

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Expansionsmaschinen mit einem Cylinder

[urn:nbn:de:bsz:31-270981](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270981)

muss auch v gross angenommen werden. Ganz vorzügliche Leistungen darf man von einer nicht expandirenden Maschine nicht verlangen, denn wenn man auch die Dampfspannung p ausserordentlich gross annimmt, wird doch die Leistung nicht so gross, wie bei einer expandirenden Dampfmaschine mit mässiger Dampfspannung, und bei einer so hohen Dampfspannung wird es sehr schwierig, den Kessel hinreichend fest zu machen und in allen Theilen des Cylinders dampfdichte Verschlüsse hervorzubringen. Zweckmässig ist daher die Anwendung einer nicht expandirenden Maschine nur in solchen Fällen, wenn es nicht so sehr auf Brennstoffökonomie, sondern auf Einfachheit der Konstruktion ankommt. Wir nehmen daher

$$r = 1.5 \times 10000 = 15000, \quad p = 35000, \quad m = 0.05, \quad v = 1$$

Sollte aber eine möglichst compendiöse Maschine verlangt werden, dann kann man in Rechnung bringen $r = 15000$, $p = 60000$, $m = 0.05$, $v = 3$ Meter und es ist in diesem Fall noch zweckmässig, den Kolbenshub verhältnissmässig sehr klein anzunehmen, weil dadurch der Cylinder kurz ausfällt, eine kurze Schubstange genügt, unmittelbar eine grosse Rotationsgeschwindigkeit des Schwungrades erzielt wird und alle Querschnittsdimensionen der Organe schwach sein können; denn diese Querschnitte richten sich nicht nach der Geschwindigkeit, sondern nur nach der Kraft, mit welcher der Kolben getrieben wird, und diese Kraft fällt natürlich bei grosser Kolbengeschwindigkeit klein aus. Allein von einer so schnell laufenden, mit hoher Dampfspannung arbeitenden Maschine mit kurzem Schub kann man sich keine grosse Dauer versprechen und noch weniger eine gute Effektleistung. Diese ungünstigen Verhältnisse sind in manchen Fällen und namentlich bei den Maschinen der Lokomotiven nicht zu vermeiden. Von den Lokomotiven wird heut zu Tage stets eine Kraftleistung von wenigstens 100 bis 150 Pferde gefordert, und für den Personentransport eine Fahrgeschwindigkeit von 16 bis 20^m in einer Sekunde. Räderwerke sind da nicht anwendbar, Condensation ist auch nicht zulässig und durch Expansion ist wegen der durchaus nothwendigen Kolbengeschwindigkeit nicht viel zu erreichen. Um nun die geforderten Leistungen durch eine möglichst compendiöse Einrichtung zu erzielen, werden Dampfspannungen von 6 bis 8 Atmosphären zugelassen und eine Kolbengeschwindigkeit von 2.5 bis 3^m und muss überdies noch der Kolbenshub kurz genommen werden.

Expansionsmaschinen mit einem Cylinder. Bei den Expansionsmaschinen mit einem Cylinder hat die Steuerung die Einrichtung,

dass die Kommunikation zwischen dem Kessel und dem Cylinder aufgehoben wird, nachdem der Kolben einen Weg l_1 , der nur ein Theil des ganzen Kolbenshubes l ist, zurückgelegt hat. Bis zu diesem Moment darf man annehmen, dass die Spannung des Dampfes im Cylinder einen constanten Werth p hat. Von dem Moment der Absperrung an wird aber das Volumen, in welches der Dampf eingeschlossen ist, immer grösser und grösser, nimmt also die Dichte und Spannkraft des Dampfes ab. Um nun die Wirkung des Dampfes während eines Schubes zu berechnen, müssen wir zunächst seine Spannung für einen beliebigen Augenblick des Zustandes der Expansion bestimmen. Zu diesem Behufe nehmen wir an, dass während der Expansion keine Condensation eintrete, und dass der Dampf während seiner Expansion seine Kesseldampf-Natur nicht ändert. Diese Voraussetzungen sind nicht ganz richtig, aber doch annähernd.

Nennen wir y die Spannung des Dampfes hinter dem Kolben, nachdem derselbe vom Anfange des Schubes an einen Weg x zurückgelegt hat, der grösser als l_1 ist. Im Moment der Absperrung ist ein Volumen $o l_1 + m o l$ mit Kesseldampf von einer Spannkraft p gefüllt, beträgt also das Gewicht der eingeschlossenen Dampfmenge $(o l_1 + m o l) (\alpha + \beta p) = o (l_1 + m l) (\alpha + \beta p)$. Nachdem nun der Kolben einen Weg x zurückgelegt hat, beträgt das Volumen des Dampfes $o x + m o l = o (x + m l)$ und die Spannung ist y , daher das Gewicht $o (x + m l) (\alpha + \beta y)$. In der Voraussetzung, dass kein Dampf condensirt wurde, ist also:

$$o (x + m l) (\alpha + \beta y) = o (l_1 + m l) (\alpha + \beta p)$$

Hieraus folgt:

$$y = \frac{l_1 + m l}{x + m l} \left(\frac{\alpha}{\beta} + p \right) - \frac{\alpha}{\beta} \quad \dots \quad (16)$$

Nun können wir die Wirkung des Dampfes bei einem Schub berechnen. Diese ist:

$$o y m l = o p l_1 + \int_{l_1}^l o y dx$$

demnach, wenn für y sein Werth aus (16) eingeführt wird:

$$o y m l = o p l_1 + o \int_{l_1}^l \left[\left(\frac{l_1 + m l}{x + m l} \right) \left(\frac{\alpha}{\beta} + p \right) - \frac{\alpha}{\beta} \right] dx$$

Durch Integration folgt:

$$y m = \frac{l_1}{l} p - \frac{\alpha}{\beta} \left(1 - \frac{l_1}{l} \right) + \left(\frac{l_1}{l} + m \right) \left(\frac{\alpha}{\beta} + p \right) \log \text{nat} \frac{l + m l}{l_1 + m l} \quad (17)$$

Nehmen wir an, dass der schädliche Widerstand constant sei, dass also $\varrho_m = r$ gesetzt werden kann, so wird:

$$y_m - \varrho_m = \left[\frac{l_1}{1} + \left(\frac{l_1}{1} + m \right) \log \text{nat} \frac{1+m}{1} \right] \left(\frac{\alpha}{\beta} + p \right) - \left(\frac{\alpha}{\beta} + r \right) \quad (18)$$

Setzt man zur Abkürzung:

$$\frac{l_1}{1} + \left(\frac{l_1}{1} + m \right) \log \text{nat} \frac{1+m}{1} = k \quad \dots \quad (19)$$

so wird (18):

$$y_m - \varrho_m = \left[\left(\frac{\alpha}{\beta} + p \right) k - \left(\frac{\alpha}{\beta} + r \right) \right] \quad \dots \quad (20)$$

Substituirt man diese Werthe von $y_m - \varrho_m$ in die Gleichungen (3) und (5), so erhält man:

$$\left(\frac{\alpha}{\beta} + p \right) k - \left(\frac{\alpha}{\beta} + r \right) = \frac{1}{2} \frac{R \pi}{O} \quad \dots \quad (21)$$

$$O v \left[\left(\frac{\alpha}{\beta} + p \right) k - \left(\frac{\alpha}{\beta} + r \right) \right] = E = 75 N \quad \dots \quad (22)$$

Die Gleichung, welche die Gleichheit der Dampfproduktion und Dampfkonsuntion ausdrückt, erhalten wir aus (6), wenn wir p statt p_1 setzen. Es ist demnach für Expansionsmaschinen:

$$s = O v \left(\frac{l_1}{1} + m \right) (\alpha + \beta p) + s \quad \dots \quad (23)$$

Endlich ist noch:

$$s = q \quad \dots \quad (24)$$

Diese Ergebnisse (19) bis (24) enthalten die Theorie der Expansionsmaschinen mit einem Cylinder. Wir wollen auch hier mehrere Aufgaben zur Lösung bringen.

Leistungen einer bestehenden expandirenden Maschine, erster Fall. Eine expandirende Maschine existirt und befindet sich im regelmässigen Gang. Der Cylinderquerschnitt und der Expansionsgrad $\frac{l_1}{1}$ wird durch Messungen bestimmt, die Dampfspannung p und der schädliche Widerstand r werden ebenfalls ermittelt. Es soll berechnet werden N , S , q , R .

Die Gleichung (19) gibt zunächst k , dann findet man R vermittelst (21), hierauf N oder E vermittelst (22), sodann s aus (23), endlich q aus (24) und somit ist die vorgelegte Frage beantwortet.