Ermittlung des Drehmoments

Das Drehmoment zur Umwandlung einer Rotationsbewegung des Kugelgewindetriebs in eine Linearbewegung wird mit folgender Formel (45) ermittelt:

[Bei konstanter Geschwindigkeit]

$$T_t = (T_1 + T_2 + T_4) \cdot A \quad \cdots\cdots\cdots(45)$$

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

[Während der Beschleunigung]

$$T_K = T_t + T_3 \quad \cdots\cdots\cdots(46)$$

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

[Während der Verzögerung]

$$T_g = T_t - T_3 \quad \cdots\cdots\cdots(47)$$

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 (48) ermittelt:

$$T_1 = \frac{Fa \cdot Ph}{2\pi \cdot \eta} \quad \cdots\cdots\cdots(48)$$

T_1	: Reibmoment durch externe Belastung	(Nmm)
Fa	: Belastung	(N)
Ph	: Spindelsteigung	(mm)
η	: Wirkungsgrad Kugelgewindetrieb (0,9 bis 0,95)	

Drehmoment durch Vorspannung des Kugelgewindetriebs

Siehe auch das Kapitel "Vorspannmoment" auf A15-22.

Drehmoment für Beschleunigung

$$T_3 = J \times \omega' \times 10^3 \quad \cdots\cdots(49)$$

T_3 : Drehmoment für Beschleunigung (Nmm)
J : Massenträgheitsmoment ($kg \cdot m^2$)
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 ($kg \cdot m^2$)
(siehe Maßtabellen der jeweiligen Baugrößen)
i : Untersetzungsverhältnis
J_A : Massenträgheitsmoment des Getriebes und anderer Spindel-Anschlussteile ($kg \cdot m^2$)
J_B : Flächenträgheitsmoment des Getriebes und anderer Motor-Anschlussteile ($kg \cdot m^2$)

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

Nm : Motordrehzahl (min^{-1})
t : Beschleunigungszeit (s)

[Referenz] Massenträgheitsmoment eines runden Objekts

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

J : Massenträgheitsmoment ($kg \cdot m^2$)
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.

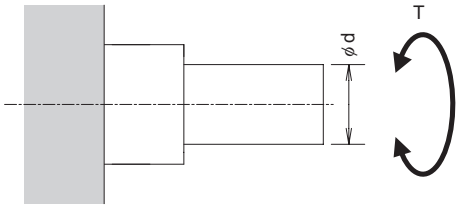
[Gewindespindel unter Drehbelastung]
Wenn eine Drehkraft auf das Ende der Kugelgewindetriebspindel einwirkt, kann der Enddurchmesser der Gewindespindel mit Formel (50) berechnet werden.

$$T = \tau_a \cdot Z_P \text{ und } Z_P = \frac{T}{\tau_a} \quad \cdots\cdots(50)$$

T : Maximales Torsionsmoment (Nmm)
τ_a : Zulässige Torsionsspannung der Gewindespindel (49 N/mm^2)
Z_P : polares Widerstandsmoment (mm^3)

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

T: Torsionsmoment



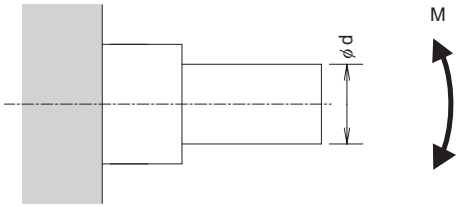
[Gewindespindel unter Biegebelastung]
Wenn eine Biegekraft auf das Ende der Kugelgewindetriebspindel einwirkt, kann der Enddurchmesser der Gewindespindel mit Formel (51) berechnet werden.

$$M = \sigma \cdot Z \text{ und } Z = \frac{M}{\sigma} \quad \cdots\cdots(51)$$

M : Max. Biegemoment (Nmm)
σ : Zulässige Biegespannung der Gewindespindel (98 N/mm^2)
Z : Widerstandsmoment (mm^3)

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

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

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

$T_e = \tau_a \cdot Z_P$