Die calorische Maschine

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1853

Vortheile und Nachtheile der Schraube und Turbine als Treibapparate

urn:nbn:de:bsz:31-266513

Diese Werthe von n und N_r treffen beinahe mit jenen zusammen, die wir für die Schraube gefunden haben, es verspricht daher die Turbine kein besseres Resultat als die Schraube, und beide sind hinsichtlich des Kraftaufwandes nicht besser als die alten Ruderräder.

Vortheile und Nachtheile der Schraube und Turbine als Treibapparate.

Wir haben gesehen, dass weder die Schraube noch die Turbine hinsichtlich des Kraftaufwandes den Ruderrädern vorzuziehen sind; in andern Hinsichten sind aber die beiden erstern dieser Anordnungen theils vortheilhafter, theils nachtheiliger als die letztere. Die Vortheile der Schraube und der Turbine sind: 1) dass ihre Wirkung bei weitem nicht so sehr von dem Zustand der See abhängt, als die Wirkung der Ruderräder. Die Wellenbewegung des Wassers, das Schlingern und Stampfen des Schiffes haben auf die Wirkung der Schraube nur einen geringen, auf die Wirkung der Ruderräder dagegen einen sehr spürbaren nachtheiligen Einfluss; denn legt sich ein Schiff zur Seite, so kommt das eine Rad beinahe in die Luft heraus, während das andere im Wasser herumwühlt, und das Schiff zu drehen sucht. 2) Ein Schraubenschiff ist desshalb bei hochgehender See leichter zu steuern, als ein Räderschiff. 3) Die Schraubenmaschinen sind niedriger, haben ein geringeres Gewicht, und nehmen weniger Raum ein, als Rädermaschinen. 4) Bei Kriegschiffen sind die Maschinen, da sie ganz im eingetauchten Theil des Schiffes liegen, und ist insbesondere die unter Wasser und am Hinterstern befindliche Schraube gegen die zerstörende Wirkung der feindlichen Geschütze sehr wohl geschützt, und die oberen Decke eines Schraubenschiffes können ihrer ganzen Ausdehnung nach armirt werden. 5) Die Bewegung eines Schraubenschiffes ist ruhiger, als die eines Räderschiffes.

Die Nachtheile der Schraube oder der Turbine sind: 1) Dass sie zum Betrieb der Flussdampfschiffe nicht gebraucht werden können. 2) Die grosse Geschwindigkeit, mit der sie sich drehen müssen, die bei kleinen Schiffen so gross wird, dass man sich gezwungen sieht, rasselnde Räderübersetzungen anzuwenden. 3) Der kleine Kolbenschub, den man sich selbst bei mächtigern Maschinen gefallen lassen muss, um den fatalen Räderübersetzungen auszuweichen. 4) Die von der Mitte des Schiffes bis an und durch den Hinterstern gehende Treibaxe, die sich noch überdies in der halben Tiefe der Tauchung, also in einer ansehnlichen Höhe über dem

Boden des Schiffes befinden muss, wodurch ihre sichere Lagerung sehr erschwert wird. 5) Die Schwierigkeit, die Welle mit dem Schiff so zu verbinden, dass es durch die Welle fortgetrieben wird. Man ist desshalb gezwungen, Ringlagen zu gebrauchen. 6) Die unter Wasser am Hinterstern befindliche Stopfbüchse, durch welche die Welle gehen muss. 7) Die Schwierigkeit, die Schraube mit dem Rad so zu verbinden, dass diese Verbindung mit Leichtigkeit hergestellt oder aufgehoben werden kann.

Berechnung der Geschwindigkeit eines durch eine Schraube getriebenen Dampfschiffes.

Für ein Schiff, das durch eine Schraube getrieben wird, haben wir (Gleichungen (13) Seite (119)) gefunden:

$$R\,\Omega \text{ tang. } \alpha = u\left(1 + \sqrt{\frac{\Omega}{\Omega_1}\frac{k}{k_1}\frac{1}{\psi(\alpha)}}\right)$$

$$N_r = \frac{k\,\Omega}{75}\,u^3\left(1 + \sqrt{\frac{\Omega}{\Omega_1}\frac{k}{k_1}\frac{1}{\psi(\alpha)}}\right)$$

Setzen wir der Kürze wegen

$$\left.\begin{aligned} \frac{60}{2\,\pi}\,\frac{1 + \sqrt{\frac{\Omega}{\Omega_1}\frac{k}{k_1}\frac{1}{\psi(\alpha)}}}{\text{tang. } \alpha} &= a \\ k\left(1 + \sqrt{\frac{\Omega}{\Omega_1}\frac{k}{k_1}\frac{1}{\psi(\alpha)}}\right) &= b \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

und bezeichnen mit n die Anzahl der Umdrehungen der Schraube in einer Minute, so werden obige Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} n &= a\,\frac{u}{R} \\ 75\,N_r &= b\,\Omega\,u^3 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Nehmen wir an, die Schraube werde durch zwei oder durch mehrere, also allgemein durch i doppelt wirkende expantirende Dampfmaschinen getrieben, so bestehen für dieselben folgende Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} 75\,N_r &= i\,O\,v\left\{\left(\frac{\alpha_1}{\beta_1}+p\right)h-\left(\frac{\alpha_1}{\beta_1}+r\right)\right\} \\ S &= i\,O\,v\left(\frac{l_1}{l}+m\right)(\alpha_1+\beta_1\,p) \\ n_1 &= \frac{30\,v}{l} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (3)$$

in welchen bedeutet:

O den Querschnitt eines Cylinders der Dampfmaschine;

v die Geschwindigkeit (mittlere) eines Kolbens;

l die Länge des Kolbenschubes;

l_1 der Weg, den der Kolben zurücklegt, bis die Expansion eintritt;

p die Pressung des Dampfes auf einen Quadratmeter der Kolbenfläche vom Beginn des Kolbenschubes an bis die Absperrung eintritt;

n_1 Anzahl der Umdrehungen der Kurbelwelle der Maschine;

r die Pressung, welche auf jeden Quadratmeter der Kolbenfläche wirken muss, um die sämmtlichen schädlichen Widerstände zu überwinden;

$$\left.\begin{aligned} \alpha_1 &= 0{\cdot}1427 \\ \beta_1 &= 0{\cdot}00004729 \\ \frac{\alpha_1}{\beta_1} &= 3018 \end{aligned}\right\}$$ Zahlen, durch welche das Gewicht von einem Kubikmeter Dampf von einer Spannung p vermittelst des Ausdruckes $\alpha + \beta\,p$ annähernd berechnet werden kann;

S die Dampfmenge in Kilogramm, welche in jeder Sekunde auf alle i Maschinen wirkt;

$$h = \frac{l_1}{l} + \left(\frac{l_1}{l} + m\right) \text{lognat.} \frac{l + m\,l}{l_1 + m\,l}$$

m den Coeffizienten für einen schädlichen Raum der Maschine;

Die Herleitung dieser Ausdrücke (3) geschieht auf ähnliche Weise, wie die Herleitung der Effektgleichungen der calorischen Maschine.

Durch Verbindung der Gleichungen (2) mit (3) kann man alle wesentlichern Fragen die hinsichtlich eines Schraubenschiffes gestellt werden können, beantworten.

Für ein neu zu erbauendes Schiff ist als gegeben anzusehen: Ω, R, u, p, r, i, $\frac{l_1}{l}$ v und die zu suchenden Grössen sind: n, N_r, O, S, n_1, oder l.

Diese Grössen findet man unmittelbar aus den Gleichungen (2) (3). Wo möglich wird man suchen, dass die Umdrehung n der Schraube mit der Anzahl n_1 der Umdrehungen der Kurbelwelle der Maschine übereinstimmen kann, weil in diesem Falle keine Uebersetzungen nothwendig werden. n kann aber nur dann gleich n_1 werden, wenn

$$a\frac{u}{R} = 30\frac{v}{l}$$

d. h. wenn

$$l = \frac{30\,v\,R}{a\,u}$$

genommen wird.

Wenn dieser Werth von l im Verhältniss zum Durchmesser des Dampfcylinders zu klein ausfällt, muss man sich Uebersetzungen gefallen lassen, und es ist dann die Uebersetzungszahl

$$\frac{n}{n_1} = \frac{a\,l\,u}{30\,v\,R}$$

Es sei z. B. ein Schiff von 60 Meter Länge, 10 Meter Breite und 4 Meter Tauchung mit einer Geschwindigkeit von 5 Meter durch zwei condensirende und expandirende auf eine Schraube wirkende Dampfmaschine zu treiben; dann dürfen wir setzen:

$L = 60^m$, $B = 10^m$, $T = 4^m$, $\Omega = 40^m$, $R = 2^m$, $\alpha = 30^0$
$\psi(\alpha) = 0{\cdot}538$, $k = 6{\cdot}8$, $k_1 = 70$,
$\Omega_1 = 12{\cdot}6$, $\frac{k\,\Omega}{k_1\,\Omega_1} = 0{\cdot}305$, $a = 29$ $b = 12$, $p = 15000$, $i = 2$
$r = 4000$, $\frac{l_1}{l} = \frac{2}{3}$, $h = 0{\cdot}90$, $v = 2^m$, und es wird nun:

$$n = a\frac{u}{R} = \frac{29 \times 5}{2} \;\ldots\ldots\ldots\ldots = 72{\cdot}5$$

$$N_r = \frac{b\,\Omega\,u^3}{75} = \frac{12 \times 40 \times 125}{75} \;\ldots\ldots\ldots\ldots = 800 \text{ Pferde.}$$

$$N_n = \frac{2}{3}N_r \;\ldots\ldots\ldots\ldots = 533 \;\text{"}$$

$$O = \frac{75\,N_r}{i\,v\left\{\left(\frac{\alpha_1}{\beta_1}+p\right)h - \left(\frac{\alpha_1}{\beta_1}+r\right)\right\}} \;\ldots\ldots = 1{\cdot}63 \text{ Meter}$$

Wenn keine Räderübersetzung angewendet wird, muss die Länge des Kolbenschubes genommen werden:

$$l = \frac{30\,v\,R}{a\,u} = \frac{30 \times 2 \times 2}{29 \times 5} \;\ldots\ldots\ldots\ldots = 0{\cdot}827$$

Diese Kolbenschublänge steht in keinem Missverhältniss zum Cylinderdurchmesser; allein es ist die Kolbengeschwindigkeit sehr gross angenommen worden, jedoch nicht grösser, als sie oftmals bei Schraubenschiffen vorkommt.

Eine zweite praktisch interessante Frage, die wir uns noch zur Beantwortung vorlegen wollen, ist die: wie schnell ein bereits existirendes Schraubenschiff fahren wird, wenn auf die Maschine eine gegebene Quantität Dampf einwirkt, und welche Spannung in den Cylindern eintreten wird?

In diesem Fall ist gegeben:

$$k,\ k_1,\ O,\ i,\ R,\ \Omega,\ a,\ b,\ r,\ \frac{l_1}{l},\ m,\ h,\ l,\ \frac{n}{n_1},\ S$$

und die zu suchenden Grössen sind:

$$u,\ v,\ n,\ n_1,\ N_r,\ p.$$

Aus der ersten der Gleichungen (2) und der letzten der Gleichungen (3) folgt:

$$v = \frac{l\,a}{30\,R}\frac{n_1}{n}u \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Ferner aus der zweiten der Gleichungen (2) und der ersten der Gleichungen (3)

$$b\,\Omega\,u^3 = i\,O\,v\left\{\left(\frac{\alpha_1}{\beta_1}+p\right)h-\left(\frac{\alpha_1}{\beta_1}+r\right)\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Aus der zweiten der Gleichungen (3) und der Gleichung (5) folgt:

$$\frac{\alpha_1}{\beta_1}+p = \frac{30\,R\,S}{i\,O\,\beta(l_1+m\,l)\,a}\frac{n}{n_1}\frac{1}{u} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Führt man die Werthe von v und $\frac{\alpha_1}{\beta_1}+p$, welche die Gleichungen (4) (6) darbieten in (5) ein, so erhält man zur Berechnung von u folgende Gleichung:

$$b\,\Omega\,u^3 = \frac{h\,l\,S}{\beta\,(l_1+m\,l)}-\frac{i\,O\,l\,a}{30\,R}\frac{n_1}{n}\left(\frac{\alpha_1}{\beta_1}+r\right)u \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Hat man hieraus u bestimmt, so ergibt sich weiter:

$$\left.\begin{aligned} v &= \frac{l\,a}{30\,R}\,\frac{n_1}{n}\,u \\ p &= \frac{S}{i\,O\,v\left(\frac{l_1}{l}+m\right)\beta_1}-\frac{\alpha_1}{\beta_1} \\ n &= a\,\frac{u}{R} \\ n_1 &= \frac{30\,v}{l} \\ N_r &= \frac{b\,\Omega\,u^3}{75} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

Für die Abmessungen des früher berechneten Schiffes wird obige kubische Gleichung (7)

$$u^3 = 55{\cdot}4\,S - 19\,u$$

Aus dieser Gleichung und aus den Gleichungen (8) findet man

für	$u =$	3	4	5	6	Meter.
	$S =$	1·51	2·52	4·0	5·96	Kilg. Dampf p. 1″
	$v =$	1·2	1·6	2·0	2·4	Meter.
	$p =$	8382	11190	15000	19648	Pressung p. 1 □M.
	$N_r =$	173	410	800	1382	Pferdekraft.
	$N_n =$	115	273	533	921	Pferdekraft.
		6·6	4·75	3.86	3·3	Kilogr. Brennstoff per 1 Stunde per 1 Nominal-Pferdekraft.
	$n =$	43·5	58·0	72·5	87	

Zur Berechnung des Brennstoffes per 1 Pferdekraft und per 1 Stunde ist der Erfahrung gemäss angenommen worden, dass mit 1 Kilogramm Steinkohlen 7 Kilogramm Dampf produzirt werden.