

Ermittlung des Drehmoments

Das Drehmoment für die Umwandlung einer Rotationsbewegung des Kugelgewindetriebs in eine Linearbewegung wird mit folgender Formel (43) ermittelt:

[Bei konstanter Geschwindigkeit]

$$T_t = T_1 + T_2 + T_4 \dots\dots\dots(43)$$

- T_1 : Drehmoment für konstante Geschwindigkeit (Nmm)
 T_1 : Reibmoment durch externe Belastung (Nmm)
 T_2 : Vorspannmoment des Kugelgewindetriebs (Nmm)
 T_4 : Andere Momente (Nmm)
 (Reibmoment des Stützlagers und der Öldichtung)

[Während der Beschleunigung]

$$T_K = T_t + T_3 \dots\dots\dots(44)$$

- T_K : Drehmoment bei Beschleunigung (Nmm)
 T_3 : Beschleunigungsmoment (Nmm)

[Während der Verzögerung]

$$T_g = T_t - T_3 \dots\dots\dots(45)$$

- T_g : Drehmoment bei Verzögerung (Nmm)


Reibmoment durch externe Belastung

Das Drehmoment des Kugelgewindetriebes zur Überwindung der externen Belastung und des Verschiebewiderstandes des Führungssystems wird mit folgender Formel (46) ermittelt:

$$T_1 = \frac{F_a \cdot Ph}{2\pi \cdot \eta} \cdot i \dots\dots\dots(46)$$

- T_1 : Reibmoment durch externe Belastung (Nmm)
 F_a : Axialbelastung (N)
 Ph : Spindelsteigung (mm)
 η : Wirkungsgrad Kugelgewindetrieb (0,9 bis 0,95)
 i : Untersetzungsverhältnis

Drehmoment durch Vorspannung des Kugelgewindetriebs

Siehe auch das Kapitel "Vorspannmoment" auf  15-28.

$$T_2 = T_d \cdot i \quad \dots\dots\dots(47)$$

T_2 : Vorspannmoment des Kugelgewindetriebs inkl. Untersetzungsverhältnis(Nmm)

T_d : Vorspannmoment des Kugelgewindetriebs(Nmm)

i : Untersetzungsverhältnis

Drehmoment für Beschleunigung

$$T_3 = J \times \omega' \times 10^3 \dots\dots\dots(48)$$

T_3 : Drehmoment für Beschleunigung (Nmm)

J : Massenträgheitsmoment ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)

ω' : Winkelbeschleunigung (rad/s^2)

$$J = m \left(\frac{Ph}{2\pi} \right)^2 \cdot i^2 \cdot 10^{-6} + J_s \cdot i^2 + J_A \cdot i^2 + J_B$$

m : Werkstückgewicht (kg)

Ph : Spindelsteigung (mm)

J_s : Spindel-Trägheitsmoment ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
 (siehe Maßtabellen der jeweiligen Baugrößen)

i : Untersetzungsverhältnis

J_A : Massenträgheitsmoment des Getriebes und anderer Spindel-Anschlusssteile ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)

J_B : Massenträgheitsmoment des Getriebes und anderer Motor-Anschlusssteile ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)

$$\omega' = \frac{2\pi \cdot Nm}{60t}$$

Nm : Motordrehzahl (min^{-1})

t : Beschleunigungszeit (s)

[Referenz] Massenträgheitsmoment eines runden Objekts

$$J = \frac{m \cdot d^2}{8 \cdot 10^6}$$

J : Massenträgheitsmoment ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)

m : Masse eines runden Objekts (kg)

d : Spindelaußendurchmesser (mm)

Untersuchen der Zugfestigkeit von Gewindespindeln

Die Spindelfestigkeit ist ein wichtiger Faktor, da die Spindel in einem Kugelgewindetrieb bei Drehmomenteinwirkung sowohl Dreh- als auch Biegekräften ausgesetzt ist.

[Gewindespindel unter Drehbelastung]

Wenn eine Drehkraft auf das Ende der Kugelgewindetriebsspindel einwirkt, kann der Enddurchmesser der Gewindespindel mit Formel (49) berechnet werden.

$$T = \tau_a \cdot Z_P \quad \text{und} \quad Z_P = \frac{T}{\tau_a} \quad \dots\dots(49)$$

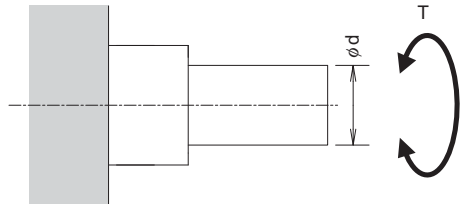
T : Maximales Torsionsmoment (Nmm)

τ_a : Zulässige Torsionsspannung der Gewindespindel (49 N/mm²)

Z_P : polares Widerstandsmoment (mm³)

$$Z_P = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

T: Torsionsmoment



[Gewindespindel unter Biegebelastung]

Wenn eine Biegekraft auf das Ende der Kugelgewindetriebsspindel einwirkt, kann der Enddurchmesser der Gewindespindel mit Formel (50) berechnet werden.

$$M = \sigma \cdot Z \quad \text{und} \quad Z = \frac{M}{\sigma} \quad \dots\dots(50)$$

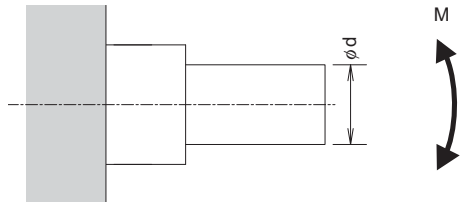
M : Max. Biegemoment (Nmm)

σ : Zulässige Biegespannung der Gewindespindel (98 N/mm²)

Z : Widerstandsmoment (mm³)

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

M: Biegemoment



[Wenn sowohl eine Dreh- als auch eine Biegekraft auf die Spindel einwirkt]

Wenn gleichzeitig eine Dreh- und eine Biegekraft auf das Ende der Kugelgewindespindel einwirken, ist der Durchmesser der Gewindespindel für beide Kräfte unter Berücksichtigung des betreffenden Biegemoments (M_e) und des betreffenden Drehmoments (T_e) separat zu berechnen. Danach wird die Dicke der Gewindespindel anhand des größten der ermittelten Werte berechnet.

Äquivalentes Biegemoment

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = \frac{M}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \right\}$$

$$M_e = \sigma \cdot Z$$

Äquivalentes Torsionsmoment

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = M \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2}$$

$$T_e = \tau_a \cdot Z_P$$