

Flankendurchmesser / Zweikugelverfahren

Autor: Fritz Schwingenschlögl (Fachhochschule Ulm)

Hilfsmittel: Abbe waagrecht (Ident.Nr. 300.01) / zwei Meßkimmen / Endmaßsatz Gen 0 / Schwimmtisch mit Höheneinstellung

Meßprinzip: Zuerst wird das Normalmaß mit einer Endmaßkombination und den angesprengten Kimmenendmaßen gebildet. Dabei müssen die Kimmen den gleichen Flankenwinkel aufweisen, wie der Prüfling. Anschließend wird an zwei gegenüberliegenden Flanken das Prüfmaß M_o ermittelt. Dazu muß der Größtwert gesucht werden. Das Prüfmaß gestattet die Berechnung des Flankendurchmessers d_2 .

Unsicherheitsquellen basierend auf

Normal : nicht korrigierte system. Komponente und Unsicherheit der Endmaße / Kimmenkonstante

Verfahren : Suchen des Größtmaßes / Umrechnung mit Unsicherheit Steigung, Teilflankenwinkel, Meßkugeldurchmesser

Meßgerät : Abweichung des Maßstabes / Temperaturabweichungen vom Bezug / Meßkraft

Bsp : Werkstattblatt 667 - Verfahren der Gewindeprüfung

Modellgleichung:

$$D_2 = (A_p - A_e) + d_{2s} - M_o + (E + k_3);$$

$$d_{2s} = M - 0.64952 \cdot p_s;$$

$$M_o = d_{2s} + M_3;$$

$$M_3 = (p/2) \cdot \cot(\alpha) + M_2;$$

$$M_2 = (\sqrt{p/8}) \cdot (1/k_2);$$

$$k_2 = d_{2s} + (p/2) \cdot \cot(\alpha) - (dk/(\sin(\alpha)));$$

Liste der Größen:

Größe	Einheit	Definition
D_2	mm	Ergebnis
A_p	mm	Prüfmaß am Prüfling
A_e	mm	Prüfmaß am Kimmennormal
d_{2s}	mm	theoretischer Flankendurchmesser nach DIN
M_o	mm	Rechengröße
E	mm	Endmaßlänge am Kimmennormal
k_3	mm	Kimmenkonstante a+b
M	mm	Nenndurchmesser des Gewindes
p_s	mm	Nominalsteigung des Gewindes
M_3		
p	mm	Iststeigung
α	rad	Teilflankenwinkel des Prüflings
M_2		
k_2	mm	Zwischenergebnis
dk	mm	Kugeldurchmesser der Tastelemente

Ap: Typ B Rechteckverteilung
 Wert: 8.4278 mm
 Halbbreite der Grenzen: 0.002 mm

Ae: Typ B Rechteckverteilung
 Wert: 11.9452 mm
 Halbbreite der Grenzen: 0.002 mm

d_{2s}: Zwischenergebnis

Der theoretische Flankendurchmesser wird nach DIN 13-1 / 12.1986 berechnet

E: Typ B Rechteckverteilung
 Wert: 20 mm
 Halbbreite der Grenzen: 0.00014 mm

Endmaß der Gen 0

k3: Typ B Rechteckverteilung
 Wert: 6.1612 mm
 Halbbreite der Grenzen: 0.0025 mm

Laut ZEISS - Prüfzeugnis

M: Konstante
 Wert: 22 mm

ps: Konstante
 Wert: 2.5 mm

p: Typ B Rechteckverteilung
 Wert: 2.5 mm
 Halbbreite der Grenzen: 0.0025 mm

Herstelltoleranz für Gewindelehrhinge 5 µm

alpha: Typ B Rechteckverteilung
 Wert: 0.5235987 rad
 Halbbreite der Grenzen: 0.0026179 rad

Umrechnung von Altgrad in Radianen $1^\circ = \text{Phi}/180 = 0.01745329$ $1' = \text{Phi} / (180 \cdot 60) = 0.0002908882$ $1'' = \text{Phi} / (180 \cdot 3600) = 0.000004848$

Herstelltoleranz $9' = 0.000290882 \cdot 9 \text{ rad} = 0.0026179 \text{ rad}$

dk: Typ B Rechteckverteilung
 Wert: 1.35 mm
 Halbbreite der Grenzen: 0.001 mm

Kugeldurchmesser der Meßbügel

Zwischenergebnisse:

Größe	Wert	Std.-Mess-unsicherheit
Mo	22.580639 mm	$7.666 \cdot 10^{-3}$ mm
M3	2.204439	$7.666 \cdot 10^{-3}$
M2	0.03937501	$43.06 \cdot 10^{-6}$
k2	19.841264 mm	$1.771 \cdot 10^{-3}$ mm

Messunsicherheits-Budgets:

D2: Ergebnis

Größe	Wert	Std.-Mess-unsicherheit	Verteilung	Sensitivitätskoeffizient	Unsicherheitsbeitrag	Index
Ap	8.427800 mm	$1.155 \cdot 10^{-3}$ mm	Rechteck	1.0	$1.2 \cdot 10^{-3}$ mm	2.1 %
Ae	11.945200 mm	$1.155 \cdot 10^{-3}$ mm	Rechteck	-1.0	$-1.2 \cdot 10^{-3}$ mm	2.1 %
d _{2s}	20.3762 mm	0.0 mm				
Mo	22.580639 mm	$7.666 \cdot 10^{-3}$ mm				
E	20.00000000 mm	$80.83 \cdot 10^{-6}$ mm	Rechteck	1.0	$81 \cdot 10^{-6}$ mm	0.0 %
k3	6.161200 mm	$1.443 \cdot 10^{-3}$ mm	Rechteck	1.0	$1.4 \cdot 10^{-3}$ mm	3.3 %
M	22.0 mm					
ps	2.5 mm					
M3	2.204439	$7.666 \cdot 10^{-3}$				
p	2.500000 mm	$1.443 \cdot 10^{-3}$ mm	Rechteck	-0.90	$-1.3 \cdot 10^{-3}$ mm	2.6 %
alpha	0.523599 rad	$1.511 \cdot 10^{-3}$ rad	Rechteck	5.0	$7.6 \cdot 10^{-3}$ mm	89.9 %
M2	0.03937501	$43.06 \cdot 10^{-6}$				
k2	19.841264 mm	$1.771 \cdot 10^{-3}$ mm				
dk	1.3500000 mm	$577.4 \cdot 10^{-6}$ mm	Rechteck	$-4.0 \cdot 10^{-3}$	$-2.3 \cdot 10^{-6}$ mm	0.0 %
D2	20.439361 mm	$7.970 \cdot 10^{-3}$ mm				

Ergebnisse:

Größe	Wert	Erw.-Mess-unsicherheit	Erweiterungsfaktor	Überdeckungswahrscheinlichkeit
D2	20.439 mm	0.016 mm	2.00	95% (t-Tabelle 95.45%)