

Thermodynamik II – Rechenübung 8

Aufgabe 1

Kreisförmige Kupferzylinder ($\lambda = 400 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) der Länge $L = 25 \text{ mm}$ und des Durchmessers $D = 1 \text{ mm}$ werden zur Verstärkung der Wärmeübertragung von einer Platte der konstanten Temperatur $T_{s,1} = 100^\circ\text{C}$ eingesetzt. Das eine Ende der Zylinder ist an der Platte befestigt ($x = 0$), während das andere Ende ($x = 25 \text{ mm}$) an einer anderen Platte der konstanten Temperatur $T_{s,2} = 0^\circ\text{C}$ befestigt ist. Luft mit der Temperatur $T_\infty = 0^\circ\text{C}$ strömt zwischen den Platten, der Wärmeübergangskoeffizient beträgt $\alpha = 100 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

- Bestimmen Sie den konvektiven Wärmefluss zwischen einem Kupferzylinder und der Luft.
- Wie hoch ist die gesamte konvektiv übertragene Wärmemenge von einer Fläche $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ (der heissen Oberfläche), wenn die Kupferzylinder im Abstand (Mittelpunkt zu Mittelpunkt) von 4 mm installiert sind? Für parallel angeströmte Flächen gilt ein Wärmeübergangskoeffizient von $\alpha = 40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Aufgabe 2

Ein experimenteller Aufbau zur Messung der Wärmeleitfähigkeit besteht aus zwei langen Zylindern. Sie sind identisch, jedoch besteht einer aus einem Material mit bekannter Wärmeleitfähigkeit λ_A , während der andere aus einem Material mit unbekannter Wärmeleitfähigkeit λ_B besteht. Beide Zylinder werden an einem Ende an einer Wärmequelle der Temperatur T_b befestigt und werden von einem Fluid der Temperatur T_∞ umströmt. Beide Zylinder sind mit Thermoelementen im Abstand $x = x_1$ von der Wärmequelle versehen. Berechnen Sie die unbekannte Wärmeleitfähigkeit λ_B für den Fall, dass $\lambda_A = 200 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (Aluminium) und die Temperaturen bei x_1 : $T_A = 75^\circ\text{C}$ bzw. $T_B = 60^\circ\text{C}$ betragen. Für die Temperatur der Wärmequelle bzw. des Fluids gilt $T_b = 100^\circ\text{C}$ bzw. $T_\infty = 25^\circ\text{C}$.

Aufgabe 3

Zur Verbesserung des Wärmeüberganges werden auf einer Oberfläche 15 cm lange Stäbe aus Aluminium mit einem Durchmesser von 5 mm angebracht. Der konvektive Wärmeübergang an den Stäben beträgt $\alpha = 50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ sowie $\lambda_{\text{Alu}} = 200 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

Um wieviel verbessert sich die Wärmeübertragungsrate unter Einfluss der Rippen, wenn anstelle jedes 15 cm langen Stabes 5 kürzere (3 cm lange) Stäbe mit gleichem Durchmesser verwendet werden.

Betrachten Sie nur die Wärmeabgabe der Rippen. Das heisst, der konvektive Wärmeübergang auf der Oberfläche kann vernachlässigt werden, als auch der Wärmeabfluss durch den Rippenkopf (adiabater Rippenkopf).

Aufgabe 4

Eine zylindrische Rohrwand (siehe Abbildung 1) besteht aus zwei Materialien λ_A und λ_B , deren Trennfläche aus einer sehr dünnen elektrischen Heizung besteht (Wärmeleitwiderstände der Kontaktflächen seien vernachlässigbar). Die im Rohrrinneren strömende Flüssigkeit hat eine Temperatur von $T_{\infty,i}$ und einen Wärmeübergangskoeffizienten von α_i . Die äussere Rohroberfläche befindet sich in der Umgebungsluft mit einer Temperatur von $T_{\infty,a}$ und einem Wärmeübergangskoeffizienten von α_a . Unter stationären Bedingungen erzeugt die elektrische Heizung einen homogenen Wärmefluss \dot{Q}_H .

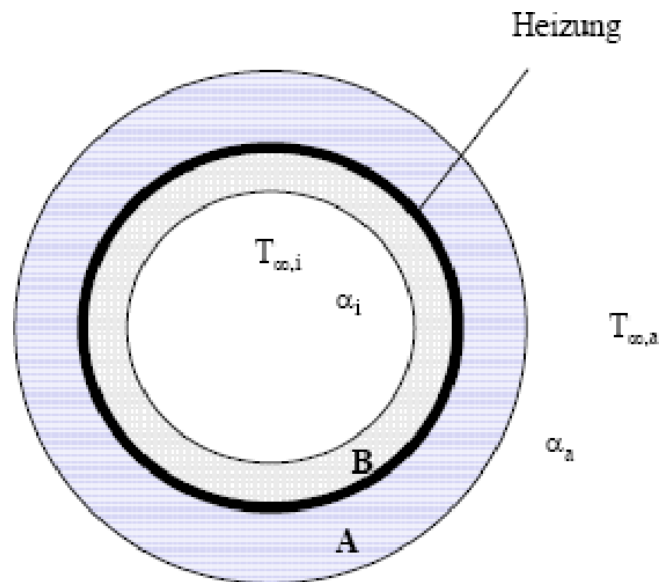


Abbildung 1: Kühlstrecke in der Stahlblechproduktion

- Skizzieren Sie die thermische Widerstandsschaltung und beschreiben Sie alle Wärmeleitwiderstände in Funktion der gegebenen Variablen.
- Leiten Sie einen Ausdruck für die Temperatur der elektrischen Heizung her!