

Wärme-Transformator

(1.HS, 2.HS, Exergie der Wärme)

Ein Wärmetransformator ist eine Maschine, der ein Wärmestrom \dot{Q}_m auf mittlerem Temperaturniveau zugeführt wird und die einen Teil dieses Wärmestroms, \dot{Q}_h , ohne Zufuhr von technischer Arbeit auf ein höheres Temperaturniveau fördert. Der verbleibende Teil des Wärmestroms, \dot{Q}_{ab} , wird auf einem niedrigeren Temperaturniveau, meist dem Umgebungstemperaturniveau, abgegeben.

Der Wärmetransformator, der in dieser Aufgabe untersucht werden soll, arbeitet als solcher reversibel. Er bekommt in einem Wärmeübertrager von dem Wassermassenstrom \dot{m}_W den benötigten Wärmestrom \dot{Q}_m bei der konstanten mittleren Wärmetransformator-Temperatur T_m zugeführt. Das Wasser hingegen ändert seine Temperatur: Es tritt in den Wärmeübertrager mit einer Eintrittstemperatur von $t_{W, \text{ein}} = 50^\circ\text{C}$ ein und tritt mit einer niedrigeren Temperatur wieder aus, da ihm der Wärmestrom \dot{Q}_m entzogen wird.

Der Wärmetransformator gibt den Wärmestrom \dot{Q}_h bei einer konstanten oberen Wärmetransformator-Temperatur $t_h = 400^\circ\text{C}$ mittels eines Wärmeübertragers an einen Luftstrom ab, der mit $t_{L, \text{ein}} = 200^\circ\text{C}$ in den Wärmeübertrager eintritt und der seine Temperatur infolge der Wärmezufuhr verändert.

Der Abwärmestrom \dot{Q}_{ab} wird auf Umgebungstemperaturniveau $t_U = 10^\circ\text{C}$ der Umgebung zugeführt.

Folgende Größen sind weiterhin bekannt: Der Luftmassenstrom \dot{m}_L ist doppelt so groß wie der Wassermassenstrom \dot{m}_W .

- Zeichnen Sie ein Schaubild, das Wasserstrom, Luftstrom, Wärmetransformator und alle Wärmeströme enthält.
- Wieviel Wärme kann einem kg Wasser des Wasserstroms maximal entzogen und dem Wärmetransformator zugeführt werden in Abhängigkeit von T_m ? Wie groß ist die Exergie dieser Wärme bei einer Temperatur von T_m ? Wie muss T_m gewählt werden, damit der Exergiestrom, der dem Wärmetransformator zugeführt wird, maximal wird?
- Bestimmen Sie die maximalen Wärmeströme \dot{Q}_m und \dot{Q}_h jeweils in Abhängigkeit von \dot{m}_W .
- Bestimmen Sie die Luftaustrittstemperatur $T_{L, \text{aus}}$.
- Durch welche Maßnahme könnte bei unveränderten Massenströmen und Eintrittstemperaturen von Luft und Wasser die Luftaustrittstemperatur weiter gesteigert werden?

Quelle: www.thermo-bestehen.de