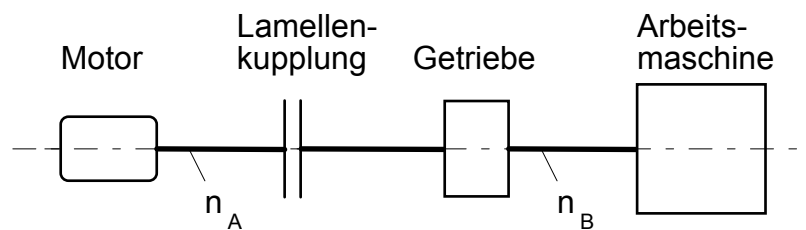


WS 92/93

8 Punkte

Die skizzierte Arbeitsmaschine wird von einem Elektromotor A angetrieben, der mit der konstanten Drehzahl $n_A=750\text{U/min}$ läuft. Die Arbeitsmaschine B wird jeweils aus dem Ruhezustand auf $n_B=0.25 \cdot n_A$ beschleunigt (Getriebeübersetzung 1:4). Das drehzahl-unabhängige Lastmoment der Arbeitsmaschine beträgt $T_B=1.400\text{ Nm}$. Das Massenträgheitsmoment der Arbeitsmaschine ist $J_B=12\text{ kgm}^2$. Das von der Lamellenkupplung übertragbare Moment beträgt $T_{KNS}=500\text{ Nm}$. Massenträgheit von Kupplung und Getriebe sowie Verluste von Getriebe und Lagern können vernachlässigt werden.

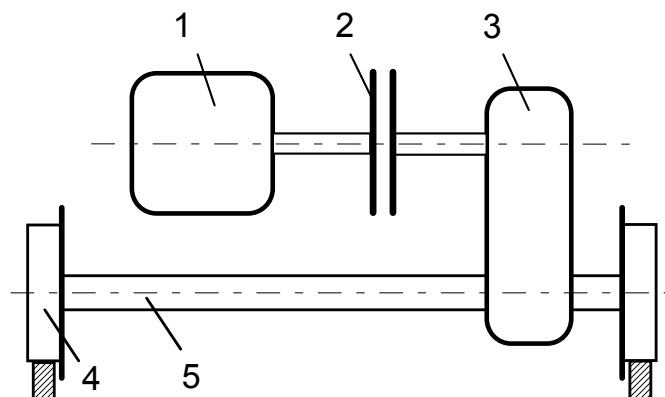


1. Welche Beschleunigungszeit erfordert der Hochlauf-Vorgang ?
2. Wie viel Hochlaufvorgänge pro Stunde sind möglich, wenn die zulässige mittlere Wärmemenge in der Kupplung 1000 kJ/Stunde beträgt ?
3. Wie groß ist bei der unter 2. genannten Wärmeentwicklung die erforderliche Kühlfläche A, wenn diese bei Konvektionskühlung maximal $\Delta\delta=50\text{ K}$ wärmer als die Umgebungsluft sein darf (Wärmeübergangszahl: $\alpha=20\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) ? Hinweis: Für den Wärmeübergang W gilt: $W = \alpha \cdot A \cdot \Delta\delta$.

WS 94/95

16 Punkte

Ein Elektro-Motor (1) treibt über eine Lamellen-Kupplung (2) und ein Getriebe (3) ein schienengebundenes Transportfahrzeug an. Der Motor läuft mit der konstant anzunehmenden Drehzahl $n=740\text{ U/min}$. Die Gesamtmasse des Fahrzeugs beträgt $m_1=3,6\text{ t}$. Die Massenträgheitsmomente aller Räder (4) betragen zusammen mit der Welle bzw.



Achse $J_{rad}=16\text{ kgm}^2$. Die Räder haben den Durchmesser $D_{rad}=480\text{ mm}$. Der geschwindigkeitsunabhängige Fahrwiderstand des Fahrzeugs beträgt $F_W=1,5\text{ kN}$. Das von der Lamellen-Kupplung während des Schaltvorganges übertragene Moment beträgt $T_{KNS}=150\text{ Nm}$. Nach Abschluss des Schaltvorganges fährt das Fahrzeug mit der Geschwindigkeit $v_1=2,4\text{ m/s}$. Massenträgheitsmomente von Kupplung und Getriebe sowie Verluste von Getriebe und Lagern können vernachlässigt werden.

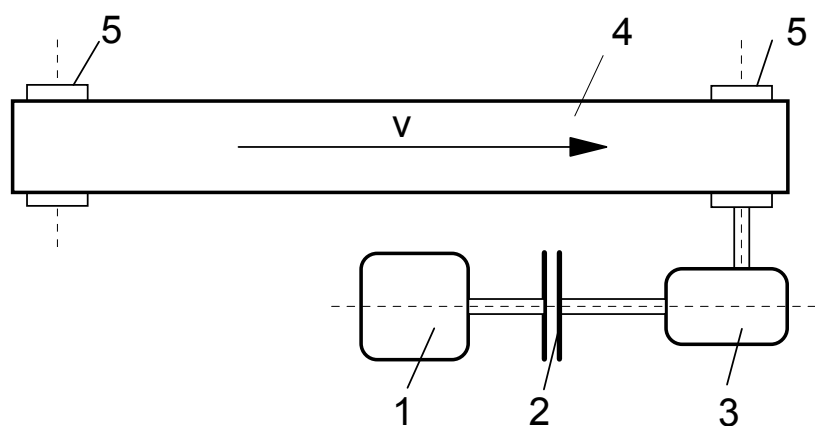
1. Welche Übersetzung i hat das Getriebe ?

2. Wie groß ist die Rutschzeit der Kupplung, wenn das zunächst ruhende Fahrzeug auf die Geschwindigkeit $v_1 = 2,4 \text{ m/s}$ beschleunigt wird ?
3. Welche Leistung würde in der Kupplung in Wärme umgesetzt, wenn die Kupplung auch bei konstanter Fahrgeschwindigkeit noch etwas rutschen würde (Eingangsdrehzahl: 750 U/min , Ausgangsdrehzahl: 740 U/min , Eingangsmoment=Ausgangsmoment= 150 Nm) ?
4. Warum ist es auch bei einem nicht schaltbaren Getriebe normalerweise sinnvoll, die Kupplung zwischen Motor und Getriebe und nicht zwischen Getriebe und Antriebswelle vorzusehen ?

SS 2002

15 Punkte

Ein Drehstrommotor (1) treibt über eine schaltbare Lamellenkupplung (2) und ein Getriebe (3) ein Förderband (4) - dargestellt in der Draufsicht - an. Der Motor läuft mit der konstant anzunehmenden Drehzahl $n = 700 \text{ U/min}$. Die Gesamtmasse von Fördergut und Fördergurt beträgt 12 t . Die Massenträgheitsmomente der Umlenkrollen (5) betragen zusammen $J_U = 20 \text{ kgm}^2$. Der geschwindigkeitsunabhängige Fahrwiderstand des beladenen Gurtes beträgt $F_W = 2 \text{ kN}$ (greift am Gurt an). Die Fördergeschwindigkeit ist $v = 1,5 \text{ m/s}$. Die Getriebeübersetzung ist $i = 9,5:1$ (d.h. die Motordrehzahl wird reduziert). Das von der Lamellenkupplung übertragbare Moment beträgt $T_{KNS} = 150 \text{ Nm}$. Massenträgheitsmomente von Tragrollen, Kupplung und Getriebe sowie Verluste von Getriebe und Lagern können vernachlässigt werden.

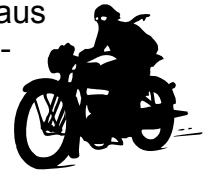


- a) Wie groß ist das auf die Kupplungswelle reduzierte Trägheitsmoment der Last J_L ?
- b) Welchen Durchmesser haben die Umlenkrollen, wenn der Fördergurt im eingekuppelten Zustand die Geschwindigkeit $v = 1,5 \text{ m/s}$ hat ? Hinweis: Für Winkelgesch. ω , Radius r und Tangentialgeschw. v gilt: $v = \omega \cdot r$.
- c) Wie groß ist das auf die Kupplungswelle bezogene Lastmoment ?
- d) Wie groß ist die Rutschzeit der Kupplung, wenn das zunächst ruhende Förderband auf die Geschwindigkeit $v = 1,5 \text{ m/s}$ beschleunigt wird ?
- e) Welche Energie wird in der Kupplung pro Schaltvorgang in Wärme umgesetzt ?
- f) Skizzieren Sie eine einfache Lamellenkupplung und erläutern Sie die Funktion mit kurzem Text.

SS 2003

16 Punkte

Ein Motorrad vom Typ Suzuki GSF 1200 wird bei einem „Kavalierstart“ aus dem Stand in 1,7 Sekunden auf eine Geschwindigkeit von $v=50$ km/h beschleunigt, ohne dass das Vorderrad dabei abhebt. Der Kupplungs-Vorgang ist bei 50 km/h abgeschlossen und der Motor hat dann im ersten Gang eine Drehzahl von $n_M=4750$ U/min. Die Gesamtmasse von Motorrad und Fahrer beträgt $m=320$ kg. Die Räder haben jeweils einen Außendurchmesser von $d_{\text{Rad}}=620$ mm. Das Hinterrad hat das Massenträgheitsmoment $J_H=0,77$ kgm² und das Vorderrad $J_V=0,58$ kgm². Der als konstant anzusehende Fahrwiderstand beträgt $F_W=150$ N.



Es darf angenommen werden, dass während des Kupplungs-Vorgangs sowohl die Motordrehzahl als auch das abgegebene Motor-Moment T_M konstant bleiben. Alle weiteren Massenträgheitsmomente und weitere Verluste können vernachlässigt werden.

- g) Wie groß ist die Gesamtübersetzung $i_1 = \omega_{\text{Motor}}/\omega_{\text{Rad}}$ im ersten Gang ? Hinweis: Für Winkelgesch. ω , Radius r und Tangentialgeschw. v gilt: $v = \omega \cdot r$.
- h) Wie groß sind das auf die Kupplungswelle reduzierte Massenträgheitsmoment J_{red} und das Lastmoment T_L ?
- i) Wie groß ist das abgegebene Motor-Moment T_M ?
- j) Wie viel Energie wird eingespart, wenn der Anfahr-Vorgang bei gleichem Motor-Moment T_M aber bei halbiertem Motordrehzahl ($n_M=2375$ U/min) durchgeführt wird und dadurch bereits bei einer Geschwindigkeit von 25 km/h abgeschlossen ist ? Hinweis: Vergleichen Sie hierzu die jeweiligen Schaltarbeiten.
- k) Wie viele Minuten kann eine Energiesparlampe (Leistungsaufnahme: 12 Watt) mit der oben berechneten eingesparten Energie betrieben werden, wenn berücksichtigt wird, dass die elektrische Energie mit einem Wirkungsgrad von $\eta=40$ % erzeugt wird ?

WS 04/05

18 Punkte

Der 1,2-Liter Motor im Opel Corsa entwickelt sein maximales Drehmoment von 110 Nm bei einer Drehzahl von 4000 U/min. Bei dieser Drehzahl fährt der Wagen im ersten Gang mit einer Geschwindigkeit von 32 km/h. Das Auto hat im beladenen Zustand eine Masse von 1450 kg. Die Räder haben einen Durchmesser von 0,56 m und das Massenträgheitsmoment $J_{\text{RAD}}=0,55$ kgm² (pro Rad). Der als konstant anzusehende Fahrwiderstand betrage $F_W=250$ N.

Es darf angenommen werden, dass während des Kupplungs-Vorgangs sowohl die Motordrehzahl als auch das abgegebene Motor-Moment T_M konstant bleiben. Alle weiteren Massenträgheitsmomente und weitere Verluste können vernachlässigt werden.



- Wie groß sind das auf die Kupplungswelle reduzierte Massenträgheitsmoment J_{red} und das Lastmoment T_L ?
- Wie groß ist die Rutschzeit der Kupplung, wenn der Wagen in der Ebene aus dem Stand mit maximalem Motor-Moment beschleunigt wird und der Kupplungs-Vorgang bei der Geschwindigkeit 32 km/h abgeschlossen ist ?
- Wie groß ist die maximale Steigung (angegeben in Grad), an der der Wagen gerade noch (mit max. Drehmoment) im ersten Gang anfahren kann ?
- Nennen Sie mehrere Punkte, bei denen ein realer Anfahr-Vorgang mit einem Auto von dem unter Punkt b) berechneten theoretischen Vorgang abweicht.

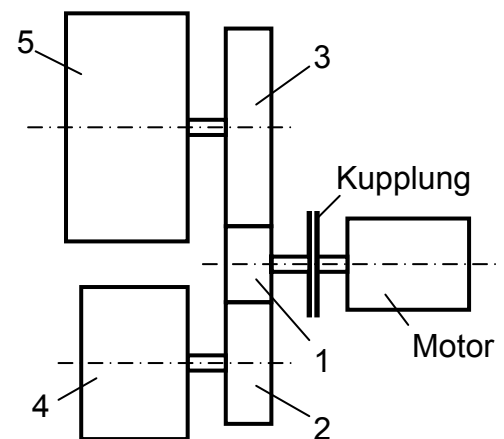
WS 06/07

17 Punkte

Ein Motor treibt über eine Kupplung die Zahnräder 1, 2 und 3 sowie die Misch-Trommeln 4 und 5 an. Der Motor läuft mit der konstanten Drehzahl 1500 U/min. Die Übersetzungen sind $n_1:n_2=1,6$ und $n_1:n_3=2,5$. Das schaltbare Nenn-Drehmoment der Kupplung beträgt $T_{\text{KNs}}=120$ Nm.

Die Massenträgheitsmomente haben folgende Werte: $J_1=0,01$ kgm², $J_2=0,05$ kgm², $J_3=0,08$ kgm², $J_4=0,42$ kgm² und $J_5=0,67$ kgm². Auf die Mischtrommeln wirken die konstanten Bremsmomente $T_4=70$ Nm und $T_5=110$ Nm.

Alle weiteren Massenträgheitsmomente und weitere Verluste können vernachlässigt werden.



- Wie groß sind das auf die Kupplungswelle reduzierte Massenträgheitsmoment J_{red} und das Lastmoment T_L ?
- Wie groß ist die Rutschzeit der Kupplung, wenn die Misch-Trommeln aus dem Stillstand beschleunigt werden ?
- Wie viel Wärme entsteht bei einem einmaligen Schaltvorgang ?
- Wie groß darf das Bremsmoment T_5 maximal werden, damit die Trommeln gerade noch beschleunigt werden können (T_4 bleibt konstant) ?

Lösungs-Vorschläge

WS 92/93:

1. $t = 0,39 \text{ s}$
2. $n = 130/\text{h}$
3. $A = 0,278 \text{ m}^2$

WS 94/95:

1. $l = 7,75$
2. $t = 2,78 \text{ s}$
3. $P = 157 \text{ W}$
4. Vor dem Getriebe sind die Drehmomente normalerweise kleiner

SS 2002:

- a) $J_L = 5,25 \text{ kgm}^2$
- b) $d = 0,389 \text{ m}$
- c) $T_L = 40,9 \text{ Nm}$
- d) $t_R = 3,53 \text{ s}$
- e) $W = 19,4 \text{ kJ}$
- f) siehe z.B. Roloff/Matek

SS 2003:

- a) $i_1 = 11,1$
- b) $J_{\text{red}} = 0,26 \text{ kgm}^2$; $T_L = 4,19 \text{ Nm}$
- c) $T_M = 80,4 \text{ Nm}$
- d) $\Delta W = 25,5 \text{ kJ}$
- e) $t = 14,2 \text{ min}$

WS 04/05:

- a) $J_{\text{red}} = 0,666 \text{ kgm}^2$; $T_L = 5,31 \text{ Nm}$
- b) $t_R = 2,66 \text{ s}$
- c) $\alpha = 20,3^\circ$
- d) Motor-Drehzahl und –Moment sowie Fahrwiderstand sind nicht konstant; Verluste und Massenträgheitsmomente im Antriebsstrang

WS 06/07:

- a) $T_L = 87,8 \text{ Nm}$
- b) $t_R = 1,53 \text{ s}$
- c) $\Delta W = 14,4 \text{ kJ}$
- d) $T_{5\text{max}} = 191 \text{ Nm}$