

4.4 Kupplungen

Formschlüssige Kupplungen

Der Festigkeitsnachweis bei formschlüssigen Kupplungen wird nach den Regeln der formschlüssigen Verbindungselemente durchgeführt. Hauptauslegungskriterien sind Flächenpressung und Scherspannung (z.B. Bolzen- und Stiftverbindungen).

Kraftschlüssige Schaltkupplungen (Reibungskupplungen)

1. Übertragbares Drehmoment

Näherungsrechnung: $T_R = n \cdot \mu \cdot F_N \cdot r_m$

Genaue Rechnung: $T_R = n \cdot \frac{2 \cdot \mu \cdot F_N}{r_a^2 - r_i^2} \cdot \int_{r_i}^{r_a} r^2 \cdot dr$

Für Lamellenkupplungen gilt: $n = n_I + n_A - 1$

T_R : Reibmoment
 F_N : Normalkraft
 n : Anzahl der Reibflächen
 n_I : Anzahl Innenlamellen
 n_A : Anzahl Außenlamellen
 μ : Reibkoeffizient
 r_m : mittlere Reibradius
 r_i : innere Reibradius
 r_a : äußere Reibradius

2. Schaltvorgang

Annahme: konstante Motordrehzahl ($\omega_{10} = \omega_1$)
 konstante Beschleunigung

Beschleunigungsmoment: $T_a = \frac{\Theta}{t_R} \cdot (\omega_{10} - \omega_{20})$

Kupplungsmoment: $T_R = T_{KS} = T_a + T_L \leq T_{KNS}$

Rutschzeit: $t_R = \frac{\Theta}{T_{KNS} - T_L} \cdot (\omega_{10} - \omega_{20})$

T_{KS} : schaltbare Kupplungsmoment
 T_{KNS} : schaltbare Kupplungsnennmoment (Herstellerangabe)
 T_L : Lastmoment
 Θ : zu beschleunigende Massenträgheitsmomente
 ω_{10} : Anfangswinkelgeschwindigkeit des Motors
 ω_{20} : Anfangswinkelgeschwindigkeit der Arbeitsmaschine

3. Energieübertragung

Arbeitsaufwand auf der treibenden Seite (Motor):

$$W_1 = T_{KNS} \int_0^{t_R} \omega_1 \cdot dt = T_{KNS} \cdot \omega_1 \cdot t_R$$

Arbeitsaufwand auf der getriebenen Seite (Arbeitsmaschine):

$$W_2 = T_{KNS} \int_0^{t_R} \omega_{2(t)} \cdot dt = T_{KNS} \cdot \frac{\omega_1}{2} \cdot t_R$$

Reibarbeit:

$$W_R = \frac{1}{2} T_{KNS} \cdot \omega_1 \cdot t_R$$

Reibarbeit pro Stunde:

$$W_h = z_h \cdot W_R \leq W_{h,zul}$$

z_h : Anzahl der Schaltungen pro Stunde
 $W_{h,zul}$: zulässige Schaltarbeit (Herstellerangabe)