

Teilprüfung zur Diplom-Vorprüfung im Fach
EINFÜHRUNG IN DIE FESTIGKEITSLEHRE
Prof. Dr. rer. nat. S. Schmauder
23.09.2002
Hilfsmittel: Ausgegebenes Formelblatt, Taschenrechner
Der im 1. Prüfungsteil aufgeführte Hinweis für Wiederholer gilt auch für diese Teilprüfung

Aufgabe 1

Eine polierte Antriebswelle aus C45 (siehe Bild 1: $D = 40 \text{ mm}$, $d = 35 \text{ mm}$ und $\rho = 5 \text{ mm}$) wird durch eine Zugkraft $F = 40000 \text{ N}$ und ein Torsionsmoment von $M_t = 1200 \text{ Nm}$ belastet. Zusätzlich ist an der Oberfläche des Querschnitts I-I mit einer Umfangsspannung $\sigma_u = 10 \text{ MPa}$ aufgrund der hohen Drehzahlen zu rechnen.

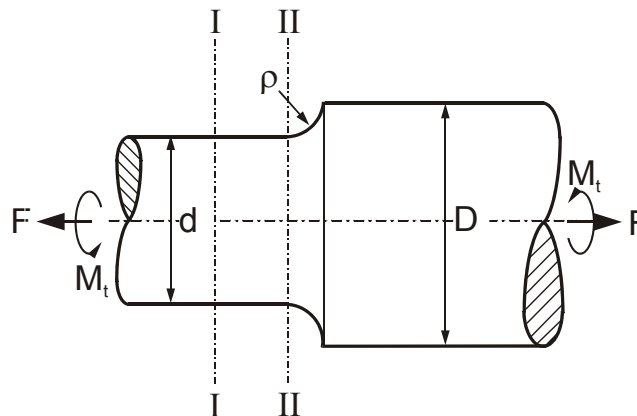


Bild 1: Antriebswelle aus C45.

- Berechnen Sie die axiale Zugspannung σ_a , die durch die Kraft F im Querschnitt I-I zustande kommt. Welche Schubspannung τ_t entsteht an der Oberfläche im Querschnitt I-I durch das Torsionsmoment M_t ?
- Konstruieren Sie mit Hilfe von σ_a , σ_u und τ_t den Mohrschen Spannungskreis für die Wellenoberfläche im Querschnitt I-I. Bestimmen Sie die drei Hauptspannungen.
- Überprüfen Sie, ob die Belastung in I-I mit Sicherheit ertragen werden kann. Ist die Sicherheit ausreichend, wenn die Welle durch eine falsche Wärmebehandlung bei unveränderter Zugfestigkeit vollständig versprödet?

Im Folgenden wird die umlaufende Welle ausschließlich auf Biegung belastet. Es wirkt folglich nur die wechselnde Biegespannung $\pm \sigma_b$.

- Wie groß darf das zugehörige Biegemoment M_b maximal sein, damit die Belastung im Querschnitt II-II mit Sicherheit ertragen werden kann?

C45: $R_e = 500 \text{ MPa}$; $R_m = 720 \text{ MPa}$; $E = 210000 \text{ MPa}$; $\mu = 0,3$; $A_5 = 13 \%$

Aufgabe 2

Ein Rohrstück aus dem Stahl S235 steht unter Innendruck p_i und ist mit einer axialen Zugkraft F belastet (siehe Bild 2). Auf der Außenoberfläche des Rohrstücks werden in Axial- und in Umfangsrichtung die Dehnungen $\varepsilon_a = 0,00054$ und $\varepsilon_u = 0,00042$ mit je einem Dehnmessstreifen gemessen.

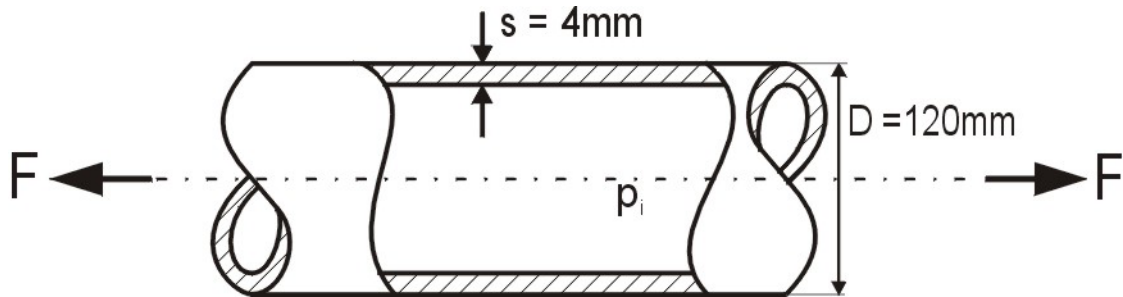


Bild 2: Rohrstück aus S235.

- Um welchen Betrag ΔD vergrößert sich der Durchmesser D ?
- Bestimmen Sie die Radial-, Umfangs- und Axialspannung an der Außenoberfläche und zeigen Sie, dass dort kein Fließen auftritt (Rechnung ohne Sicherheit).
- Bestimmen Sie näherungsweise den Innendruck p_i und die Axialkraft F des Rohres, wenn die Axialspannung mit $\sigma_a = 150 \text{ MPa}$ und die Umfangsspannung mit $\sigma_u = 130 \text{ MPa}$ bekannt sind.

Im Folgenden ist ein Rohrstück vom Typ wie in Bild 2 dargestellt, ausschließlich durch ein Biegemoment M_b um die Achse X-X belastet (siehe Bild 3). An den Stellen A und B werden die Axialdehnungen $\varepsilon_{a,A}$ und $\varepsilon_{a,B}$ mit Dehnmessstreifen A und B gemessen.

- Wie groß ist der Winkel α und das Biegemoment M_b im Rohrstück für $\varepsilon_{a,A} = 0,0002$ und $\varepsilon_{a,B} = 0$?
- Wie groß ist der Winkel α und die maximale Dehnung $\varepsilon_{\max}$ im Rohrstück für $\varepsilon_{a,A} = 0,0002$ und $\varepsilon_{a,B} = -0,0001$?

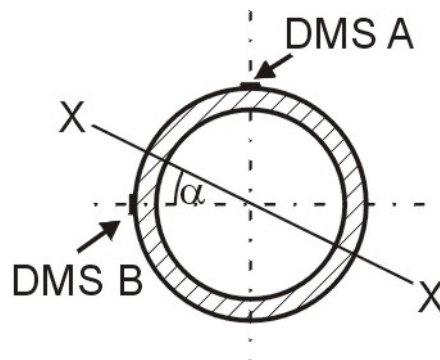


Bild 3: Lage der Biegeachse X-X

S235: $R_e = 250 \text{ MPa}$; $R_m = 400 \text{ MPa}$; $A_5 = 20 \%$; $E = 210000 \text{ MPa}$; $\mu = 0,3$

GUTEN ERFOLG