sem ressalto com acabamento da face 250 a 500 µin RMS</p> |  |
| <ul style="list-style-type: none"> Junta semimetálica, espiralada ou espirometálica, espiras de aço inoxidável AISI 304/316, dureza superficial de 160 HB max, com enchimento de grafite flexível, anel externo de centralização em aço Carbono, padronizadas conforme Norma ASME B16.20 de 1/2" até 42" - 4,4mm de espessura. Junta semimetálica, espiralada ou espirometálica, de aço inoxidável AISI 304/316, dureza superficial de 160 HB max, com enchimento com grafite flexível, anel externo de centralização em aço Carbono, e anel interno de reforço das espiras, de mesmo material das espiras, padronizadas conforme norma ASME B16.20 de 1/2" até 42" - 4,4mm de espessura. | <p>Flange com ressalto e acabamento de face lisa 125 a 250 µin RMS</p> |  |
| <ul style="list-style-type: none"> Junta semimetálica tipo dupla camisa ou encamisada (<i>double jacketed gasket</i>), de chapas finas, lisas ou corrugadas, de aços inoxidáveis austeníticos AISI 304/AISI 316, dureza de 160 a 170 HB, com enchimento de grafite flexível; e cobertura de ambas as faces com fita de grafite flexível. A ser utilizada em flanges principais de permutadores de calor, do tipo TEMA casco e tubos. | <p>Flange de ressalto com acabamento da face 125 a 250 µin RMS</p> |  |
| <ul style="list-style-type: none"> Junta semimetálica tipo Camprofile <i>Kamprofile</i> de anel metálico plano maciço, serrilhado concêntrico em ambas as faces, de aços inoxidáveis AISI 304/316/316 L/ 317/ 347, dureza superficial 160 HB, de faces recobertas com camada de grafite flexível, com anel externo de centralização, padronização conforme norma ASME B16.20 "Grooved metal gaskets with covering layers having a centering ring" de 1/2" até 60". | <p>Flange de ressalto com acabamento da face 125 a 250 µin RMS</p> |  |
| <ul style="list-style-type: none"> Junta de anel metálico oval de flanges de face de anel RTJ-<i>Ring Type Joint</i> de aço baixo Carbono, dureza superficial de 120 HB máx, conforme Norma ASME B16.20 de 1/2" até 36". Junta de anel metálico oval de flanges de face de anel RTJ-<i>Ring Type Joint</i> de aço liga Cr-Mo ASTM A 182 Gr F11, dureza superficial de 130 HB máx, conforme Norma ASME B16.20 de 1/2" até 36". | <p>Flange de face para anel RTJ acabamento superficial 32 a 63 µin RMS</p> |  |

| | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Junta de anel metálico oval de flanges de face de anel RTJ-<i>Ring Type Joint</i> de aço inoxidável austenítico ASTM A 182 F304/F316, dureza superficial de 160 HB máx, conforme Norma ASME B16.20 de 1/2" até 36". | |  <p style="text-align: center;"> Perfil não oval ou ortogonal Perfil oval Perfis mais comuns da junta anel RTJ </p> |
|---|--|---|

Nota:

- Acabamento é o grau de rugosidade observado na superfície da peça.
- As juntas, o acabamento da face dos flanges, os estojos e as porcas de flanges de bocais devem estar em acordo com as especificações *spec* aplicáveis das tubulações conectadas.
- Flanges de bocas de visitas e outros flanges de bocais não conectados a tubulação, bem como bocais de instrumentação, devem também seguir a especificação *spec* de tubulação aplicável à região, onde eles estão instalados no vaso.
- Para uso em alta temperatura, acima de 450°C, usar grafite flexível do tipo HT *high temperature* resistente à oxidação, com os seguintes requisitos mínimos: perda de massa < 13% em 5 horas a 700°C, utilizando análise TGA (Análise Termogravimétrica).

9. Acabamentos da Face do Flange

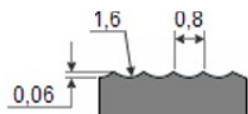
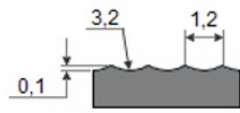
Os códigos de flanges como ASME B16.5 e B16.47 requerem que a face do flange, seja com ressalto, plana e tipo anel, tenha uma rugosidade adequada e compatível com a junta de vedação, para que se obtenha uma estanqueidade da alta qualidade esperada.

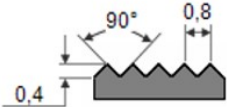
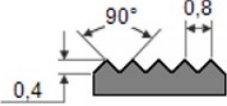


Vários graus de acabamento da superfície de contato da junta de vedação são disponibilizados pelos fabricantes de flanges metálicos. .

Os flanges estão disponíveis em muitas texturas de acabamento superficial diferentes, que afetam o desempenho da junta de vedação.

Os acabamentos superficiais mais usados de flanges metálicos são:

- Acabamento tipo estoque;
- Acabamento tipo serrilhado espiral;
- Acabamento tipo serrilhado concêntrico;
- Acabamento tipo fino ou suave;
- Acabamento tipo polido ou lapidado.

| | |
|---|--|
| <p>Acabamento estoque até diâmetro de 12"</p>  | <p>Acabamento tipo estoque Este é um sulco espiral contínuo e é o mais amplamente utilizado, dentre todos os acabamentos de superfície de flange, porque praticamente, é adequado para todas as condições normais de serviços não perigosos.</p> <p>Sob compressão, a face macia de uma junta será incorporada a esse acabamento, o que ajuda a criar uma vedação, e um alto nível de atrito é gerado entre as superfícies de contato.</p> <p>O acabamento de estoque em micropolegadas RMS, normalmente varia entre 250 a 500.</p> <p>Este acabamento é adequado para juntas que possuem uma face macia e adaptável, sob a compressão do aperto,</p> <p>O acabamento para flanges até 12 polegadas. é gerado por uma ferramenta de corte de ponta redonda de 1,6 mm de raio a uma taxa de avanço de 0,8 mm por revolução</p> <p>Para flanges de 14 polegadas e maiores, o acabamento é feito com ferramenta de corte de ponta redonda de 3,2 mm de raio a uma taxa de avanço de 1,2 mm por revolução.</p> |
| <p>Acabamento estoque para diâmetro acima de 12"</p>  | |

| | |
|---|---|
| <p>Acabamento serrilhado espiralado ou fonográfico</p>  | <p>Acabamento tipo serrilhado espiral A ranhura é uma espiral contínua ou fonográfica, mas difere do acabamento de estoque, pois a ranhura é gerada usando uma ferramenta corte a 90°, de ponta redonda com raio de 1,6 mm, que cria uma geometria em "V" com serrilha angulada de 45°. A densidade da ranhura na face do flange deve ser de 1,8 ranhuras/mm a 2,2 ranhuras/mm. Isso resulta em uma rugosidade entre 125 - 250 RMS micropolegadas. Sendo normalmente utilizado para juntas tipo semimetálicas como: a - junta metálica de dupla camisa ou encamisada <i>double jacketed gasket</i>, de chapa fina de aço, plana ou corrugada, com enchimento de material resiliente, b - junta semimetálica, espiralada ou espirometálica, <i>spiral wounded gasket</i>, com espiras de aço e enchimento de grafite flexível. c - junta metálica tipo Camprofile <i>Kamprofile</i>, de anel metálico plano maciço de aço, serrilhado concêntrico em ambas as faces, de faces recobertas com grafite flexível e anel externo de centralização</p> |
| <p>Acabamento serrilhado concêntrico</p>  | <p>Acabamento tipo serrilhado concêntrico Como o nome sugere, este acabamento é composto por ranhuras concêntricas. Uma ferramenta de corte a 90° é usada e as serrilhas são espaçadas uniformemente na face. Este é um acabamento personalizado não padrão que deve ser especificado pelo comprador. Normalmente, a rugosidade varia entre 125 - 250 RMS micropolegadas.</p> |
| <p>Acabamento fino ou polido</p>  | <p>Acabamento tipo fino ou suave Este acabamento é uma espiral contínua ou fonográfica, mas não há, visualmente, marcas de ferramenta aparentes, A espiral contínua ou fonográfica é gerada por uma ferramenta de ponta redonda de 0,8 mm de raio a uma taxa de alimentação de 0,3 mm por revolução com uma profundidade de 0,05 mm. Isso resulta em uma rugosidade de 125 RMS micropolegadas.</p> |
| <p>Acabamento lapidado</p>  | <p>Acabamento lapidado Este acabamento é produzido com ferramenta larga em altas velocidades, sendo equivalente a uma superfície retificada, aparentado o visual de um espelho. Superfícies como esta são normalmente destinadas a serem usadas com juntas de anel metálico RTJ <i>Ring Type Joint</i>, apresentando uma rugosidade da ordem de 32 a 63 RMS micropolegadas.</p> |

Representação gráfica da geometria da rugosidade de acabamento superficial de flanges

Referência: Flange Face Finish

https://www.wermac.org/flanges/flanges_stock-finish_smooth-finish.html#gsc.tab=0

10. Significados das diferentes medidas de rugosidade superficial: AARH, RMS e Ra

As superfícies metálicas apresentam-se sob diversos aspectos, a saber: em bruto, desbastadas, alisadas e polidas.

- Superfície em bruto é aquela que não é usinada, mas limpa com a eliminação de rebarbas e saliências.
- Superfície desbastada é aquela em que os sulcos deixados pela ferramenta são bastante visíveis, ou seja, a rugosidade é facilmente percebida.

- c. Superfície alisada é aquela em que os sulcos deixados pela ferramenta são pouco visíveis, sendo a rugosidade pouco percebida.
- d. Superfície polida é aquela em que os sulcos deixados pela ferramenta são imperceptíveis, sendo a rugosidade detectada somente por meio de aparelhos.

Por outro lado, as superfícies das faces dos flanges também não são lisas, apresentam uma rugosidade característica das condições da fabricação, e a depender da finalidade a face pode ser acabada, deliberadamente, para ter rugosidade superficial alta ou baixa.

Particularmente, a literatura técnica de juntas de vedação, ao abordar o acabamento superficial requerido para a face do flange, utiliza as unidades RMS, Ra e AARH:

RMS-Root Mean Square,

Ra-Roughness Average,

AARH-Arithmetic Average Roughness Height.

RMS-Root Mean Square, Ra-Roughness Average e AARH-Arithmetic Average Roughness Height, são unidades de medição dos graus de rugosidade de uma superfície, baseados em diferentes métodos de cálculo.

- a. *Ra - Roughness Average* é a média aritmética das alturas das rugosidades medidas em uma superfície, é simplesmente, a média das alturas entre os picos e vales microscópicos medidos em superfícies.
- b. *RMS - Root Mean Square* é calculado como a raiz quadrada média de picos e vales microscópicos medidos em superfícies.
- c. *AARH-Arithmetic Average Roughness Height* que é a altura média aritmética das irregularidades na superfície sob observação.

Todos podem ser expressos nas seguintes unidades, usadas para medir a rugosidade:

- unidades métricas μm micron ou micrômetro ($1\mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$) e
- unidades americanas μin micropolegada ($1 \mu\text{in} = 0,001 \text{ in}$).

Notas:

- 1- Um único pico ou fenda maior dentro da textura da superfície microscópica aumenta o valor RMS mais do que o valor Ra, e por isso Ra é mais comumente empregado.
- 2- Não há uma maneira confiável de conversão entre Ra e RMS, somente estimativas.
- 3- As medidas expressas em AARH e Ra têm o mesmo valor, pois, ambos medem o valor médio entre os picos e os vales da rugosidade superficial.
- 4- Por ser fácil de obter, os parâmetros Ra e AARH, que medem a rugosidade média das peças usinadas, são usados na linha de produção, quando o controle de rugosidade é continuamente necessário.

ANEXOS

1. Correlação entre flanges x acabamento da face x junta de vedação

O acabamento da face do flange depende do tipo de junta de vedação empregada e deve ser conforme a tabela a seguir

| Classes de pressão | Flanges | | Acabamento da face de flange | | | Junta de vedação | |
|--------------------|--|--|------------------------------|----------------------------|---------------------|---|-------------|
| | Tipos de faces de flanges | Norma | Acabamento | Ranhura | Norma | Tipo | Norma |
| 125 e 250 | FP-Face Plana ("Flat Face") | ASME B16.5 DN<24" | 250 a 500 RMS | Concêntrica ou fonográfica | ASME B16.5 MSS SP-6 | Papelão hidráulico | ASME B16.21 |
| 150 a 300 | FR-Face com Ressalto ("Raised Face") | ASME B16.5 DN<24" | 250 a 500 RMS | Concêntrica ou fonográfica | ASME B16.5 MSS SP-6 | Papelão hidráulico | ASME B16.21 |
| 150 a 600 | | | 125 a 250 RMS | Concêntrica ou fonográfica | ASME B16.5 MSS SP-6 | Espiralada de aço inoxidável com enchimento de grafite flexível | ASME B16.20 |
| 900 a 2500 | M & T-Face "Male & Tongue" RTJ-Face "Ring Type Joint" | | 32 a 62 RMS | --- | ASME B16.5 | Metálica de anel plano ou RTJ | ASME B16.20 |
| 150, 300, 600 | FR-Face com Ressalto | ASME B16.47 DN>24" até 60" Tipo A Tipo B | 125 a 250 RMS | Concêntrica ou fonográfica | ASME B16.5 MSS SP-6 | Espiralada de aço inoxidável com enchimento de grafite flexível | ASME B16.20 |
| 600, 900 | RTJ-Face "Ring Type Joint" | | 32 a 62 RMS | --- | ASME B16.5 | Metálica de anel plano ou RTJ | ASME B16.20 |

Nota:

- As faces dos flanges que trabalham com junta de vedação tipo anel RTJ-*Ring Type Joint* devem ter dureza 30 "Brinell" superior à do material da junta.
- As juntas não devem ser reutilizadas após o torque de aperto.
- O acabamento da superfície do flange desempenha um papel crítico na vida útil da junta e na confiabilidade de longo prazo.
- O acabamento das faces de contato para vedação dos flanges com face plana ou face com ressalto deve ser conforme a MSS SP-6 e padrão visual conforme ASME B46.1 *Surface Texture (Surface Roughness, Waviness, and Lay)*.

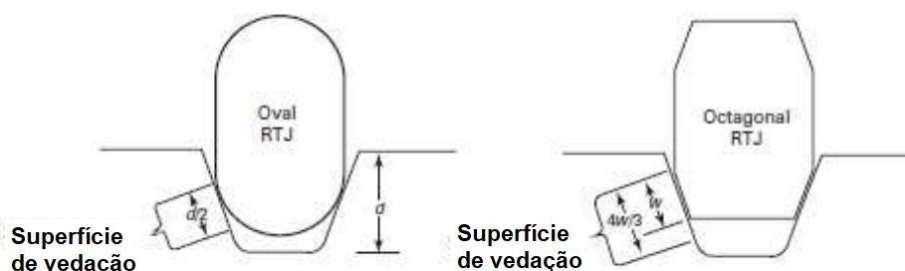
2. Extratos da Norma MSS SP-6 sobre padrões de acabamentos de face superficial de flanges

O acabamento da superfície requerida para o flange deve corresponder à superfície de vedação da junta.

No caso de flanges de anel tipo RTJ Ring Type Joint, o acabamento deve ser aplicado nas paredes laterais da ranhura.

O termo "Ra" (Roughness average) é expresso em micropolegadas (μin) ou micrômetros (μm). Para flanges de face plana ou face com ressalto, de 1/16 pol. (1,6 mm) e de 1/4 pol. (6,4 mm), e para flanges macho & fêmea (male & female), utilizar face serrilhada, espiral ou concêntrica, 45 a 55 por pol. (18 a 21 por cm). O acabamento da superfície resultante deve ter Ra de 125 a 250 μin (3,2 a 6,3 μm).

O acabamento superficial de flange de anel RTJ, para as juntas tipos R e RX, deve ser com rugosidade não superior a 1,6 μm (63 $\mu\text{pol.}$). Para as juntas tipo BX, o acabamento superficial do flange não pode ser maior do que 0,8 μm (32 $\mu\text{pol.}$) de rugosidade.



Superfícies consideradas para o controle de acabamento superficial de flanges com face para junta de anel

TABLE 1
Standard Finishes for Contact Faces of Pipe Flanges and
Connecting-End Flanges of Valves and Fittings

| Types of Contact Faces | Contact Face Materials | | | |
|---|--|--|--|---|
| | Steel | Ductile Iron | Gray Iron | Bronze |
| Flat or 1/16 in. (1.6 mm) Raised Face and 1/4 in. (6.4 mm) Raised and Large Male & Female | Serrated ^(a) : spiral or concentric, 45 to 55 per in. (18 to 21 per cm) recommended The resultant surface finish shall have a 125 to 250 µin (3.2 to 6.3 µm) Ra. | Non-serrated ^(b) : 250 µin (6.3 µm) Ra max., or Serrated ^(a) : spiral or concentric, 11 to 50 per in. (5 to 19 per cm) Depth: approx. 0.003 to 0.020 in. (0.075 to 0.51 mm) | Non-serrated ^(b) : 250 µin (6.3 µm) Ra max., or Serrated ^(a) : spiral, 11 to 50 per in. (5 to 19 per cm) or concentric, 8 or more per in. (4 or more per cm) Depth: approx. 0.003 to 0.020 in. (0.075 to 0.51 mm) | Non-serrated ^(b) : 125 µin (3.2 µm) Ra max., or Serrated ^(a) : spiral or concentric, 30 to 80 per in. (12 to 31 cm) Depth: approx. 0.003 to 0.020 in. (0.075 to 0.51 mm) |
| Small Male & Female, Large & Small Tongue & Groove | Serrated ^(a) : (as above) or Non-serrated: 125 µin (3.2 µm) Ra max. | Same as above | — | — |
| Ring Joint – Side Walls of Groove | Non-serrated: 63 µin (1.6 µm) Ra max. | Non-serrated: 63 µin (1.6 µm) Ra max. | — | — |

Notas:

(a) Salvo se especificado em contrário, o fabricante pode fornecer ranhuras espirais ou concêntricas para serrilhas. A operação de usinagem em espiral é comumente realizada com a ferramenta de corte tendo um raio de ponta de 0,06 pol. (1,6 mm) ou maior.

(b) A menos que especificado de outra forma, o fabricante pode fornecer o acabamento serrilhado (comumente obtido com a ferramenta de corte com raio de ponta de 0,06 pol. (1,6 mm) ou maior) ou liso.



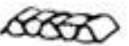





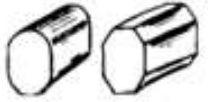
3. Tipos de juntas e os fatores “Y” e “m” correspondentes

Conforme Código ASME Sec VIII Div 1 Apêndice Mandatário 2

Extratos da tabela do apêndice Mandatory Appendix 2 Rules For Bolted Flange Connections With Ring Type Gaskets

Table 2-5.1 Gasket Materials and Contact Facings Gasket Factors m for Operating Conditions and Minimum Design Seating Stress Y

**Table 2-5.1
Gasket Materials and Contact Facings
Gasket Factors m for Operating Conditions and Minimum Design Seating Stress y**

| Gasket Material | Gasket Factor m | Min. Design Seating Stress y , psi (MPa) | Sketches |
|---|-------------------|---|---|
| Mineral fiber with suitable binder for operating conditions: | | | |
| $\frac{1}{8}$ in. (3.2 mm) thick | 2.00 | 1,600 (11) |  |
| $\frac{1}{16}$ in. (1.6 mm) thick | 2.75 | 3,700 (26) | |
| $\frac{1}{32}$ in. (0.8 mm) thick | 3.50 | 6,500 (45) | |
| Spiral-wound metal, mineral fiber filled: | | | |
| Carbon | 2.50 | 10,000 (69) |  |
| Stainless, Monel, and nickel-base alloys | 3.00 | 10,000 (69) | |
| Corrugated metal, mineral fiber inserted, or corrugated metal, jacketed mineral fiber filled: | | | |
| Soft aluminum | 2.50 | 2,900 (20) |  |
| Soft copper or brass | 2.75 | 3,700 (26) | |
| Iron or soft steel | 3.00 | 4,500 (31) |  |
| Monel or 4-6% chrome | 3.25 | 5,500 (38) | |
| Stainless steels and nickel-base alloys | 3.50 | 6,500 (45) | |
| Corrugated metal: | | | |
| Soft aluminum | 2.75 | 3,700 (26) |  |
| Soft copper or brass | 3.00 | 4,500 (31) | |
| Iron or soft steel | 3.25 | 5,500 (38) | |
| Monel or 4-6% chrome | 3.50 | 6,500 (45) | |
| Stainless steels and nickel-base alloys | 3.75 | 7,600 (52) | |
| Flat metal, jacketed mineral fiber filled: | | | |
| Soft aluminum | 3.25 | 5,500 (38) |  |
| Soft copper or brass | 3.50 | 6,500 (45) | |
| Iron or soft steel | 3.75 | 7,600 (52) |  |
| Monel | 3.50 | 8,000 (55) | |
| Grooved metal: | | | |
| Soft aluminum | 3.25 | 5,500 (38) |  |
| Soft copper or brass | 3.50 | 6,500 (45) | |
| Iron or soft metal | 3.75 | 7,600 (52) | |
| Monel or 4-6% chrome | 3.75 | 9,000 (62) | |
| Stainless steels and nickel-base alloys | 4.25 | 10,100 (70) | |
| Ring joint: | | | |
| Iron or soft steel | 5.50 | 18,000 (124) |  |
| Monel or 4-6% chrome | 6.00 | 21,800 (150) | |
| Stainless steels and nickel-base alloys | 6.50 | 26,000 (180) | |

4. Materiais usados nas Juntas de Vedação de Ligações Flangeadas

| Tipo | Classe | Material do flange | Temperatura (°C) | Material da junta |
|---------------------------------|---|--------------------|---|---|
| Plana | 125 e 250 | AC | ≤ 150 | Papelão hidráulico com fibra de aramida |
| Espiralada (ver Notas 1 e 2) | 150 a 900 | AC | ≤ 430 | Espiras em Al 304, enchimento em grafite flexível |
| | | AL 1 1/4Cr-1/2Mo | | |
| | | AL 5Cr-1/2Mo | | |
| | | AL 9Cr-1/2Mo | | Espiras em Al 316, enchimento em grafite flexível |
| | | Al 304 | | |
| | | Al 316 | | |
| | | Al 317 | Espiras em Al 347, enchimento em grafite flexível | |
| Al 347 | Espiras em Al 321 ou 347, enchimento em grafite flexível (Nota 3) | | | |
| Qualquer | | > 430 | | |
| Anel metálico | 900 a 2500 | Qualquer | Conforme material | Conforme material do flange (Nota 4) |

Notas:
1 Anel centralizador em aço carbono.
2 Anel interno conforme material do flange.
3 Usar grafite flexível HT
4 Os anéis metálicos tem de ser fabricados com materiais com composição química compatível com os materiais dos flanges, podendo ser produzidos por forjamento.

Conforme Norma Petrobras N-1693

5. Seleção do Material de Juntas de Vedação de Ligações Flangeadas em função do fluido

| Aplicação | Neoprene | Papelão hidráulico em aramida c/ borracha ASME B16.21 | Metálica espiralada em AISI 304 com enchimento de grafite flexível ASME B16.20 (ver Notas 1, 2 e 3) | Anel metálico ASME B16.20 | Metálica espiralada em Monel ^(®5) com enchimento de PTFE ASME B16.20 |
|--|---|---|---|---------------------------|---|
| Água Vapor Ar Produtos Químicos Nitrogênio, CO ₂ Espuma | Neoprene até classe 150 0 ≤ T ≤ 100 °C | Até classe 150 0 ≤ T ≤ 150 °C | Até classe 600 T ≤ 430 °C | A partir de classe 600 | _____ |
| Álcool | _____ | Até classe 150 0 ≤ T ≤ 80 °C | _____ | _____ | _____ |
| Gases Liquefeitos Hidrocarbonetos Glicol Processos Gerais DEA | _____ | _____ | Até classe 600 -60 °C ≤ T ≤ 430 °C | A partir de classe 600 | _____ |

| | | | | | |
|--|--|-------|---|------------------------|---|
| Serviços categoria M | _____ | _____ | Até classe 300 $T \leq 430 \text{ }^\circ\text{C}$ | A partir de classe 600 | _____ |
| Serviços sujeitos a ciclos térmicos | _____ | _____ | Até classe 600 $T \leq 430 \text{ }^\circ\text{C}$ | _____ | _____ |
| MTBE | Até classe 150 até $100 \text{ }^\circ\text{C}$ | _____ | Até classe 300 $T \leq 430 \text{ }^\circ\text{C}$ | _____ | _____ |
| Ácido fluorídrico | _____ | _____ | _____ | _____ | Até classe 300 ($T \leq 204 \text{ }^\circ\text{C}$) |
| Hidrocarboneto presença de ácidos naftênicos | _____ | _____ | Até classe 300 $T \leq 430 \text{ }^\circ\text{C}$ (ver Nota 2) | _____ | _____ |

NOTA 1 Anel de encosto interno deve ser utilizado para pressões acima de 40 kgf/cm^2 ou NPS 8 e acima.

NOTA 2 Para serviços com ácidos naftênicos usar espirais em AISI 316 ou 317.

NOTA 3 Para serviços em temperaturas acima de $430 \text{ }^\circ\text{C}$ usar espiras de AISI 321 ou 347. Nesse caso o grafite flexível para serviço a alta temperatura (acima de $450 \text{ }^\circ\text{C}$)

Conforme Norma Petrobras N-1693

6. Especificação de flanges de tubulação

| Diâmetro nominal | Flanges de aços-carbono | | | | | |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------|---|-------|
| | Classes de pressão | | | | | |
| | ASME B16.1 | | ASME B16.5 | | | |
| | 125 | 250 | 150 e 300 | 400 a 900 | 1 500 | 2 500 |
| 1" a 12" | Usar flange ASME B16.5 Classe 150 | Usar flange ASME B16.5 Classe 300 | ASME B16.5 | | | |
| 14" a 24" | | | | | | |
| 26" a 36" | | | ASME B16.47 Série A | | Calculados pelo ASME BPVC Sec. VIII Divisão I Apêndice 2 (Ver Nota 1) | |
| 42" a 60" | Usar flange ASME B16.47 Série A | Usar flange ASME B16.47 Série A | ASME B16.47 Série B | | | |

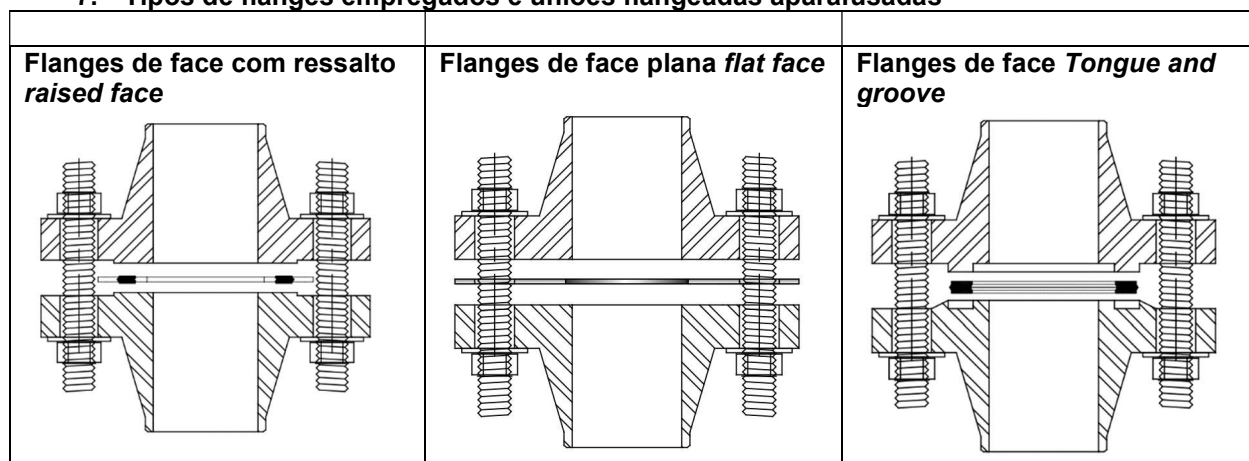
NOTA 1 Os flanges devem ser calculados conforme ASME BPVC Section VIII, Divisão I, apêndice 2, para as condições de projeto da linha.

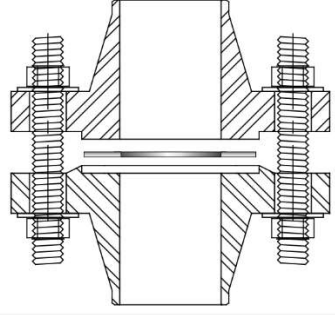
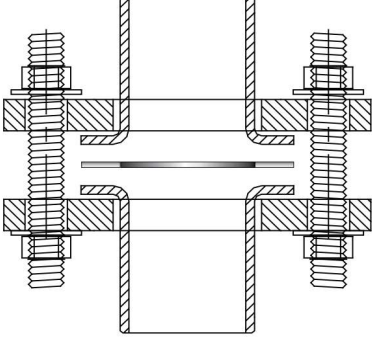
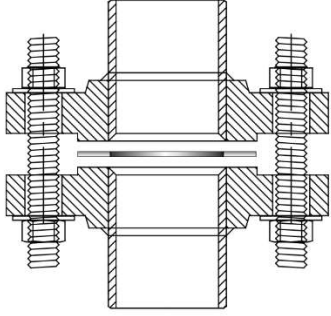
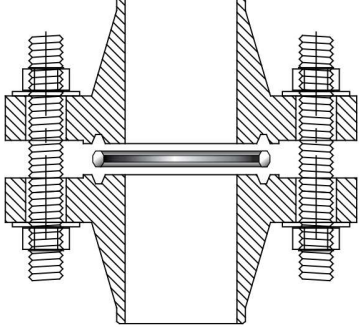
NOTA 2 Para acoplar flanges de aço com flanges de ferro fundido das classes 125 e 250, devem ser usados flanges de aço das classes 150 e 300, respectivamente, com face plana.

NOTA 3 Para acoplar flanges de aço com flanges de bronze nas classes 150 e 300, devem ser usados flanges de aço das classes 150 e 300, respectivamente, com face plana.

Conforme Norma Petrobras N-1693

7. Tipos de flanges empregados e uniões flangeadas aparafusadas



| | | |
|--|--|---|
| <p>Flanges de face macho e fêmea <i>Female and male</i></p>  | <p>Flange <i>lap joint</i></p>  | <p>Flange sobreposto <i>slip-on flange</i></p>  |
| <p>Flange para junta de anel <i>ring type joint</i></p>  | | |