Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Vergleichung zwischen verschiedenen Wandflächen

urn:nbn:de:bsz:31-270981

$$t_1 - t_2 = \Delta_1 - \Delta_2 - \frac{W}{4\pi}\left(\frac{1}{\gamma_1 r_1^2} + \frac{1}{\gamma_2 r_2^2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23)$$

Die Werthe von $t_1 - t_2$, welche (22) und (23) darbieten, einander gleich gesetzt und dann W gesucht, so findet man:

$$W = \frac{4\pi(\Delta_1 - \Delta_2)}{\frac{1}{\gamma_1 r_1^2} + \frac{1}{\gamma_2 r_2^2} + \frac{1}{\lambda}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad (24)$$

Vergleichung zwischen verschiedenen Wandflächen. Nennen wir:

W_1 die Wärmemenge, die in der Zeiteinheit durch eine Flächeneinheit einer ebenen Wand geht;

W_2 die Wärmemenge, die durch eine Flächeneinheit der äusseren Fläche einer cylindrischen Wand geht;

W_3 die Wärmemenge, die durch eine Flächeneinheit der inneren Fläche einer cylindrischen Wand geht;

W_4 die Wärmemenge, die durch eine Flächeneinheit der äusseren Fläche einer sphärischen Gefässwand geht;

W_5 die Wärmemenge, die durch eine Flächeneinheit der inneren Fläche einer sphärischen Gefässwand geht.

Vorausgesetzt, dass in allen diesen Fällen die Temperaturdifferenz der Medien und die Coeffizienten $\lambda_1\ \gamma_1\ \gamma_2$ die gleichen Werthe haben, erhält man aus den früher aufgefundenen Ausdrücken für $W_1\ W_2\ W_3\ W_4\ W_5$ folgende Formeln:

$$W_1 = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{e}{\lambda}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

$$W_2 = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\frac{1}{\gamma_1}\,\frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{r_2}{\lambda}\ \text{lognat}\ \frac{r_2}{r_1}} \quad . \quad . \quad . \quad (26)$$

$$W_3 = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2}\,\frac{r_1}{r_2} + \frac{r_1}{\lambda}\ \text{lognat}\ \frac{r_2}{r_1}} \quad . \quad . \quad . \quad (27)$$

$$W_4 = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\frac{1}{\gamma_1}\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{r_2^2}{\lambda}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

$$W_5 = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2}\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 + \frac{r_1^2}{\lambda}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

Nennt man sowohl für ebene, als auch für cylindrische und sphärische Gefässe e die Wanddicke und setzt voraus, dass dieselbe gegen die Halbmesser r_1 und r_2 klein sind, so darf man sich erlauben zu setzen:

$$\log \frac{r_2}{r_1} = \text{lognat} \frac{r_1 + e}{r_1} = \text{lognat} \left(1 + \frac{e}{r_1}\right) = \frac{e}{r_1}$$

$$\frac{r_2}{r_1} = 1 + \frac{e}{r_1}$$

und dann wird:

$$W_2 = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{e}{\lambda} + \frac{e}{\gamma_1}\frac{e}{r_1}} \quad \ldots \quad (30)$$

$$W_3 = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{e}{\lambda} - \frac{e}{\gamma_2}\frac{e}{r_1}} \quad \ldots \quad (31)$$

$$W_4 = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{e}{\lambda} + \frac{2}{\gamma_1}\frac{e}{r_1}} \quad \ldots \quad (32)$$

$$W_5 = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{e}{\lambda} - \frac{2}{\gamma_2}\frac{e}{r_1}} \quad \ldots \quad (33)$$

Vergleicht man diese Werthe von $W_2\,W_3\,W_4\,W_5$ mit dem Werth von W_1 (25), so sieht man leicht, dass:

$$W_5 > W_3 > W_1 > W_2 > W_4$$

Die grösste Wärmemenge geht demnach durch eine Flächeneinheit der inneren Fläche eines spärischen Gefässes, die kleinste durch eine Flächeneinheit der äusseren Fläche eines sphärischen Gefässes. Die durch eine Flächeneinheit einer ebenen Wand gehende Wärme liegt zwischen derjenigen Wärmemenge, die durch eine Flächeneinheit der inneren und äusseren Fläche einer cylindrischen Gefässwand geht.

Ist der Wärmeleitungscoeffizient λ in Vergleich zu den Aus- und Einstrahlungscoeffizienten $\gamma_1\,\gamma_2$ sehr gross, so kann man in allen für die Wärmemengen aufgefundenen Formeln das von den Leitungscoeffizienten abhängige Glied gegen die Glieder, welche den Einfluss der Strahlung ausdrücken, vernachlässigen. Dadurch werden aber die in der Zeiteinheit durch eine Flächeneinheit gehenden Wärmemengen von dem Leitungscoeffizienten, mithin von der Natur des Materials, aus welchem die Wand besteht, so wie auch von der Wanddicke beinahe unabhängig. Es ist also in dem Falle, wenn die Leitung im Verhältniss zur Strahlung sehr gross ist, die durch eine Wand gehende Wärmemenge sowohl von der

Natur des Materials, als auch von der Wanddicke beinahe unabhängig.

Ist hingegen die Leitungsfähigkeit des Materials eine schwache, und sind dagegen die Ein- und Ausstrahlungscoeffizienten sehr stark, so kann man umgekehrt die von γ_1 und γ_2 abhängigen Glieder gegen das von λ abhängige vernachlässigen und dann findet man aus (25), (30), (31), (32), (33), dass annähernd

$$W_1 = W_2 = W_3 = W_4 = W_5 = \lambda \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{e}$$

ist. In diesem Fall hat also die Form der Wand beinahe keinen Einfluss und ist für alle Gefässe die Wärmemenge, dem Leitungscoeffizienten und der Temperaturdifferenz der Medien direkt, der Wanddicke dagegen verkehrt proportional.

Zu diesen Folgerungen ist auch *Peclet* auf rein experimentalem Wege gekommen.

Werthe der Coeffizienten. Die absoluten Werthe von $\gamma_1\ \gamma_2 \ldots$ $\lambda_1\ \lambda_2 \ldots$ sind leider nur für wenige Fälle bekannt; wir werden in der Folge einige angeben. Für den Wärmedurchgangs-Coeffizienten:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{e}{\lambda}}$$

Durch einfach gebildete Wandungen habe ich für mehrere Fälle folgende Werthe gefunden:

Uebergang	Coeffizient k
a) aus Luft durch eine Wand aus gebrannter Erde von 1^cm Dicke in Luft (Ofenheizung)	k = 5
b) aus Luft durch eine Wand von Gusseisen von 1 bis 1·5^cm Dicke in Luft	k = 14
c) aus Luft durch eine Wand von Eisenblech in Luft	k = 7
d) aus Luft durch eine Wand von Eisenblech in Wasser oder aus Wasser in Luft (Dampfkesselheizung) . .	k = 23
e) aus Dampf durch eine Wand von Gusseisen in Luft (Dampfheizung)	k = 12

Dabei ist die Stunde als Einheit genommen, d. h. diese Werthe von k bestimmen die Wärmemengen, welche stündlich durch einen Quadratmeter Wandfläche gehen bei einer Temperaturdifferenz von Einem Grad.