Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Dampfausströmung aus einem Gefäss

urn:nbn:de:bsz:31-270981

denen Wasser, Dampf von einer Spannkraft p_1 und Temperatur t_1. Vernachlässigen wir das Volumen des durch Condensation entstandenen Wassers, so ist das Dampftvolumen nach erfolgter Condensation gleich $\mathfrak{B}$. Die ursprüngliche im Gefäss enthaltene Dampfmenge ist $\mathfrak{B}(\alpha + \beta p)$ Kilogramm, die nach erfolgter Condensation vorhandene Dampfmenge dagegen $\mathfrak{B}(\alpha + \beta p_1)$ Kilogramm, die condensirte Dampfmenge $\mathfrak{B}(\alpha + \beta p) - \mathfrak{B}(\alpha + \beta p_1) = \mathfrak{B}\beta(p - p_1)$.

Aber indem diese Dampfmenge zu Wasser wird, muss dieselbe gerade so viel Wärme verlieren, als nothwendig ist, um eine Wassermenge von $\mathfrak{B}\beta(p - p_1)$ Kilogramm von t_1° Temperatur in Dampf zu verwandeln. Diese Wärmemenge ist aber nach der Watt'schen Regel $\mathfrak{B}\beta(p - p_1)(650 - t_1)$, daher hat man:

$$W = \mathfrak{B}\beta(p - p_1)(650 - t_1)$$

Geschieht die Condensation durch Einspritzen von q Kilogramm Wasser von t_0° Temperatur, so erfährt dieses eine Temperaturerhöhung $t_1 - t_0$, nimmt es folglich eine Wärmemenge $q(t_1 - t_0)$ auf und diese muss nun gleich sein derjenigen, welche der Dampf verloren hat, daher hat man:

$$q(t_1 - t_0) = \mathfrak{B}\beta(p - p_1)(650 - t_1)$$

Allein es ist $\mathfrak{B}\beta(p - p_1) = S$ Kilogramm die Dampfmenge, welche condensirt wurde, daher:

$$q(t_1 - t_0) = S(650 - t_1)$$

oder

$$q = S\frac{650 - t_1}{t_1 - t_0} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

Soll durch Wasser von $t_0 = +10^{\circ}$ Temperatur Dampf so weit condensirt werden, dass im Condensator eine Temperatur $t_1 = 50^{\circ}$ eintritt, so wird:

$$q = S\frac{650 - 50}{50 - 10} = 15\,S$$

d. h. es ist in diesem Falle zur Condensation von 1^{Klg} Dampf 15^{Klg} Wasser erforderlich.

Dampfausströmung aus einem Gefäß. Ein Gefäss A, welches Dampf von einer Spannkraft P enthält, kommunizire durch eine Röhre B mit einem Raum C, in welchem Dampf oder Luft von einer Spannkraft p enthalten ist. Es sei $P > p$, was zur Folge haben wird, dass eine Strömung des Dampfes aus A durch B nach C stattfinden wird, und dass der Dampf durch die Mündung von B mit einer Spannung p in den Raum C mit einer gewissen Geschwindigkeit U einströmen wird, die auf folgende Weise berechnet werden kann:

In einem gewissen Querschnitt Ω der Röhre wird im Beharrungszustand der Bewegung eine gewisse Spannung y vorhanden sein. In einem um dx von dem ersteren abstehenden Querschnitt wird die Spannung $y - dy$ sein. Die zwischen diesen Querschnitten enthaltene Dampfmenge hat ein Gewicht $(\alpha + \beta y) \Omega dx$ und wird mit einer Kraft $y \Omega$ nach auswärts, mit einer Kraft $(y - dy) \Omega$ nach einwärts getrieben, wird demnach durch eine Kraft $(y - dy) \Omega - y \Omega = - \Omega dy$ beschleuniget. Die Gleichung der Bewegung dieser Dampfmenge ist demnach:

$$\frac{dv}{dt} = g \frac{-\Omega dy}{(\alpha + \beta y) \Omega dx} = g \frac{-dy}{(\alpha + \beta y) dx} \quad \ldots \quad (13)$$

Das Differenzial dx kann beliebig gross genommen werden, es ist uns also erlaubt, es so gross zu machen als der Weg ist, den die zur Zeit t im Querschnitt Ω befindlichen Dampftheilchen im Zeitelement dt zurücklegen; man darf demnach $dx = v dt$ setzen und hiedurch verwandelt sich die Gleichung (13) in folgende:

$$v\, dv = g \frac{-dy}{\alpha + \beta y}$$

Durch Integration findet man hieraus:

$$\frac{v^2}{2g} = -\frac{1}{\beta} \text{ lognat } (\alpha + \beta y) + \text{const}$$

Am Anfang der Röhre ist $y = P$ und wenn wir annehmen, dass das Gefäss A sehr weit ist $v = o$, wir erhalten daher:

$$o = -\frac{1}{\beta} \text{ lognat } (\alpha + \beta P) + \text{const}$$

Am Ende der Röhre ist $y = p$ und $v = U$, demnach:

$$\frac{U^2}{2g} = -\frac{1}{\beta} \text{ lognat } (\alpha + \beta p) + \text{const}$$

Die Differenz dieser zwei Gleichungen liefert eine neue Gleichung, aus welcher folgt:

$$U = \sqrt{\frac{2g}{\beta} \text{ lognat } \frac{\alpha + \beta P}{\alpha + \beta p}} \quad \ldots \quad (14)$$

Hiedurch ist die Ausströmungsgeschwindigkeit berechnet. Da diese Gleichung den Querschnitt der Röhre und ihre Länge nicht enthält, so darf dieselbe auch dann gebraucht werden, wenn die

Röhre äusserst kurz, oder wenn die Ausströmungsöffnung unmittelbar in der Gefässwand angebracht ist.

Die nachfolgende Tabelle gibt für verschiedene Werthe des Quotienten $\frac{\alpha + \beta P}{\alpha + \beta p}$ die entsprechenden Werthe von U.

$\frac{\alpha+\beta P}{\alpha+\beta p}$	U Meter	$\frac{\alpha+\beta P}{\alpha+\beta p}$	U Meter
1·1	187	2	507
1·2	260	3	616
1·3	312	4	717
1·4	353	5	772
1·5	387	6	815
1·6	417	7	847
1·7	443	8	878
1·8	467	9	903
1·9	488	10	924

Das Verhalten von überhitztem Dampf. Füllt man ein Gefäss mit Kesseldampf und erhitzt denselben hierauf, indem man Wärme durch die Wände eindringen lässt, so entsteht sogenannter überhitzter Dampf. Dieser verhält sich (so lange ihm nicht mehr Wärme entzogen wird, als er während der Ueberhitzung aufgenommen hat) wie jedes Gas. Es gelten also für diese überhitzten Dämpfe alle Lehren, die Seite 262 für Gase aufgestellt wurden.

Beschreibung der Dampfmaschinen.

Einleitung. Das Studium der Dampfmaschinen wird gewöhnlich mit einer geschichtlichen Darstellung der Erfindung dieser Maschine eingeleitet. Für ein Lehrbuch ist jedoch dieser Weg nicht angemessen, er ist zu breit und zu lang, erfordert zu viele Worte und ist zu ungeregelt, um zu einer wahren Einsicht in das Wesen der Sache zu führen. Wir wollen hier gleichsam von einer idealen Erfindungsgeschichte ausgehen, die möglicher Weise hätte eintreten können und durch die wir ganz naturgemäss zu den verschiedenen wesentlicheren Arten von Dampfmaschinen geführt