

Exemplo de Cálculo

Como exemplo, as fórmulas acima serão usadas para determinar a pré-carga e o torque de aperto para um parafuso de cabeça hexagonal de grau 8.8 M16.

Passo 1

Estabelecer as dimensões e as condições de fricção. Os dados abaixo devem ser usados.

$$d_2 = 14,701 \text{ mm}$$

$$d_3 = 13,546 \text{ mm}$$

$$P = 2 \text{ mm}$$

$$\mu_T \text{ Tomado como } 0,11 / \mu_H \text{ Tomado como } 0,16$$

Passo 2

Calcular a tensão de tração no fixador. Usar 90% de 640 N/mm^2 resulta em $\sigma_E = 576 \text{ N/mm}^2$, substituindo os valores na fórmula resulta em $\sigma_T = 436,21 \text{ N/mm}^2$.

Passo 3

Tomar a área de tensão A_s como 157 mm^2 , dá a pré-carga do parafuso F como sendo 68305 N .

Passo 4

Determinação do torque de aperto T

A) O diâmetro de fricção efetivo.

Tomar $D_o = 24 \text{ mm}$ e $D_i = 17,0 \text{ mm}$ (Cfe. DIN ISO 273) é igual a $D_f = 20,64 \text{ mm}$.

B) Usar os valores calculados dá um torque de aperto T de 198213 N.mm , que é $198,2 \text{ N.m}$.

Propriedades mecânicas dos fixadores

(Tabela 1)

O sistema de designação das propriedades das classes (graus de força) de fixadores métricos, consiste em um símbolo que compreende dois algarismos. O primeiro algarismo indica 1/100 do limite de ruptura por tração em newton por milímetro quadrado. O segundo algarismo indica 10 vezes a razão entre a tensão de escoamento e a tensão de ruptura. A multiplicação dos dois algarismos dará 1/10 da tensão de escoamento em newtons por milímetro quadrado. Portanto um fixador de classe 10,9 tem uma tensão de ruptura de 1000 N/mm^2 (o primeiro algarismo multiplicado por 100) e uma tensão de escoamento de 900 N/mm^2 (ambos os algarismos multiplicados um pelo outro e por 10). A tensão de escoamento e a tensão de ruptura deverão ser iguais a ou maiores do que os valores calculados.

Classe (Grau de Força)	3,6	4,6	4,8	5,6	5,8	6,8	8,8	9,8	10,9	12,9
Tensão de escoamento N/mm^2 *	180	240	320	300	400	480	640**	720	900	1080

*Valor nominal cotado.

**Para classe 8.8 e maiores, a tensão de prova é atribuída devido aos problemas de medição do escoamento.

Coeficiente de fricção da rosca

(Tabela 2)

Nesta tabela são apresentados valores orientativos para o coeficiente de fricção nas roscas para várias condições de acabamento de superfícies. Os limites normais superior e inferior estão mostrados na tabela. Deve-se tomar cuidado para garantir que os valores sejam válidos para a sua aplicação. Há uma quantidade de efeitos (tais como graxa nas roscas) que podem resultar em que o verdadeiro coeficiente de rosca esteja fora dos limites cotados.

Roscas externas		rosca interna			
		rosca de aço		ferro fundido	alumínio
aço		sem cobertura	zincado		
Sem cobertura ou fosfatizado	seco	0,10 para 0,16	0,12 para 0,18	0,10 para 0,16	0,10 para 0,20
	oleado	0,08 para 0,16	0,10 para 0,18	0,08 para 0,18	0,10 para 0,18
Zincado	seco	0,12 para 0,20	0,12 para 0,22	0,10 para 0,17	0,12 para 0,20
	oleado	0,10 para 0,18	0,10 para 0,18	0,10 para 0,16	0,10 para 0,18
Trava química*		0,18 para 0,24	0,18 para 0,24	0,18 para 0,24	0,18 para 0,24

*Certas travas químicas para roscas podem gerar valores de fricção de rosca muito elevados. Verifique os dados do fabricante.

Os valores são somente para orientação, para aplicações críticas a dispersão no coeficiente de fricção deve ser determinada experimentalmente. Lubrificantes especialistas para roscas, tais como disulfeto de molibdênio podem reduzir a fricção da rosca e também a dispersão friccional. Deve-se buscar orientação do fabricante – por exemplo a Molykote. Com alguns materiais, tais como certos tipos de aço inoxidável, pode ocorrer a solda a frio, resultando em valores de fricção muito elevados. Em tais circunstâncias, os lubrificantes específicos para roscas podem ser essenciais.



6

Coeficiente da fricção sob a cabeça

(Tabela 3)

Assim como com a fricção da rosca os valores são somente orientativos e deve-se exercer cuidado no seu uso. Há uma quantidade de efeitos (tais como graxa ou óleo na superfície) que podem fazer com que o valor verdadeiro da fricção sob a cabeça esteja fora dos limites cotados.

condição da cabeça ou da porca do parafuso		condição da peça fixada pelo parafuso			
		superfície do aço		ferro fundido	alumínio
		sem cobertura	zincado		
acabamento zincado	seco	0,12 para 0,20	0,16 para 0,22	0,10 para 0,20	-
	aplicação de óleo leve	0,10 para 0,18	0,10 para 0,18	0,10 para 0,18	-
sem cobertura ou acabamento fosfatizado ou em óxido preto	seco	0,10 para 0,18	0,10 para 0,18	0,08 para 0,16	-
	aplicação de óleo leve	0,10 para 0,18	0,10 para 0,18	0,12 para 0,20	0,08 para 0,20

Intervalos na tabela indicam a não disponibilidade de dados publicados. Existem poucas informações publicadas sobre o coeficiente de fricção sob a cabeça nos fixadores usados em superfícies cobertas. Um estudo relatou que o valor médio de fricção sob a cabeça em uma superfície coberta era de 0,21 com um limite extremo de 0,10 a 0,32.