

Klausur	Name:	_____
Maschinenelemente 3	Vorname:	_____
WS 04/05	Matrikel:	_____
Prof. Dr.-Ing. C. Friebel	Punkte:	+ + + + = Note:

Allgemeine Hinweise zur Klausur

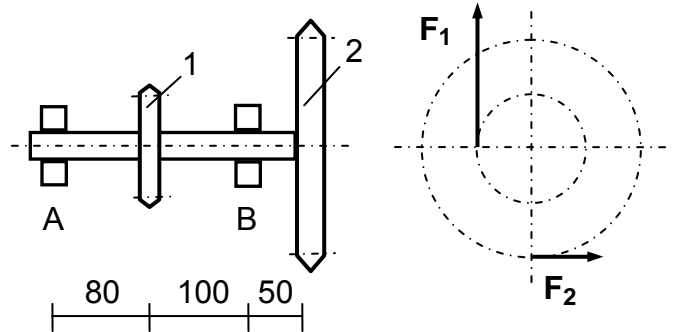
- Geben Sie die ausgefüllten Aufgabenblätter bitte mit ab!
- Versehen Sie jedes Blatt mit Namen und Matrikel-Nr.
- Beginnen Sie eine neue Aufgabe stets auf einem neuen Blatt!
- Beschreiben Sie die Blätter nur einseitig; verwenden Sie keine rote Farbe!
- Als Hilfsmittel sind "ROLOFF/MATEK", Vorlesungsmitschriften, Firmen-Kataloge usw. zugelassen.
- Maschinenelemente- und Mechanik-Software ist nicht zugelassen!
- Alle Sicherheits-, Betriebs- oder Anwendungsfaktoren, auf die in der Aufgabenstellung nicht ausdrücklich hingewiesen wird, können mit dem Wert 1,0 angesetzt werden.

Aufgabe 1

WS 04/05

22 Punkte

Die dargestellte Kettenrad-Welle läuft mit der konstanten Drehzahl $n=850 \text{ U/min}$ und ist mit einem Rillenkugellager A und einem Zylinderrollenlager B gelagert. Auf die skizzierten Kettenräder 1 und 2 wirken die Kräfte $F_1=8 \text{ kN}$ und $F_2=4 \text{ kN}$.



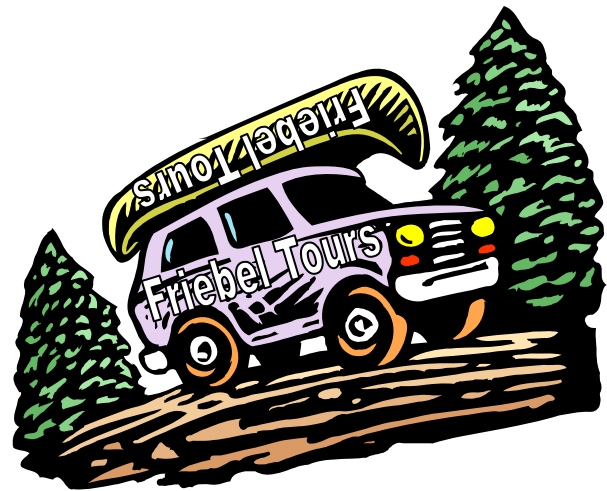
- Bestimmen Sie die resultierenden Lagerkräfte F_A und F_B .
- Welche dynamischen Tragzahlen müssen die Lager A und B haben, damit eine Lebensdauer von 2400 Stunden erreicht wird ?
- Wie sind die Innen- und Außenringe der Lager A und B auf der Welle und im Gehäuse zu lagern, wenn das Zylinderrollenlager die Bauart N hat? Skizzieren Sie dafür eine Ihnen sinnvoll erscheinende Lagerung. Hinweis: Bitte fertigen Sie eine möglichst große Skizze an (etwa eine halbe A4-Seite).
- Wie ändert sich die Lebensdauer der Wälzlager qualitativ, wenn hohe Lager-Temperaturen (z.B. 200°C) auftreten? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 2

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 $J_{\text{RAD}}=0,55 \text{ kgm}^2$ (pro Rad). Der als konstant anzusehende Fahrwiderstand betrage $F_W=250\text{N}$.



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

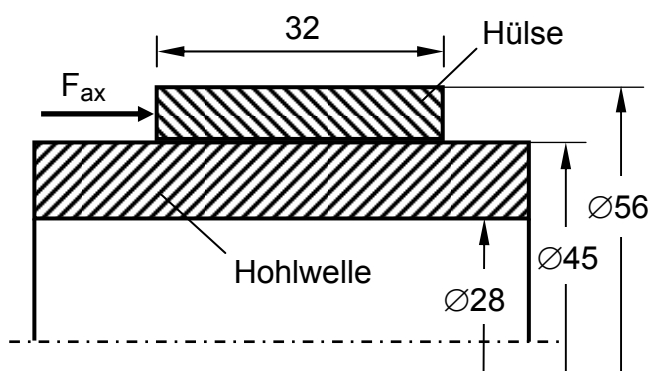
- Wie groß sind das auf die Kupplungswelle reduzierte Massenträgheitsmoment J_{red} und das Lastmoment T_L ?
- Wie groß ist die Rutschzeit der Kupplung, wenn der Wagen in der Ebene aus dem Stand mit maximalem Motor-Moment beschleunigt wird und der Kupplungs-Vorgang bei der Geschwindigkeit 32 km/h abgeschlossen 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.

Aufgabe 3

WS 04/05

23 Punkte

Auf eine Hohlwelle (Stahl, Außendurchmesser: 45_{z6} , Rauhtiefe außen: $R_z=6$) ist eine Hülse (Stahl, Innendurchmesser: 45^{E7} , Rauhtiefe innen: $R_z=10$) kalt aufgespritzt worden. Der Haftbeiwert ist $\mu = 0,12$ und die Querdehnzahl für beide Werkstoffe ist $\nu=0,3$.



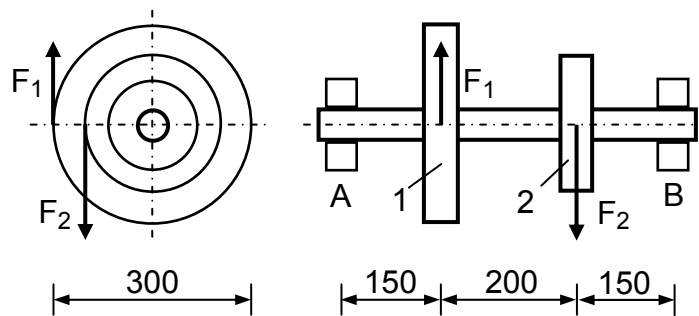
- Ermitteln Sie das obere und das untere Abmaß für die Hohlwelle und für die Hülse.
- Wie groß ist die minimale (unteres Übermaß) und die maximale (oberes Übermaß) Axialkraft, die ohne Rutschen zwischen Hülse und Welle übertragen werden kann ? (Haftsicherheit $S_H=1,0$ und Anwendungsfaktor $K_A=1,0$).
- Ändern sich die Axialkräfte, wenn die Hülse nicht kalt aufgespritzt wird, sondern vor dem Fügen erhitzt und anschließend abgekühlt wird? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 4

WS 04/05

21 Punkte

Zwei Riemenscheiben 1 und 2 sind wie dargestellt auf eine Welle aus Stahl (Biegezugfestigkeit $\sigma = 440 \text{ N/mm}^2$, Torsionsfestigkeit $\tau = 330 \text{ N/mm}^2$) montiert. Auf die Riemenscheiben wirken die Kräfte $F_1 = 3,0 \text{ kN}$ und $F_2 = 4,5 \text{ kN}$. Das Gewicht von Welle und Scheiben sowie die Breite von Scheiben und Lagern sind vernachlässigbar.



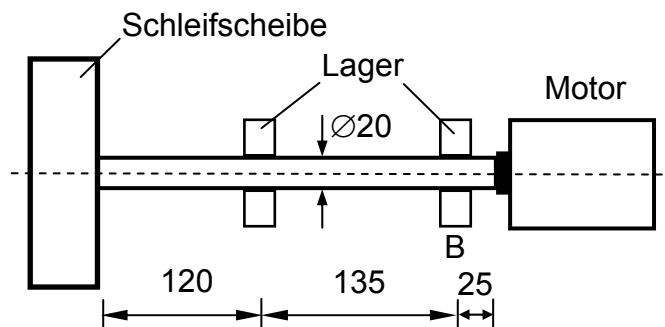
- Skizzieren Sie den Verlauf von Biege- und Torsionsmoment in der Welle und geben Sie die Maximalwerte an.
- Bestimmen Sie für die Mitte der Welle das Vergleichsmoment M_V und den erforderlichen Wellendurchmesser (exakte Berechnung, keine Überschlagsrechnung).
- Wie groß ist die Wellendurchbiegung an der Riemenscheibe 2, wenn ein Wellendurchmesser von $d = 36 \text{ mm}$ gewählt wird und wenn die Kraft F_1 vernachlässigt wird?
- Wird die unter c) berechnete Durchbiegung größer oder kleiner, wenn F_1 berücksichtigt wird? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 5

WS 04/05

13 Punkte

Die Skizze zeigt eine Schleifmaschine. Die Schleifscheibe hat die Masse $m = 9,5 \text{ kg}$ und das Massenträgheitsmoment $J_S = 0,024 \text{ kgm}^2$. Das Massenträgheitsmoment des Motors ist $J_M = 0,013 \text{ kgm}^2$. Die Antriebswelle (aus Stahl) hat den Durchmesser $d = 20 \text{ mm}$.



- Wie groß ist die torsionskritische Drehzahl? (Bitte in U/min angeben.)
- Wie groß ist die biegekritische Drehzahl (in U/min), wenn der Einfluss des Motors vernachlässigt und die Schleifscheibe als Punktmasse angesehen wird?
- Was ändert sich an den Biegeschwingungen, wenn die Schleifscheibe nicht mehr als Punktmasse, sondern als reale Scheibe angesehen wird? Bitte begründen Sie Ihre Antwort kurz.

Lösungsvorschläge

Aufgabe 1:

- a) $F_A = 4,58 \text{ kN}$; $F_B = 6,23 \text{ kN}$
- b) $C_A = 22,7 \text{ kN}$; $C_B = 26,3 \text{ kN}$
- c) Jeweils beide Innen- und Außenringe sind axial zu sichern
- d) Die Lebensdauer reduziert sich (s.a. Internet-Seiten der Hersteller)

Aufgabe 2:

- a) $J_{\text{red}} = 0,666 \text{ kgm}^2$; $T_L = 5,31 \text{ Nm}$
- b) $t_R = 0,266 \text{ s}$
- c) $\alpha = 20,3^\circ$
- d) Motor-Drehzahl und –Moment sowie Fahrwiderstand sind nicht konstant; Verluste und Massenträgheitsmomente im Antriebsstrang

Aufgabe 3:

- a) Welle: $45_{z6} \triangleq 45_{+136}^{+152}$; Hülse: $45^{E7} \triangleq 45_{+50}^{+75}$
- b) $F_{l,\text{min}} = 17,7 \text{ kN}$; $F_{l,\text{max}} = 32,7 \text{ kN}$
- c) Die übertragbaren Axialkräfte werden etwas größer, da keine oder zumindest geringere Glättung auftritt

Aufgabe 4:

- a) $M_{b,\text{max}} = 338 \text{ Nm}$; $T_{\text{max}} = 450 \text{ Nm}$
- b) $M_V = 320 \text{ Nm}$; $d > 19,5 \text{ mm}$
- c) $f_{F2} = 0,48 \text{ mm}$
- d) Die Durchbiegung wird kleiner, da F_1 und F_2 entgegengesetzt gerichtet sind.

Aufgabe 5:

- a) $n_k = 7.010 \text{ U/min}$
- b) $n_k = 3.600 \text{ U/min}$
- c) Es gibt einen zusätzlichen Freiheitsgrad mit zugehöriger Eigenfrequenz