Die Luftexpansions-Maschine

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1853

Einfluss der Grösse der Heizfläche eines Apparates auf dessen Leistungen

urn:nbn:de:bsz:31-266528

Einfluss der Grösse der Heizfläche eines Apparates auf dessen Leistungen.

Die Güte eines Heizapparates ist am besten zu beurtheilen nach dem Verhältniss aus der Wärmemenge, die durch die Heizfläche eindringt, und der Wärmemenge, die durch die Verbrennung des Brennstoffes entwickelt wird. Die erstere dieser Wärmemengen ist $Q\,S\,(T_0 - T_1)$, die letztere dagegen $Q\,S\,(T_0 - \varDelta)$. Das Verhältniss derselben ist demnach:

$$\frac{Q\,S\,(T_0 - T_1)}{Q\,S\,(T_0 - \varDelta)} = \frac{T_0 - T_1}{T_0 - \varDelta}$$

Wir wollen dieses Verhältniss durch i bezeichnen und es für die drei Apparate berechnen.

Für einen Apparat mit Gegenströmen hat man vermöge (D) die Gleichungen

$$\left.\begin{array}{l} F_g = \dfrac{1}{k} \dfrac{\text{lognat.}\, \dfrac{T_0 - t_1}{T_1 \quad t_0}}{\dfrac{1}{Q\,S} - \dfrac{1}{q\,s}} \\[2ex] Q\,S\,(T_0 - T_1) = q\,s\,(t_1 - t_0) \end{array}\right\} \quad . \quad (39)$$

Setzt man zur Abkürzung der Rechnung

$$e^{k\,F_g\left(\frac{1}{Q\,S} - \frac{1}{q\,s}\right)} = x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (40)$$

so kann die erste der Gleichungen (39) geschrieben werden:

$$x = \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0}$$

Aus dieser Gleichung folgt:

$$T_1 = t_0 + \frac{T_0 - t_1}{x}$$

Setzt man hier für t_1 den aus der zweiten der Gleichungen (39) sich ergebenden Werth, so findet man:

$$T_1 = t_0 + \frac{T_0 - t_0 - \dfrac{Q\,S}{q\,s}\,(T_0 - T_1)}{x}$$

Zieht man diese Gleichung von $T_0 = T_0$ ab, so folgt:

$$T_0 - T_1 = T_0 - t_0 - \frac{T_0 - t_0 - \frac{Q\,S}{q\,s}(T_0 - T_1)}{x}$$

Hieraus ergibt sich, wenn man die Glieder, welche $T_0 - T_1$ und jene welche $T_0 - t_0$ enthalten, zusammenfasst:

$$T_0 - T_1 = (T_0 - t_0)\,\frac{x - 1}{x - \frac{Q\,S}{q\,s}}$$

Dividirt man diese Gleichung durch $T_0 - \varDelta$ und setzt für x seinen Werth aus (40), so findet man für i_g folgenden Ausdruck:

$$i_g = \frac{T_0 - T_1}{T_0 - \varDelta} = \frac{T_0 - t_0}{T_0 - \varDelta}\;\frac{1 - e^{-k\,F_g\left(\frac{1}{Q\,S} - \frac{1}{q\,s}\right)}}{1 - \frac{Q\,S}{q\,s}\,e^{-k\,F_g\left(\frac{1}{Q\,S} - \frac{1}{q\,s}\right)}} \tag{41}$$

Behandelt man die Gleichungen B und C auf ganz ähnliche Weise, wie so eben mit den Gleichungen D geschehen ist, so findet man:

Für den Apparat mit Gegenströmen:

$$i_p = \frac{T_0 - T_1}{T_0 - \varDelta} = \frac{T_0 - t_0}{T_0 - \varDelta}\;\frac{1 - e^{-k\,F_p\left(\frac{1}{q\,s} + \frac{1}{Q\,S}\right)}}{1 + \frac{Q\,S}{q\,s}} \tag{42}$$

und für den Kesselapparat:

$$i_k = \frac{T_0 - T_1}{T_0 - \varDelta} = \frac{T_1 - t_0}{T_0 - \varDelta}\;\frac{1 - e^{-\frac{k}{Q\,S}F_k}}{1 + \frac{Q\,S}{q\,s}\left(1 - e^{-\frac{k}{Q\,S}F_k}\right)} \tag{43}$$

wobei die den drei Apparaten entsprechenden Werthe von i mit i_g, i_p, i_k bezeichnet sind.

Setzen wir in den Ausdrücken für p_g, p_p, p_k, $\varDelta = t_0$ und $F_g = F_p = F_k = \infty$, so findet man:

$$i_g = i, \quad i_p = i_k = \frac{1}{1 + \frac{Q\,S}{q\,s}}$$

woraus man sieht, dass es nur mit dem ersteren dieser Apparate möglich wäre, die totale Wärmemenge des Brennstoffes zu gewinnen.

Um zu zeigen, wie mit dem Wachsen der Heizfläche die Leistungen eines Apparates zunehmen, sind numerische Rechnungen am geeignetsten.

Nehmen wir an $q = 1$, $Q = 0{\cdot}5$, $S = s = 0{\cdot}2669$ $k = \frac{1}{253}$, $\frac{T_0 - t_0}{T_0 - \varDelta} = i$, so findet man vermittelst der Formeln (41) (42) (43):

Für $F_g =$	20	40	60	80	100	Quadratmeter.
$i_g =$	0·41	0·62	0·73	0·82	0·87	
Differenzen	0·41	0·21	0·11	0·09	0·05	

Für $F_p =$	20	40	60	80	100	Quadratmeter.
$i_p =$	0·35	0·56	0·61	0·65	0·66	
Differenzen	0·35	0·21	0·09	0·04	0·01	

Für $F_k =$	20	40	60	80	100	Quadratmeter.
$i_k =$	0·37	0·52	0.59	0·63	0·64	
Differenzen	0·37	0·15	0·07	0·04	0·01	

Denkt man sich, dass die ganze 100 Quadratmeter betragende Heizfläche eines jeden dieser Apparate in fünf gleiche Theile getheilt werde, so geben die Zahlenreihen, welche die Differenzen ausdrücken, an, wie viel Wärme durch jede Abtheilung gewonnen wird. Durch das erste Fünftel der Heizfläche eines Apparates mit Gegenströmen werden bereits 0·41 der Brennstoffwärme gewonnen; durch die übrigen vier Fünftel nur 0·46. Ein Quadratmeter des ersten Fünftels liefert also im Mittel $\frac{4 \times 0{\cdot}41}{0{\cdot}46} = 3{\cdot}6$ Mal mehr Wärme als ein Quadratmeter der übrigen vier Fünftel der Heizfläche. Aehnlich verhält es sich auch bei den andern Apparaten.

Die Leistungen eines Heizapparates wachsen also bei weitem nicht in dem Maase, als die Grösse der Heizfläche zunimmt. Mit einer verhältnissmässig nicht sehr grossen Heizfläche kann man schon ein befriedigendes Resultat gewinnen; es erfordert aber selbst bei einem Apparat mit Gegenströmen eine ganz übermässig grosse Heizfläche, um eine ganz vorzügliche Nutzleistung, z. B. von 0·87 hervorzubringen.

Auch die Temperaturzunahmen, welche in der zu erwärmenden Luft eintreten, nachdem dieselbe $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{5}{5}$ der Heizfläche durchströmt hat, lassen sich leicht berechnen. Man kann sich hierzu der für alle drei Apparate gültigen Gleichung

$$(T_0 - T_1)\, Q\, S = (t_1 - t_0)\, q\, s$$

bedienen. Aus dieser folgt:

$$t_1 - t_0 = \frac{Q\, S}{q\, s}(T_0 - T_1) = \frac{Q\, S}{q\, s}(T_0 - \varDelta)\, i$$

Nehmen wir an: $T_0 - \varDelta = 1000$, $Q = 0{\cdot}5$, $q = i$, so ergibt sich vermittelst der Zahlenreihen, welche für i_g, i_p, i_k aufgefunden wurden:

für F =	20	40	60	80	100	Quadratmeter.
$(t_1 - t_0)_g$ =	205	310	365	410	435	Grade.
$(t_1 - t_0)_p$ =	178	279	308	324	329	„
$(t_1 - t_0)_k$ =	184	258	293	312	322	„

Aehnliche Resultate, wie die, welche wir hier für einen Luftkesselapparat gefunden haben, ergeben sich auch für Dampfkessel.

Ob die Gesammtheit dieser Ergebnisse über die Heizapparate naturgemäss sind, könnte nur durch Versuche ausgemittelt werden. Die gewöhnliche Praxis wird hier nicht entscheiden. Die Dampfkesselpraxis hat wohl gelehrt, dass eine grosse Fläche vortheilhafter ist, als eine kleine, und dass alle Kesselarten bei gleicher Heizfläche einerlei Resultat geben; auch weiss man, dass die Verdampfungsfähigkeit verschiedener Kessel bei gleichem Brennstoffaufwand nicht im Verhältniss der Heizflächen zunimmt, der wahre Zusammenhang zwischen der Heizfläche eines Kessels und der Nutzleistung desselben ist aber aus dieser Kesselpraxis nicht nachgewiesen.

Das Uebereinstimmende der Heizapparate.

Die drei Heizapparate erfordern, wie wir gesehen haben, für gleiche Leistungen sehr verschiedene Heizflächen, sie werden daher bei gleich grossen Heizflächen verschiedene Leistungen hervorbringen. Diese Apparate haben jedoch mehrere übereinstimmende Eigenschaften, die von praktischer Wichtigkeit sind.