

Nome : Sem denominação

Modificado por: rober

Data: 30.08.2021

Hora: 16:35:02

CÁLCULO DE UM PAR DE ENGRENAGENS CILÍNDRICAS DE DENTES OBLÍQUOS

Número no desenho ou artigo:

Engrenagem 1: 0.000.0

Engrenagem 2: 0.000.0

Método de cálculo -

1. GEOMETRIA E MATERIAL DOS DENTES

(Cálculo da geometria em conformidade com ISO 21771:2007, DIN ISO 21771)

		----- ENGRENAGEM 1 -----	ENGRENAGEM 2 --
Distância entre eixos (mm)	[a]	299.000	
Tolerância de distância entre eixos	ISO 286:2010 Desvio js7		
Módulo normal (mm)	[mn]	7.0000	
Ângulo de pressão na seção normal (°)	[alfn]	20.0000	
ângulo de hélice no círculo de referência (°)	[beta]	9.3913	
Número de dentes	[z]	16	65
Largura de dente (mm)	[b]	127.00	127.00
Sentido de inclinação		direita	esquerda
Qualidade de engrenagem	[Q-ISO 1328:1995]	6	6
Diâmetro interno (mm)	[di]	0.00	0.00
Diâmetro interno do aro (mm)	[dbi]	0.00	0.00
Material			
Engrenagem	1:	18CrNiMo7-6, Aço de cementação, endurecido por cementação	
		ISO 6336-5 Figura 9/10 (MQ), Dureza do núcleo >=25HRC Jominy J=12mm<HRC28	
Engrenagem	2:	18CrNiMo7-6, Aço de cementação, endurecido por cementação	
		ISO 6336-5 Figura 9/10 (MQ), Dureza do núcleo >=25HRC Jominy J=12mm<HRC28	
		----- ENGRENAGEM 1 -----	ENGRENAGEM 2 --
Dureza superficial		HRC 61	HRC 61

Indicações para a pré-usinagem

Perfil de referência da engrenagem

1 :

Perfil de referência 1.25 / 0.38 / 1.0 ISO 53:1998 Perfil A

Sobremetal para o acabamento (mm)	[q]	0.000
Fator de altura do pé	[hfP*]	1.250
Fator do raio do pé	[rhofP*]	0.380 (rhofPmax*=0.472)
Fator de altura da cabeça	[haP*]	1.000
Fator de raio da cabeça	[rhoaP*]	0.000
Coefficiente de altura de protuberância	[hprP*]	0.000
Ângulo da protuberância	[alfprP]	0.000
Fator de altura da forma da cabeça	[hFaP*]	0.000
Ângulo de flanco de chanfro	[alfKP]	0.000

não sobreposto

Perfil de referência da engrenagem

2 :

Perfil de referência 1.25 / 0.38 / 1.0 ISO 53:1998 Perfil A

Fator de altura do pé	[hfP*]	1.250	
Fator do raio do pé	[rhofP*]	0.380	(rhofPmax*=0.472)
Fator de altura da cabeça	[haP*]	1.000	
Fator de raio da cabeça	[rhoaP*]	0.000	
Coefficiente de altura de protuberância	[hprP*]	0.000	
Ângulo da protuberância	[alfprP]	0.000	
Fator de altura da forma da cabeça	[hFaP*]	0.000	
Ângulo de flanco de chanfro	[alfKP]	0.000	

não sobreposto

Indicações para a usinagem de acabamento

Perfil de referência da altura do pé	[hfP*]	1.250	1.250
Raio do pé, perfil de referência	[rofP*]	0.380	0.380
Altura da cabeça perfil de referência	[haP*]	1.000	1.000
Coefficiente de altura de protuberância	[hprP*]	0.000	0.000
Ângulo da protuberância (°)	[alfprP]	0.000	0.000
Fator de altura da forma da cabeça	[hFaP*]	0.000	0.000
Ângulo de flanco de chanfro (°)	[alfKP]	0.000	0.000

Dados para retificação/brunimento:

Profundidade de imersão	[hgrind*]	1.066	
Raio na cabeça da ferramenta	[rgrind*]	0.100	
Somente retificação do flanco (0), flanco e pé (1)		0	
Retificação por geração (0), retificação de dentado por mó de forma (1)		0	

Tipo de correção de perfil: nenhuma (só valor de rodagem)

Recuo da cabeça (µm)	[Ca]	-0.0	-0.0
----------------------	------	------	------

----- ENGRENAGEM 1 ----- ENGRENAGEM 2 --

Relação do número de dentes	[u]	4.063	
Módulo transversal (mm)	[mt]	7.095	
Ângulo de pressão no círculo de referência (°)	[alf]	20.250	
Ângulo de pressãoÂngulo de pressão de operação (°)	[alfwt]	25.625	
	[alfwt.e/i]	25.636 / 25.615	
Ângulo de pressãoÂngulo de pressão de operação na seção normal (°)	[alfwn]	25.301	
ângulo de hélice no círculo rolante (°)	[betaw]	9.765	
Ângulo oblíquo de base (°)	[betab]	8.820	
Distância nominal entre centros (mm)	[ad]	287.351	
Soma de fatores de correção do perfil	[Summexi]	1.8835	
Fator de deslocamento de perfil			
Indicações para a pré-usinagem	[x]	0.7900	1.0935
Indicações para a usinagem de acabamento	[x]	0.7900	1.0935
Espessura de dente (Arc) (módulo) (módulo)	[sn*]	2.1459	2.3668
Alteração da altura da cabeça (mm)	[k*mn]	-1.536	-1.536
Diâmetro de círculo de referência (mm)	[d]	113.522	461.181
Diâmetro de base (mm)	[db]	106.505	432.677
Diâmetro do círculo da cabeça (mm)	[da]	135.510	487.418

(mm)	[da.e/i]	135.510 / 135.500	487.418 / 487.408
Desvios limite do círculo da cabeça (mm)	[Ada.e/i]	0.000 / -0.010	0.000 / -0.010
Diâmetro da cabeça (mm)	[dFa]	135.510	487.418
(mm)	[dFa.e/i]	135.510 / 135.500	487.418 / 487.408
Diâmetro de círculo da cabeça (mm)	[dNa]	135.510	487.418
Diâmetro de círculo da cabeça (mm)	[dNa.e/i]	135.510 / 135.500	487.418 / 487.408
Diâmetro primitivo de funcionamento (mm)	[dw]	118.123	479.877
(mm)	[dw.e/i]	118.134 / 118.113	479.918 / 479.835
Diâmetro do círculo do pé (mm)	[df]	107.082	458.990
Fator de correção do dentado de geração			
Indicações para a pré-usinagem	[xE.e/i]	0.7763 / 0.7684	1.0680 / 1.0562
Indicações para a usinagem de acabamento	[xE.e/i]	0.7763 / 0.7684	1.0680 / 1.0562
Círculo do pé gerado com xE (mm)	[df.e/i]	106.889 / 106.779	458.633 / 458.468
(calculado com ferramenta de preparação)			
Folga da cabeça teórica (mm)	[c]	1.750	1.750
Folga da cabeça efetiva (mm)	[c.e/i]	2.042 / 1.903	1.932 / 1.820
Diâmetro do círculo útil do pé (mm)	[dNf]	111.861	466.668
(mm)	[dNf.e/i]	111.904 / 111.824	466.719 / 466.623
Diâmetro do círculo do perfil do pé (mm)	[dFf]	110.869	462.504
(mm)	[dFf.e/i]	110.716 / 110.629	462.141 / 461.974
(calculado com ferramenta de usinagem de acabamento)			
Reserve (dNf-dFf)/2 (mm)	[cF.e/i]	0.637 / 0.554	2.373 / 2.241
Altura da cabeça (mm)	[ha=mn*(haP*+x+k)]	10.994	13.119
(mm)	[ha.e/i]	10.994 / 10.989	13.119 / 13.114
Altura do pé (mm)	[hf=mn*(hfP*-x)]	3.220	1.095
(mm)	[hf.e/i]	3.316 / 3.371	1.274 / 1.356
Ângulo de geração rel. dFa (°)	[xsi_dFa.e/i]	45.072 / 45.063	29.719 / 29.716
Ângulo de geração rel. dNa (°)	[xsi_dNa.e/i]	45.072 / 45.063	29.719 / 29.716
Ângulo de geração rel. dNf (°)	[xsi_dNf.e/i]	18.474 / 18.333	23.171 / 23.137
Ângulo de geração rel. dFf (°)	[xsi_dFf.e/i]	16.269 / 16.099	21.502 / 21.439
Altura do dente (mm)	[h]	14.214	14.214
Número de dentes de substituição	[zn]	16.608	67.469
Espessura de dente normal no círculo de cabeça (mm)	[san]	3.922	5.617
(mm)	[san.e/i]	3.847 / 3.792	5.485 / 5.417
Espessura de dente normal no círculo da forma da cabeça (mm)	[sFan]	3.922	5.617
(mm)	[sFan.e/i]	3.847 / 3.792	5.485 / 5.417
Largura do espaço normal no círculo do pé (mm)	[efn]	4.985	4.619
(mm)	[efn.e/i]	5.024 / 5.048	4.620 / 4.621
Deslizamento específico na cabeça	[zetaa]	0.486	0.381
Deslizamento específico no pé	[zetaf]	-0.615	-0.947
Deslizamento específico médio	[zetam]	0.450	
Fator de deslize na cabeça	[Kga]	0.345	0.178
Fator de deslize no pé	[Kgf]	-0.178	-0.345
Divisão de círculo de referência (mm)	[pt]	22.290	
Divisão de círculo de base (mm)	[pbt]	20.912	
Divisão de pressão transversal (mm)	[pet]	20.912	
Altura de inclinação (mm)	[pz]	2156.310	8760.009
Divisão axial (mm)	[px]	134.769	
Comprimento da longitude de engrenagem (mm)	[ga, e/i]	24.792 (24.852 / 24.713)	
Comprimento T1-A, T2-A (mm)	[T1A, T2A]	17.099(17.039/ 17.170)	112.213(112.213/ 112.202)
Comprimento T1-B (mm)	[T1B, T2B]	20.979(20.979/ 20.971)	108.333(108.273/ 108.402)
Comprimento T1-C (mm)	[T1C, T2C]	25.543(25.531/ 25.555)	103.769(103.721/ 103.817)
Comprimento T1-D (mm)	[T1D, T2D]	38.011(37.951/ 38.082)	91.301(91.301/ 91.290)
Comprimento T1-E (mm)	[T1E, T2E]	41.891(41.891/ 41.883)	87.421(87.361/ 87.489)
Comprimento T1-T2 (mm)	[T1T2]	129.312 (129.252 / 129.373)	
Diâmetro do ponto de engrenagem individual B (mm)	[d-B]	114.472(114.472/ 114.466)	483.894(483.841/ 483.955)

Diâmetro do ponto de engrenagem individual D (mm)	[d-D]	130.854(	130.784/	130.936)	469.631(	469.631/	469.622)
Cobertura de cabeça	[eps]	0.782(	0.782/	0.781)	0.404(	0.406/	0.401)
Comprimento mínimo da linha de contato (mm)	[Lmin]			145.961			
Cobertura de perfil	[eps_a]			1.186			
Cobertura de perfil com desvios limite	[eps_a.e/m/i]		1.188 /	1.185 /	1.182		
Coefficiente de cobertura	[eps_b]			0.942			
Cobertura total	[eps_g]			2.128			
Cobertura total com desvios limite	[eps_g.e/m/i]		2.131 /	2.127 /	2.124		

6. MEDIDA DE ENSAIO PARA A ESPESSURA DO DENTE

----- ENGRENAGEM 1 ----- ENGRENAGEM 2 --

Indicações para a pré-usinagem

Desvio da espessura de dente (usinagem de acabamento) (mm)	[As.e/i]	-0.070 /	-0.110	-0.130 /	-0.190
Sobremetal para o acabamento (por flanco) (mm)	[q]		0.000		0.000
Medição para pré-usinagem (mm)	[ΔAs_pre.e/i]	0.000 /	0.000	0.000 /	0.000
Desvio da espessura de dente na seção normal (mm)	[As_pre.e/i]	-0.070 /	-0.110	-0.130 /	-0.190
Número de dentes de medida	[k]		3.000		
Medida entre dentes efetiva (mm)	[Wk.e/i]	57.009 /	56.972		
(mm)	[ΔWk.e/i]	-0.066 /	-0.103		
Diâmetro efet. de elemento de medição (mm)	[DMeff]		18.000		
Medida diametral de duas esferas (mm)	[MdK.e/i]	154.120 /	154.059		

Indicações para a usinagem de acabamento

Tolerância de espessura de dente		DIN 3967 cd25	DIN 3967 cd25
Desvio da espessura de dente na seção normal (mm)	[As.e/i]	-0.070 /	-0.110 -0.130 / -0.190
Número de dentes de medida	[k]	3.000	10.000
Medida entre dentes sem folgas (mm)	[Wk]	57.075	208.176
Medida entre dentes efetiva (mm)	[Wk.e/i]	57.009 /	56.972 208.053 / 207.997
(mm)	[ΔWk.e/i]	-0.066 /	-0.103 -0.122 / -0.179
Diâmetro do circuito de medição (mm)	[dMWk.m]	120.478	479.026
Diâmetro de elemento de medição teor. (mm)	[DM]	16.517	13.311
Diâmetro efet. de elemento de medição (mm)	[DMeff]	18.000	14.000
Medida radial de uma esfera sem folgas (mm)	[MrK]	77.113	248.855
Medida radial de uma esfera (mm)	[MrK.e/i]	77.060 /	77.030 248.717 / 248.653
Diâmetro do circuito de medição (mm)	[dMMr.m]	125.789	477.362
Medida diametral de duas esferas, sem folga (mm)	[MdK]	154.227	497.569
Medida diametral de duas esferas (mm)	[MdK.e/i]	154.120 /	154.059 497.292 / 497.164
Medida diametral de um cilindro, sem folga (mm)	[MdR]	154.227	497.710
Medida sobre rolos em conformidade com DIN 3960 (mm)	[MdR.e/i]	154.120 /	154.059 497.433 / 497.305
Measurement over 2 pins (free) according to AGMA 2002 (mm)			
	[dk2f.e/i]	0.000 /	0.000 497.288 / 497.160
Measurement over 2 pins (transverse) according to AGMA 2002 (mm)			
	[dk2t.e/i]	0.000 /	0.000 497.573 / 497.445
Measurement over 3 pins (axial) according to AGMA 2002 (mm)			
	[dk3A.e/i]	154.120 /	154.059 497.433 / 497.305
Espessura cordal do dente sem folgas (mm)	[sc]	14.980	16.564
Espessura cordal do dente efetiva (mm)	[sc.e/i]	14.910 /	14.870 16.434 / 16.374
Altura acima da corda a partir de da.m (mm)	[ha]	11.475	13.261
Espessura de dente (Arc) (mm)	[sn]	15.021	16.568

(mm)	[sn.e/i]	14.951 /	14.911	16.438 /	16.378
Distância entre eixos sem folga (mm)	[aControl.e/i]	298.780	/298.669		
Distância entre eixos sem folga, desvios limite (mm)	[jta]	-0.220 /	-0.331		
dNf.i com aControl (mm)	[dNf0.i]	111.402	466.096		
Reserva (dNf0.i-dFf.e)/2 (mm)	[cF0.i]	0.343	1.978		
Folga da cabeça (mm)	[c0.i(aControl)]	1.598	1.516		
Desvio limite da distância entre eixos (mm)	[Aa.e/i]	0.026 /	-0.026		
Folga na circunferência primitiva de Aa (mm)	[jtw_Aa.e/i]	0.025 /	-0.025		
Folga radial (mm)	[jrw]	0.357 /	0.194		
Folga na circunferência primitiva (seção transversal) (mm)	[jtw]	0.341 /	0.186		
Folga de engrenamento normal (mm)	[jnw]	0.316 /	0.172		
Ângulo de torção da engrenagem 2 bei festgehaltenem Rad 1					
Ângulo de torção total (°)	[j.tSys]		0.0815/0.0444		

7. TOLERÂNCIAS DO DENTADO

----- ENGRENAGEM 1 ----- ENGRENAGEM 2 --

Em conformidade com

ISO 1328-1:1995, ISO 1328-2:1997

Qualidade de engrenagem	[Q]	6	6
Desvio individual do passo (µm)	[fptT]	10.00	12.00
Desvio da divisão de círculo de base (µm)	[fpbT]	9.40	11.30
Desvio de passo por setor através de k/8 (µm)	[Fpk/8T]	17.00	29.00
Erro de forma de perfil (µm)	[ffaT]	13.00	15.00
Variação de ângulo de perfil (µm)	[fHaT]	10.00	13.00
Erro total de perfil (µm)	[FaT]	16.00	20.00
Desvio de perfil da linha de flancos (µm)	[ffbT]	12.00	13.00
Desvio de ângulo de linha de flancos (µm)	[fHbT]	12.00	13.00
Desvio total da linha de flancos (µm)	[FbT]	17.00	18.00
Desvio total do passo (µm)	[FpT]	29.00	48.00
Desvio da concentricidade (µm)	[FrT]	23.00	39.00
Divergência de engrenamento sobre um único flanco (µm)	[FisT]	48.00	70.00
Salto de engrenamento sobre um flanco (µm)	[fisT]	19.00	22.00
Erro composto radial (µm)	[FidT]	57.00	73.00
Salto de engrenamento sobre dois flancos (µm)	[fidT]	34.00	34.00

Tolerâncias aplicáveis à posição do eixo (recomendação em conformidade com a norma ISO TR 10064-3:1996, qualidade 6)

Valor máximo para desvio do eixo (µm)	[fSigbet]	18.00 (Fb=18.00)
Valor máximo para inclinação do eixo (µm)	[fSigdel]	36.00

8. DADOS COMPLEMENTARES

Massas (kg)	[m]	11.491	174.885
Massa total (kg)	[m]	186.376	
Momento de inércia (sistema relativo à entrada): Cálculo sem ter em conta o perfil exato do dente			
Engrenagens individualmente ((da+df)/2...di) (kg*m²)	[TraeghMom]	0.02113	4.89508
System ((da+df)/2...di) (kg*m²)	[TraeghMom]	0.00000	

9. CORREÇÕES E CONFIRMAÇÃO DA FORMA DO PERFIL DO DENTE

Dados para cálculo do perfil do dente:

Dados inexistentes.

OBSERVAÇÕES:

- Indicações com [.e/i] significam: Valor máximo [e] e mínimo [i] perante
Tomada em conta de todas as tolerâncias
Indicações com [.m] significam: Valor médio na tolerância
- Em existindo folga de engrenamento, são tidas em conta as tolerâncias de distâncias entre eixos e os desvios limite para a espessura do dente
 - . São indicadas as folgas máxima e mínima, em conformidade com os maiores e menores desvios limite.
 - O cálculo é realizado para o círculo rolante.

Fim do Relatório

linhas: 298
