

KISSsoft – student license (not for commercial use)

Projekt

Name : Getriebebeleg
Beschreibung: MEIII Beleg
Kunde : Prof. Fischer

Datei

Name : ZR_Paar_1
Geändert von: Moritz am: 18.06.2021 um: 09:50:03

Berechnung eines schrägverzahnten Stirnradpaares

Zeichnungs- oder Artikelnummer:

Rad 1: 0.000.0
Rad 2: 0.000.0

Rechenmethode DIN 3990:1987 Methode B

----- Rad 1 ----- Rad 2 --

Leistung (kW)	[P]	40.000
Drehzahl (1/min)	[n]	950.0
312.8		
Drehmoment (Nm)	[T]	402.1
1221.1		
Anwendungsfaktor	[KA]	1.10
Geforderte Lebensdauer (h)	[H]	10000.00
Rad treibend (+) / getrieben (-)		+
-		
Arbeitsflanke Rad 1:	Rechte Flanke	
Drehrichtung Rad 1:	im Uhrzeigersinn	

Zahngeometrie und Werkstoff

Geometrieberechnung nach ISO 21771:2007, DIN ISO 21771:2014

----- Rad 1 ----- Rad 2 --

Achsabstand (mm)	[a]	140.000
Achsabstandstoleranz	ISO 286:2010 Abmass js7	
Normalmodul (mm)	[mn]	2.5000
Normaleingriffswinkel (°)	[αn]	20.0000
Schrägungswinkel am Teilkreis (°)	[β]	10.0000
Zähnezahl	[z]	27

82

Zahnbreite (mm)	[b]	46.50
45.50		
Schrägungsrichtung	rechts	links
Verzahnungsqualität	[Q-DIN 3961:1978]	8
8		
Innendurchmesser (mm)	[di]	38.00
0.00		
Innendurchmesser der Bandage (mm)	[dbi]	0.00
0.00		

Werkstoff

Rad 1
16 MnCr 5 (1), Einsatzstahl, einsatzgehärtet
ISO 6336-5 Bild 9/10 (MQ), Kernhärte $\geq 25\text{HRC}$ Jominy J=12mm<HRC28

Rad 2
16 MnCr 5 (1), Einsatzstahl, einsatzgehärtet
ISO 6336-5 Bild 9/10 (MQ), Kernhärte $\geq 25\text{HRC}$ Jominy J=12mm<HRC28

		----- Rad 1 ----- Rad 2 --
Oberflächen-Härte		HRC 59
HRC 59		
Dauerfestigk. Zahnfußspannung (N/mm ²)	[σ_{Flim}]	430.00
430.00		
Dauerfestig. Hertzsche Pressung (N/mm ²)	[σ_{Hlim}]	1500.00
1500.00		
Bruchfestigkeit (N/mm ²)	[σ_B]	1000.00
1000.00		
Streckgrenze (N/mm ²)	[σ_S]	695.00
695.00		
Elastizitätsmodul (N/mm ²)	[E]	206000
206000		
Poissonzahl	[ν]	0.300
0.300		
Mittenrauhwert Ra, Flanke (µm)	[RAH]	0.60
0.60		
Mittenrauhwert Ra, Fuss (µm)	[RAF]	3.00
3.00		
Gemittelte Rauhtiefe Rz, Flanke (µm)	[RZH]	4.80
4.80		
Gemittelte Rauhtiefe Rz, Fuss (µm)	[RZF]	20.00
20.00		

Bezugsprofil von Rad 1:

Bezugsprofil	1.25 / 0.38 / 1.0 ISO 53:1998 Profil A	
Fusshöhenfaktor	[hfP*]	1.250
Fussradiusfaktor	[pfP*]	0.380
(pfPmax*=	0.472)	
Kopfhöhenfaktor	[haP*]	1.000
Kopfradiusfaktor	[paP*]	0.000
Protuberanzhöhenfaktor	[hprP*]	0.000
Protuberanzwinkel	[αprP]	0.000
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000
Kantenbrechflankenwinkel	[αKP]	0.000
	nicht überschneidend	

Bezugsprofil von Rad 2:

Bezugsprofil	1.25 / 0.38 / 1.0 ISO 53:1998 Profil A	
Fusshöhenfaktor	[hfP*]	1.250
Fussradiusfaktor	[pfP*]	0.380
(pfPmax*=	0.472)	
Kopfhöhenfaktor	[haP*]	1.000
Kopfradiusfaktor	[paP*]	0.000
Protuberanzhöhenfaktor	[hprP*]	0.000
Protuberanzwinkel	[αprP]	0.000
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000
Kantenbrechflankenwinkel	[αKP]	0.000
	nicht überschneidend	

Angaben für die Fertigbearbeitung

Fusshöhe Bezugsprofil	[hfP*]	1.250
1.250		
Fussradius Bezugsprofil	[pfP*]	0.380
0.380		
Kopfhöhe Bezugsprofil	[haP*]	1.000
1.000		
Protuberanzhöhenfaktor	[hprP*]	0.000
0.000		
Protuberanzwinkel (°)	[αprP]	0.000
0.000		
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000
0.000		
Kantenbrechflankenwinkel (°)	[αKP]	0.000
0.000		

Art der Profilkorrektur:

Kopfrücknahme, durch Einlaufen (μm)

2.0 /

keine (nur Einlaufbetrag)

[Ca L/R]

2.0 / 2.0

2.0

Schmierungsart

Ölsorte

Schmierstoff-Basis

Kinematische Nennviskosität Öl bei 40°C (mm^2/s)

Kinematische Nennviskosität Öl bei 100°C (mm^2/s)

Spezifische Dichte bei 15°C (kg/dm^3)

Öltemperatur (°C)

Öl-Tauchschmierung

ISO-VG 220

Mineralöl-Basis

[v40]

220.00

[v100]

17.50

[ρ]

0.895

[TS]

70.000

Zahnradpaar

Gesamtübersetzung

[itot]

-3.037

Zähnezahlverhältnis

[u]

3.037

Stir modul (mm)

[mt]

2.539

Stirneingriffswinkel (°)

[α_t]

20.284

Betriebseingriffswinkel (°)

[α_{wt}]

22.036

[$\alpha_{wt.e/i}$]

22.057 /

22.016

Betriebseingriffswinkel im Normalschnitt (°)

[α_{wn}]

21.726

Schrägungswinkel am Wälzkreis (°)

[β_w]

10.117

Grundschrägungswinkel (°)

[β_b]

9.391

Nullachsabstand (mm)

[ad]

138.352

Teilkreisteilung (mm)

[pt]

7.975

Grundkreisteilung (mm)

[pbt]

7.481

Stirneingriffsteilung (mm)

[pet]

7.481

Profilverschiebungsfaktorsumme

[Σx_i]

0.6869

Profilüberdeckung

[ϵ_α]

1.543

Profilüberdeckung mit Abmassen

[$\epsilon_{\alpha.e/m/i}$]

1.550 /

1.538 /

1.525

Sprungüberdeckung

[ϵ_β]

1.006

Gesamtüberdeckung

[ϵ_γ]

2.549

Gesamtüberdeckung mit Abmassen

[$\epsilon_{\gamma.e/m/i}$]

2.556 /

2.544 /

2.531

Länge der Eingriffsstrecke (mm)

[ga, e/i]

11.545 (

11.598 /

11.407)

Länge T1-A (mm) 8.026 /	[T1A] 8.188)	8.079 (
Länge T1-B (mm) 12.143 /	[T1B] 12.115)	12.143 (
Länge T1-C (mm) 12.998 /	[T1C] 13.025)	13.011 (
Länge T1-D (mm) 15.507 /	[T1D] 15.669)	15.560 (
Länge T1-E (mm) 19.624 /	[T1E] 19.595)	19.624 (
Länge T2-A (mm) 44.448 /	[T2A] 44.392)	44.448 (
Länge T2-B (mm) 40.330 /	[T2B] 40.466)	40.384 (
Länge T2-C (mm) 39.476 /	[T2C] 39.556)	39.516 (
Länge T2-D (mm) 36.967 /	[T2D] 36.912)	36.967 (
Länge T2-E (mm) 32.850 /	[T2E] 32.985)	32.903 (
Länge T1-T2 (mm) 52.474 /	[T1T2] 52.580)	52.527 (
Minimale Berührlinienlänge (mm)	[Lmin]	71.024

Rad 1

Steigungshöhe (mm)	[pz]	1221.190
Axiale Teilung (mm)	[px]	45.229
Profilverschiebungsfaktor	[x]	0.3842
Zahndicke, Bogen, in Modul	[sn*]	1.8505
Kopfhöhenänderung (mm)	[k*mn]	-0.069
Teilkreisdurchmesser (mm)	[d]	68.541
Grundkreisdurchmesser (mm)	[db]	64.291
Kopfkreisdurchmesser (mm)	[da]	75.324
(mm)	[da.e/i]	75.324 / 75.294
Kopfkreisabmasse (mm)	[Ada.e/i]	0.000 / -0.030
Kopfformkreisdurchmesser (mm)	[dFa]	75.324
(mm)	[dFa.e/i]	75.324 /
75.294		

Fusskreisdurchmesser (mm)		[df]	64.212
Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor		[xE.e/i]	0.3457/ 0.3237
Erzeugter Fusskreis mit xE (mm)		[df.e/i]	64.020 /
63.910			
Fussformkreisdurchmesser (mm)		[dFf]	65.990
(mm)		[dFf.e/i]	65.867 /
65.799			
Evolvertenlänge (mm)		[l_dFa-l_dFf]	5.129
Kopfhöhe, $m_h(h_{aP^*}+x+k)$ (mm)		[ha]	3.391
(mm)		[ha.e/i]	3.391 /
3.376			
Fusshöhe (mm)		[hf=mn*(hfP*-x)]	2.165
(mm)		[hf.e/i]	2.261 /
2.316			
Zahnhöhe (mm)		[h]	5.556
Ersatz-Zähnezahl		[zn]	28.166
Normalzahndicke am Kopfkreis	(mm)	[san]	1.606
(mm)		[san.e/i]	1.547 /
1.485			
Normalzahndicke am Kopfformkreis (mm)		[sFan]	1.606
(mm)		[sFan.e/i]	1.547 /
1.485			
Normal-Lückenweite am Fusskreis	(mm)	[efn]	0.000
(mm)		[efn.e/i]	0.000 /
0.000			

Rad 2

Steigungshöhe (mm)		[pz]	3708.801
Axiale Teilung (mm)		[px]	45.229
Profilverschiebungsfaktor		[x]	0.3027
Zahndicke, Bogen, in Modul		[sn*]	1.7911
Kopfhöhenänderung (mm)		[k*mn]	-0.069
Teilkreisdurchmesser (mm)		[d]	208.162
Grundkreisdurchmesser (mm)		[db]	195.254
Kopfkreisdurchmesser (mm)		[da]	214.538
(mm)		[da.e/i]	214.538 / 214.492
Kopfkreisabmasse (mm)		[Ada.e/i]	0.000 / -0.046
Kopfformkreisdurchmesser (mm)		[dFa]	214.538
(mm)		[dFa.e/i]	214.538 /
214.492			
Fusskreisdurchmesser (mm)		[df]	203.426
Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor		[xE.e/i]	0.2505/ 0.2230
Erzeugter Fusskreis mit xE (mm)		[df.e/i]	203.165 /

Fussformkreisdurchmesser (mm)	[dFf]	204.893
(mm)	[dFf.e/i]	204.666 /
204.548		
Evolventenlänge (mm)	[l_dFa-l_dFf]	5.179
Kopfhöhe, $m_n(h_{aP}^*+x+k)$ (mm)	[ha]	3.188
(mm)	[ha.e/i]	3.188 /
3.165		
Fusshöhe (mm)	[hf=mn*(hfP*-x)]	2.368
(mm)	[hf.e/i]	2.499 /
2.567		
Zahnhöhe (mm)	[h]	5.556
Ersatz-Zähnezahl	[zn]	85.543
Normalzahndicke am Kopfkreis (mm)	[san]	1.978
(mm)	[san.e/i]	1.900 /
1.828		
Normalzahndicke am Kopfformkreis (mm)	[sFan]	1.978
(mm)	[sFan.e/i]	1.900 /
1.828		
Normal-Lückenweite am Fusskreis (mm)	[efn]	1.769
(mm)	[efn.e/i]	1.785 /
1.794		

Radspezifische Paardaten Zahnradpaar 1, Rad 1

Wälzkreisdurchmesser (mm)	[dw]	69.358
(mm)	[dw.e/i]	69.368 /
69.348		
Kopfnutkreisdurchmesser (mm)	[dNa]	75.324
(mm)	[dNa.e/i]	75.324 /
75.294		
Kopfspiel theoretisch (mm)	[c]	0.625
Kopfspiel effektiv (mm)	[c.e/i]	0.859 /
0.735		
Fussnutkreisdurchmesser (mm)	[dNf]	66.291
(mm)	[dNf.e/i]	66.344 /
66.265		
Reserve $(dNf-dFf)/2$ (mm)	[cF.e/i]	0.272 /
0.199		
Max. Gleitgeschwindigkeit am Kopf (m/s)	[vga]	0.874
Spezifisches Gleiten am Kopf	[ζa]	0.448
Spezifisches Gleiten am Fuss	[ζf]	-0.811
Mittleres spezifisches Gleiten	[ζm]	0.448
Gleitfaktor am Kopf	[Kga]	0.253

Gleitfaktor am Fuss	[Kg _f]	-0.189
Wälzwinkel zu dFa (°)	[ξdFa.e/i]	34.978 /
34.926		
Wälzwinkel zu dNa (°)	[ξdNa.e/i]	34.978 /
34.926		
Wälzwinkel zu dNf (°)	[ξdNf.e/i]	14.595 /
14.306		
Wälzwinkel zu dFf (°)	[ξdFf.e/i]	12.766 /
12.484		
Durchmesser Einzeleingriffspunkt B (mm)	[d-B]	68.725 (
68.725 /	68.705)	
Durchmesser Einzeleingriffspunkt D (mm)	[d-D]	71.427 (
71.380 /	71.522)	
Kopfüberdeckung	[ε]	0.884 (
0.886 /	0.878)	

Radspezifische Paardaten Zahnradpaar 1, Rad 2

Wälzkreisdurchmesser (mm)	[dw]	210.642
(mm)	[dw.e/i]	210.672 /
210.612		
Kopfnutkreisdurchmesser (mm)	[dNa]	214.538
(mm)	[dNa.e/i]	214.538 /
214.492		
Kopfspiel theoretisch (mm)	[c]	0.625
Kopfspiel effektiv (mm)	[c.e/i]	0.819 /
0.701		
Fussnutkreisdurchmesser (mm)	[dNf]	206.045
(mm)	[dNf.e/i]	206.098 /
206.011		
Reserve (dNf-dFf)/2 (mm)	[cF.e/i]	0.775 /
0.672		
Max. Gleitgeschwindigkeit am Kopf (m/s)	[vga]	0.652
Spezifisches Gleiten am Kopf	[ζa]	0.448
Spezifisches Gleiten am Fuss	[ζf]	-0.811
Mittleres spezifisches Gleiten	[ζm]	0.448
Gleitfaktor am Kopf	[Kga]	0.189
Gleitfaktor am Fuss	[Kg _f]	-0.253
Wälzwinkel zu dFa (°)	[ξdFa.e/i]	26.086 /
26.053		
Wälzwinkel zu dNa (°)	[ξdNa.e/i]	26.086 /
26.053		

Wälzwinkel zu dNf (°)	[ξdNf.e/i]	19.359 /
19.279		
Wälzwinkel zu dFf (°)	[ξdFf.e/i]	18.004 /
17.887		
Durchmesser Einzeleingriffspunkt B (mm)	[d-B]	211.300 (
211.259 /	211.362)	
Durchmesser Einzeleingriffspunkt D (mm)	[d-D]	208.783 (
208.783 /	208.744)	
Kopfüberdeckung	[ε]	0.659 (
0.665 /	0.647)	

Allgemeine Einflussfaktoren

		----- Rad 1 ----- Rad 2 --
Nennumfangskraft im Teilkreis (N)	[Ft]	11732.4
Axialkraft (N)	[Fa]	2068.7
Radialkraft (N)	[Fr]	4336.1
Normalkraft (N)	[Fnorm]	12677.9
Nennumfangskraft pro mm (N/mm)	[w]	257.85
Nur zur Information: Kräfte im Wälzkreis:		
Nennumfangskraft (N)	[Ftw]	11594.2
Axialkraft (N)	[Faw]	2068.7
Radialkraft (N)	[Frw]	4692.9
Umfangsgeschwindigkeit Teilkreis (m/s)	[v]	3.41
Umfangsgeschwindigkeit Wälzkreis (m/s)	[v(dw)]	3.45
Einlaufbetrag (µm)	[yp]	1.2
Einlaufbetrag (µm)	[yf]	1.2
Toleranzen fpe, ff, fHß entsprechend Toleranzen in Abschnitt 7		
Korrekturfaktor	[CM]	0.800
Radkörperfaktor	[CR]	1.000
Bezugsprofilfaktor	[CBS]	0.975
Materialfaktor	[E/Est]	1.000
Einzelfedersteifigkeit (N/mm/µm)	[c]	14.990
Eingriffsfedersteifigkeit (N/mm/µm)	[cy]	21.098
Reduzierte Masse (kg/mm)	[mRed]	0.01455
Resonanzdrehzahl (min-1)	[nE1]	13466
Bezugsdrehzahl (-)	[N]	0.071
Unterkritischer Bereich		
Einlaufbetrag (µm)	[ya]	1.2
Lagerdistanz l der Ritzelwelle (mm)	[l]	93.000
Distanz s der Ritzelwelle (mm)	[s]	9.300
Aussendurchmesser der Ritzelwelle (mm)	[dsh]	46.500

Belastung nach Bild 6.8, 0:6.8a, 1:6.8b, 2:6.8c, 3:6.8d, 4:6.8e	DIN 3990-1:1987	[-]	4
Faktor K' nach Bild 6.8, Ohne Stützwirkung	DIN 3990-1:1987	[K']	-1.00
Flankenlinienabweichung von Verformung der Wellen (μm)	wirksame (μm)	[F β y]	8.07
fsh (μm) = 1.40 , B1= 1.00 , fH β 5 (μm) = 7.00		[fsh*B1]	1.40
Zahn ohne Flankenlinien-Korrektur			
Lage des Tragbildes : von Fertigungstoleranzen (μm)		günstig	
B2=1.00		[fma*B2]	19.00
Flankenlinienabweichung, theoretisch (μm)		[F β x]	9.50
Einlaufbetrag (μm)		[y β]	1.43
Dynamikfaktor		[Kv]	1.038
Breitenfaktoren	- Flanke	[KH β]	1.289
	- Zahnfuss	[KF β]	1.249
	- Fressen	[KB β]	1.289
Stirnfaktoren	- Flanke	[KH α]	1.263
	- Zahnfuss	[KF α]	1.263
	- Fressen	[KB α]	1.263
Lastwechselzahl (in Mio.) 187.683		[NL]	570.000

Zahnfuss-Tragfähigkeit

Rechnung der Zahnformfaktoren nach Methode: B

		----- Rad 1 ----- Rad 2 --
Berechnet mit Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor 0.2505	[xE.e]	0.3457
Zahnformfaktor 1.33	[YF]	1.23
Spannungskorrekturfaktor 2.19	[YS]	2.19
Kraftangriffswinkel (°) 21.20	[α Fen]	22.39
Kraftangriffsdurchmesser (mm) 211.146	[d _{en}]	71.249
Biegehebelarm (mm) 2.90	[hF]	2.51
Zahnfussdicke (mm) 10/15	[sFn]	5.48

5.71

Zahnfussradius (mm)	[ρF]	1.13	
1.08			
Biegehebelarm (-)	[hF/mn]	1.003	
1.161			
Zahnfussdicke (-)	[sFn/mn]	2.193	
2.284			
Zahnfussradius (-)	[ρF/mn]	0.453	
0.432			
Berechnungsquerschnitt-Durchmesser (mm)	[d _{sFn}]	64.905	
204.119			
Tangente am Berechnungsquerschnitt (°)	[α _{sFn}]	30.000	
30.000			
Kerbparameter	[q _s]	2.423	
2.645			
Überdeckungsfaktor	[Yε]		1.000
Schrägenfaktor	[Yβ]		0.917
Massgebende Zahnbreite (mm)	[b _{eff}]	46.50	
45.50			
Zahnfuss-Nennspannung (N/mm²)	[σF0]	250.05	
274.47			
Zahnfussspannung (N/mm²)	[σF]	450.56	
494.56			
Zulässige Zahnfussspannung von Prüf-Zahnrad			
Stützziffer	[Y _{drelT}]	0.999	
1.001			
Oberflächenfaktor	[Y _{RrelT}]	0.957	
0.957			
Grössenfaktor, Zahnfuss	[Y _X]	1.000	
1.000			
Zeitfestigkeitsfaktor	[Y _{NT}]	1.000	
1.000			
Y _{drelT} *Y _{RrelT} *Y _X *Y _{NT}		0.956	
0.958			
Wechselbiegungsfaktor, Mittelspannungseinflussfaktor	[Y _M]	1.000	
1.000			
Spannungskorrekturfaktor	[Y _{st}]		2.00
Y _{st} *σ _{Flim} (N/mm²)	[σ _{FE}]	860.00	
860.00			
Zulässige Zahnfussspannung σ _{FG} /SF _{min} (N/mm²)	[σ _{FP}]	587.28	
588.50			
Zahnfuss-Grenzfestigkeit (N/mm²)	[σ _{FG}]	822.19	
823.91			

Sollsicherheit	[SFmin]	1.40
1.40		
Sicherheitsfaktor für Zahnfußsspannung	[SF=σFG/σF]	1.82
1.67		
Übertragbare Leistung (kW)	[kWRating]	52.14
47.60		

Flankensicherheit

		----- Rad 1 ----- Rad 2 --
Zonenfaktor	[ZH]	2.354
Elastizitätsfaktor ($\sqrt{N/mm^2}$)	[ZE]	189.812
Überdeckungsfaktor	[Zε]	0.805
Schrägenfaktor	[Zβ]	0.992
Massgebende Zahnbreite (mm)	[beff]	45.50
Nominelle Flankenpressung (N/mm²)	[σH0]	798.14
Flankenpressung am Wälzkreis (N/mm²)	[σHw]	1088.35
Einzeleingriffs-Faktor	[ZB,ZD]	1.00
1.00		
Flankenpressung (N/mm²)	[σHB, σHD]	1088.35
1088.35		
Schmierstoff-Faktor, bei NL	[ZL]	1.020
1.020		
Geschwindigkeitsfaktor bei NL	[ZV]	0.974
0.974		
Rauhigkeitsfaktor bei NL	[ZR]	0.972
0.972		
Werkstoffpaarungsfaktor bei NL	[ZW]	1.000
1.000		
Zeitfestigkeitsfaktor	[ZNT]	1.000
1.000		
	[ZL*ZV*ZR*ZNT]	0.965
0.965		
Eine gewisse Grübchenbildung zulässig:	nein	
Grössenfaktor, Flanke	[ZX]	1.000
1.000		
Zulässige Flankenpressung, σHG/SHmin (N/mm²)	[σHP]	1447.96
1447.96		
Grübchen-Grenzfestigkeit (N/mm²)	[σHG]	1447.96
1447.96		
Sollsicherheit	[SHmin]	1.00

1.00

Sicherheit für Flankenpressung Wälzkreis [SHw] 1.33

1.33

Sicherheit für Pressung, oHG/oHBD Einzeleingriff [SHBD] 1.33

1.33

Sicherheit bezüglich übertragbares Drehmoment $[(SHBD)^2]$ 1.77

1.77

Übertragbare Leistung (kW) [kWRating] 70.80

70.80

Micropitting (Graufleckigkeit) nach

ISO/TS 6336-22:2018

Berechnung nicht durchgeführt, Schmierstoff: Laststufe Micropitting-Test nicht bekannt

Fresstragfähigkeit

Rechenmethode nach DIN 3990:1987

Schrägungsfaktor Fressen [KBy] 1.232

Schmierungsfaktor für Schmierungsart [XS] 1.000

Fresstest und Laststufe [FZGtest] FZG - Test A / 8.3 / 90 (ISO 14635 - 1)

12

Relativer Gefügefaktor, Fressen [XWrelT] 1.000

Therm. Kontaktkoeffizient (N/mm/s^{0.5}/K) [BM] 13.780

13.780

Massgebende Kopfrücknahme (µm) [Ca] 2.00

2.00

Optimale Kopfrücknahme (µm) [Ceff] 13.44

Ca als optimal angenommen in der Rechnung, 0=nein, 1=ja 0

0

Massgebende Zahnbreite (mm) [beff] 45.500

Massgebende Umfangskraft/Zahnbreite (N/mm) [wBt] 590.719

Winkelfaktor [Xαβ] 1.004

ε1: 0.884 , ε2: 0.659

Blitztemperatur-Kriterium

Massentemperatur (°C) [θMB] 84.45

$$\theta_{MB} = \theta_{oil} + XS \cdot 0.47 \cdot \theta_{flamax}$$

Maximale Blitztemperatur (°C) [θflamax] 30.75

Fresstemperatur (°C) [θS] 408.58

Koordinate Γ Ort der höchsten Temperatur [Γ] 0.196

[Γ.A]= -0.379 [Γ.E]= 0.508

Höchste Kontakttemp. (°C)	[θB]	115.20
Blitzfaktor (°K*N ⁻¹ .75*s ⁻¹ .5*m ⁻¹ .5*mm)	[XM]	50.058
Geometriefaktor	[XB]	0.095
Kraftaufteilungsfaktor	[XΓ]	1.000
Dynamische Viskosität (mPa*s)	[ηM]	24.58
(70.0	°C)
Reibungszahl	[μ _m]	0.100
Sollsicherheit	[SBmin]	2.000
Sicherheitsfaktor für Fressen, Blitztemperatur	[SB]	7.490
Integraltemperatur-Kriterium		
Massentemperatur (°C)	[θMC]	81.94
θMC = θoil + XS*0.70*θflaint		
Gemittelte Blitztemperatur (°C)	[θflaint]	17.06
Fress-Integraltemperatur (°C)	[θSint]	408.58
Blitzfaktor (°K*N ⁻¹ .75*s ⁻¹ .5*m ⁻¹ .5*mm)	[XM]	50.058
Überdeckungsfaktor	[Xε]	0.250
Dynamische Viskosität (mPa*s)	[ηOil]	41.90
(70.0	°C)
Gemittelte Reibungszahl	[μ _m]	0.091
Geometriefaktor	[XBE]	0.231
Eingriffsfaktor	[XQ]	1.000
Kopfrücknahmefaktor	[XCa]	1.000
Integral-Flankentemperatur (°C)	[θint]	107.52
Sollsicherheit	[SSmin]	1.800
Sicherheitsfaktor für Fressen (Int.-T.)	[SSint]	3.800
Sicherh. f. übertragenes Moment (Int.-T.)	[SSL]	9.024

Prüfmasse für die Zahndicke

		----- Rad 1 ----- Rad 2 --
Zahndickentoleranz		DIN 3967 cd25
DIN 3967 cd25		
Zahndickenabmass im Normalschnitt (mm)	[As.e/i]	-0.070 / -0.110
-0.095 /	-0.145	
Messzähnezahl	[k]	4.000
11.000		
Zahnweite spielfrei (mm)	[Wk]	27.476
81.010		
Zahnweite mit Abmass (mm)	[Wk.e/i]	27.410 / 27.372
80.921 /	80.874	
(mm)	[ΔWk.e/i]	-0.066 / -0.103

-0.089 / -0.136

Messkreisdurchmesser (mm)	[dMWk.m]	69.740
210.937		
Theoretischer Messkörperdurchmesser (mm)	[DM]	4.601
4.284		
Effektiver Messkörperdurchmesser (mm)	[DMeff]	5.000
4.500		
Radiales Einkugelmass spielfrei (mm)	[MrK]	39.148
108.161		
Radiales Einkugelmass (mm)	[MrK.e/i]	39.078 / 39.038
108.044 /	107.982	
Messkreisdurchmesser (mm)	[dMMr.m]	70.900
209.858		
Diametrales Zweikugelmass spielfrei (mm)	[MdK]	78.172
216.321		
Diametrales Zweikugelmass (mm)	[MdK.e/i]	78.033 / 77.953
216.087 /	215.963	
Diametrales Rollenmass spielfrei (mm)	[MdR]	78.296
216.321		
Diametrales Rollenmass nach DIN 3960 (mm)	[MdR.e/i]	78.157 / 78.077
216.087 /	215.963	
Mass über 2 Rollen, free, nach AGMA 2002 (mm)	[dk2f.e/i]	78.029 / 77.949
0.000 /	0.000	
Mass über 2 Rollen, transverse, nach AGMA 2002 (mm)	[dk2t.e/i]	78.277 / 78.197
0.000 /	0.000	
Mass über 3 Rollen, axial, nach AGMA 2002 (mm)	[dk3A.e/i]	78.157 / 78.077
216.087 /	215.963	
Zahndickensehne spielfrei (mm)	[sc]	4.623
4.478		
Zahndickensehne mit Abmass (mm)	[sc.e/i]	4.554 / 4.515
4.383 /	4.334	
Höhe über der Sehne ab da.m (mm)	[ha]	3.460
3.200		
Zahndicke, Bogen (mm)	[sn]	4.626
4.478		
(mm)	[sn.e/i]	4.556 / 4.516
4.383 / 4.333		
Spielfreier Achsabstand (mm)	[aControl.e/i]	139.790 / 139.674
Spielfreier Achsabstand, Abmasse (mm)	[jta]	-0.210 / -0.326
dNf.i mit aControl (mm)	[dNf0.i]	65.886
205.493		
Reserve (dNf0.i-dFf.e)/2 (mm)	[cF0.i]	0.009

0.413

Kopfspeil (mm)

[c0.i(aControl)]

0.429

0.395

Achsabstandsabmass (mm)

[Aa.e/i]

0.020 / -0.020

Verdrehflankenspiel aus Aa (mm)

[jtw_Aa.e/i]

0.016 / -0.016

Radialspiel (mm)

[jrw.e/i]

0.346 / 0.190

Verdrehflankenspiel (Stirnschnitt) (mm)

[jtw.e/i]

0.278 / 0.153

Normalflankenspiel (mm)

[jn.e/i]

0.253 / 0.141

Verdrehspielwinkel am Antrieb bei festgehaltenem Abtrieb:

Gesamter Verdrehspielwinkel (°)

[j.tSys]

0.4597/ 0.2534

Verzahnungstoleranzen

----- Rad 1 ----- Rad 2 --

Nach DIN 3961:1978

Verzahnungsqualität

[Q-DIN3961]

8

8

Profil-Formabweichung (µm)

[ff]

16.00

16.00

Profil-Winkelabweichung (µm)

[fHa]

12.00

12.00

Profil-Gesamtabweichung (µm)

[Ff]

20.00

20.00

Flankenlinien-Formabweichung (µm)

[fba]

17.00

17.00

Flankenlinien-Winkelabweichung (µm)

[fHb]

19.00

19.00

Flankenlinien-Gesamtabweichung (µm)

[Fb]

25.00

25.00

Eingriffsteilungsabweichung (µm)

[fpe]

15.00

16.00

Teilungs-Einzelabweichung (µm)

[fp]

15.00

16.00

Teilungssprung (µm)

[fu]

19.00

20.00

Teilungs-Gesamtabweichung (µm)

[Fp]

53.00

62.00

Teilungsspannen-Abweichung über z/8 (µm)

[Fpz/8]

33.00

39.00

Rundlaufabweichung (µm)

[Fr]

37.00

43.00

Zahndicken-Schwankung (µm)

[Rs]

22.00

25.00

Einflanken-Wälzabweichung (μm)	[Fi']	58.00
66.00		
Einflanken-Wälzsprung (μm)	[fi']	25.00
25.00		
Zweiflanken-Wälzabweichung (μm)	[Fi'']	44.00
51.00		
Zweiflanken-Wälzsprung (μm)	[fi'']	18.00
22.00		
Nach DIN 58405:1972 (Feinwerktechnik)		
Wälzsprung (μm)	[fi''']	18.00
22.00		
Wälzfehler (μm)	[Fi''']	50.00
63.00		
Achsparellitätsfehler (μm)	[fp]	39.20
39.20		
Flankenrichtungsfehler (μm)	[f β]	15.81
15.47		
Rundlaufabweichung (μm)	[Trk, Fr]	65.00
80.00		
Achslagetoleranzen, Empfehlung nach ISO TR 10064-3:1996, Qualität		
	8	
Maximalwert für Achsschränkung (μm)	[f $\Sigma\beta$]	30.66
(F β =	30.00)
Maximalwert für Achsneigung (μm)	[f $\Sigma\delta$]	61.32

Korrekturen und Bestimmung der Zahnform

Daten zur Zahnformberechnung:

Daten nicht vorhanden.

Bitte führen Sie eine Berechnung im Tab "Zahnform" aus und öffnen Sie das Hauptprotokoll erneut.

Ergänzende Daten

Maximal möglicher Achsabstand (eps_a=1.0)	[aMAX]	141.575
Masse (kg)	[m]	0.979
12.220		
Gesamtmasse (kg)	[mGes]	13.199

Trägheitsmoment, System bezogen auf den Antrieb:

Berechnung ohne Berücksichtigung der exakten Zahnform

Räder einzeln,	$(d_a + d_f)/2 \dots d_i$ (kg*m ²)	[J]	0.0007724
0.06671			
System	$(d_a + d_f)/2 \dots d_i$ (kg*m ²)	[J]	
0.008005			
Verdrehsteifigkeit am Antrieb bei festgehaltenem Abtrieb:			
Verdrehsteifigkeit (MNm/rad)		[cr]	0.980
Verdrehung unter Nenndrehmoment (°)		[δcr]	0.024
Mittlere Reibungszahl, nach Niemann		[μm]	0.071
Verschleissgleiten nach Niemann		[ζw]	0.691
Verlustfaktor		[HV]	0.105
Zahnverlustleistung aus Zahnbelastung (kW)		[PVZ]	0.301
Verzahnungswirkungsgrad (%)		[ηz]	99.249
Schalldruckpegel, nach Masuda, ohne Kontaktanalyse		[dB(A)]	71.6

Lebensdauer, Schädigung

Sollsicherheit Zahnfuss	[SFmin]	1.40
Sollsicherheit Zahnflanke	[SHmin]	1.00

Lebensdauer (berechnet mit Sollsicherheiten):

Lebensdauer System (h)	[Hatt]	>
1000000		

Lebensdauer Zahnfuss (h)	[HFatt]	1e+06
--------------------------	---------	-------

1e+06

Lebensdauer Zahnflanke (h)	[HHatt]	1e+06
----------------------------	---------	-------

1e+06

Hinweis: Die Angabe 1e+006 h bedeutet, dass die Lebensdauer > 1'000'000 h ist.

Schädigung, bezogen auf die Soll-Lebensdauer [H] (10000.0 h)

F1%	F2%	H1%	H2%
0.00	0.0000	0.0000	0.0000

Bemerkungen:

- Angaben mit [e/i] bedeuten: Maximal- [e] und Minimalwert [i] bei

Berücksichtigung aller Toleranzen

Angaben mit [..m] bedeuten: Mittelwert in der Toleranz

- Beim Flankenspiel werden die Achsabstandstoleranzen und die Zahndickenabmasse berücksichtigt.

Angegeben wird das maximale und das minimale Spiel entsprechend den grössten, beziehungsweise kleinsten Abmassen.

Die Berechnung erfolgt für den Wälzkreis.

- Details zur Rechenmethode:

cy nach Methode B

Kv nach Methode B

KH β und KF β nach Methode C

KHa, KF α nach Methode B

Ende Protokoll

Zeilen: 620
