

Modul Na

Wärmeübertragung in Regeneratoren

Aufgabenstellung

Eine Wind-Erhitzergruppe mit zwei Regeneratoren dient zum Erhitzen von Luft für den Hoch-ofenprozess. Während der Warmperiode wird das Gitterwerk von heißem Verbrennungsgas und in der Kaltperiode von Umgebungsluft durchströmt. Einer der gleichartig aufgebauten Regeneratoren soll berechnet werden. Die Speichermasse sei aus Feuerfestplatten von $\delta = 0,03$ m Dicke aufgebaut. Die Eigenschaften des Speichermaterials seien durch $\rho_s = 1800$ kg/m³, $c_s = 1200$ J/kg K und $\lambda_s = 1$ W/m K bestimmt (Dies entspricht einer Temperaturleitfähigkeit von $a = 0,463 \cdot 10^{-6}$ m²/s).

Die wärmeübertragende Oberfläche der Speichermasse beträgt $A = 40\,000$ m² und das Volumen ihrer festen Masse $V_s = 900$ m³. Durch den Regenerator strömt während der Warmperiode ein Verbrennungsgasmassenstrom von $M_1 = 31$ kg/s mit einer mittleren spezifischen Wärmekapazität von $c_{m1} = 1$ kJ/kg K, in der Kaltperiode hingegen ein Luftmassenstrom von $M_2 = 28$ kg/s mit $c_{m2} = 1,04$ kJ/kg K. Die Wärmekapazitätsströme der in der Zeiteinheit strömenden Gasmengen betragen somit:

$$W_1 = 31\,000 \text{ J/s K und } W_2 = 29\,120 \text{ J/s K}$$

Die Dauer der Warm- bzw. Kaltperiode sei $t_1 = t_2 = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$.

Das Verbrennungsgas tritt mit der Temperatur $\theta'_1 = 1250$ °C, die Umgebungsluft mit $\theta'_2 = 100$ °C in den Regenerator ein.

Die Wärmeübergangskoeffizienten sind $\alpha_1 = 31$ W/m² K und $\alpha_2 = 22$ W/m² K.

Der wahre Wärmedurchgangskoeffizient k und die zeitlichen Mittelwerte $\bar{\theta}_1$ und $\bar{\theta}_2$ der Austrittstemperatur von Gas 1 und 2 sollen berechnet werden

Lösungsweg

Nach dem Start des **Moduls Na** erscheint die Auswahlmaske "Optionen im Modul NA"

Mit der Option "Speichermasse aus Gitterwerk" werden diese Beispielfragen bearbeitet. Nachdem die Auswahl mit **OK** bestätigt wurde, erscheint die Berechnungsmaske von **NA**.

Optionen im Modul NA

- Speichermasse aus Gitterwerk
- Speichermasse aus Platten
- Speichermasse aus Zylindern
- Speichermasse aus Kugeln
- Freie Geometrie der Speichermasse

Ergebnisse

Nach der Eingabe der Daten bekommt man folgende Ergebnisse:

→ Wahrer Wärmedurchgangskoeffizient $k^0 = 5.663 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Temperaturen:

Eintrittstemperatur heißes Gas	$T^e_h = 1250$ °C
Eintrittstemperatur kaltes Gas	$T^e_k = 100$ °C
Austrittstemperatur heißes Gas zeit. gemittelt	$T^a_h = 210$ °C
Austrittstemperatur kaltes Gas zeit. gemittelt	$T^a_k = 1207$ °C
→ Logarithmische Temperaturdifferenz	$\Delta T_{\log} = 71.23$ °C
Übertragene Wärmemenge pro Vollperiode	$Q_{\text{Per}} = 1.16E+11 \text{ J}$