Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Theorie des Tangentialrades mit äusserer Einströmung und innerer Ausströmung

urn:nbn:de:bsz:31-270981

Wegen $v_2 = o$ folgt aus (5) $u_1 = v_1$, demnach wegen (4):

$$v_1 = \frac{U}{2 \cos \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

ferner wegen (3) $\alpha = \beta - \alpha$ oder

$$\alpha = \frac{\beta}{2}$$

Die Werthe von $\Omega\ \Omega_2\ \Omega_1$ sind annähernd:

$$\Omega = \frac{2\ R_1\ \pi}{p}\ \delta \sin \alpha \quad \Omega_1 = \frac{2\ R_1\ \pi}{p}\ \delta \sin \beta \quad \Omega_2 = \frac{2\ R_2\ \pi}{p}\ \delta \sin \gamma\ . \quad (10)$$

Die Gleichungen (2) werden hierdurch:

$$Q = \frac{2\ R_1\ \pi}{p} \sin \alpha\, \delta\, U\, k = \frac{2\ R_1\ \pi}{p}\, \delta \sin \beta\, u_1 = \frac{2\ R_2\ \pi}{p}\, \delta \sin \gamma\, u_2 \quad . \quad (11)$$

Aus $Q = \frac{2\ R_1\ \pi}{p} \sin \alpha\ u\ k$ folgt:

$$R_1 = \sqrt{\frac{Q\ p}{2\ \pi \sin \alpha\ U\, v \left(\frac{R_1}{\delta}\right)}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

Die Gleichung $\frac{2\ R_1\ \pi}{p}\ \delta \sin \alpha\ U\ k = \frac{2\ R_1\ \pi}{p}\ \delta \sin \beta\ u_1$ wird identisch erfüllt, wenn $u_1 = v_1$, $\beta = 2\ \alpha$, $k = 1$ und wegen (3) $v_1 = U\ \frac{\sin(\beta - \alpha)}{\sin \beta} = U\ \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ gesetzt wird.

Derjenigen von den Gleichungen (11), in welcher $u_2 \sin \gamma$ als Faktor vorkäme, kann nicht entsprochen werden, weil u_2 Null werden soll.

Aus dieser Untersuchung geht hervor, dass es wohl das Klügste ist, dieses Tangentialrad mit äusserer Ein- und Ausströmung ganz aufzugeben, und dies stimmt auch mit der Erfahrung überein.

Die Herren *Escher Wyss & Comp.* in Zürich haben vor mehreren Jahren eine grössere Anzahl von derartigen Tangentialrädern ausgeführt, haben jedoch in neuerer Zeit diese Anordnung aufgegeben, und die mit äusserer Einströmung und innerer Ausströmung angenommen.

Theorie des Tangentialrades mit äußerer Einströmung und innerer Ausströmung. Tafel XII., Fig. 3. Für diese Anordnung erhalten wir folgende Bedingungsgleichungen:

$$U = \sqrt{2\ g H} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$U = \Omega\ U\ k = \Omega_1\ u_1 = \Omega_2\ u_2\ k_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$\left.\begin{aligned} \frac{u_1}{\cancel{u}} &= \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \quad U \\ \frac{v_1}{\cancel{u}} &= \frac{\sin(\beta-\alpha)}{\sin\beta} \quad U \\ u_1^2 &= v_1^2 + U^2 - 2\,v_1\,U\cos\alpha \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

$$u_2^2 = u_1^2 - (v_1^2 - v_2^2) \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

$$u_2 = v_2\,, \qquad \gamma = 0 \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= \left(\frac{2\,R_1\,\pi}{p}\sin\alpha\right)\delta \\ \Omega_1 &= \left(\frac{2\,R_1\,\pi}{p}\sin\beta\right)\delta \\ \Omega_2 &= \left(\frac{2\,R_2\,\pi}{p}\sin\gamma\right)\delta \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

Wegen (5) folgt aus (4):

$$u_1 = v_1 \quad \ldots\ldots \quad (7)$$

und hierdurh geben die Gleichungen (3):

$$v_1 = \frac{U}{2\cos\alpha} \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

$$\beta = 2\,\alpha \quad \ldots\ldots \quad (9)$$

Aus den Gleichungen (2) und (6) findet man ferner:

$$R_1 = \sqrt{\frac{Q\,p}{2\,\pi\sin\alpha\,U\,k\left(\frac{R_1}{\delta}\right)}} \quad \ldots\ldots \quad (10)$$

$$\sin 2\,\alpha = \sin\gamma\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2\left(\frac{k_2}{k}\right)$$

Bei dieser Anordnung kann man also den Bedingungen des absolut besten Effektes eben so gut entsprechen, wie bei den Tangentialrädern mit innerer Einströmung und äusserer Ausströmung. In praktischer Hinsicht verdient jedoch die Anordnung mit äusserer Einströmung den Vorzug, weil bei derselben die Anordnung, Aufstellung und Behandlung des Einlaufes weit leichter ist, als bei der Anordnung mit innerer Einströmung. Auch die Praxis ist zu dem gleichen Resultat gekommen. Gegenwärtig werden nur Tangentialräder mit äusserer Einströmung und innerer Ausströmung ausgeführt.

Zur Berechnung der Dimensionen eines solchen Tangentialrades stellen wir nun nachstehende Formeln auf:

1. Verhältniss der Halbmesser:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{3}{4} \text{ bis } \frac{4}{5}$$

2. Winkel γ, unter welchem die Radkurven den inneren Umfang des Rades schneiden:

$$\gamma = 15^0 \text{ bis } 20^0$$

3) Winkel β, unter welchem die Radkurven den äusseren Umfang des Rades schneiden:

$$\sin \beta = \sin \gamma \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \frac{k_2}{k}$$

wobei $\frac{k_2}{k} = 1$ gesetzt werden darf.

4. Winkel α, unter welchem die Einlaufflächen den äusseren Umfang des Rades durchschneiden:

$$\alpha = \frac{\beta}{2}$$

5. Verhältniss p zwischen dem äusseren Umfang des Rades und dem Theil dieses Umfanges, an welchem Einströmung statt findet:

$$p = 4 \text{ bis } 5, \text{ wenn nur ein Einlauf,}$$
$$p = 3 \text{ „ } 4, \text{ wenn zwei Einläufe.}$$

6. Höhe des Rades:

$$\delta = \frac{1}{4} R_1$$

7. Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers:

$$U = \sqrt{2 g H}$$

8. Aeusserer Halbmesser des Rades:

$$R_1 = \sqrt{\frac{Q}{u} \frac{p}{2 \pi \sin \alpha k \left(\frac{R_1}{\delta}\right)}}$$

wobei in der Regel $k = 1$ gesetzt werden darf.

9. Umfangsgeschwindigkeit des Rades:

$$v_1 = \frac{U}{2 \cos \alpha}$$

10. Vortheilhafteste Anzahl der Umdrehungen des Rades in einer Minute:

$$n = 9 \cdot 548 \frac{v_1}{R_1}$$

11. Anzahl der Radschaufeln:

$$i = 35 + 50 R_1$$

Von diesen Regeln sind 1, 2, 5, 6, 11 nach gut ausgeführten Tangentialrädern aufgestellt worden, die übrigen dieser Regeln sind Ergebnisse unserer Theorie.

Was den Nutzeffekt dieser Tangentialräder anbelangt, so kann derselbe auf rationellem Wege nicht herausgerechnet werden. Nach unseren Rechnungen ist es allerdings möglich, den Bedingungen des absolut besten Effektes zu entsprechen, allein unsere Rechnungen setzen voraus, dass keinerlei Störungen in der Bewegung und Wirkung des Wassers vorkommen, und diese Voraussetzung kann in der Wirklichkeit niemals erfüllt werden. Die Tangentialräder sind nun einmal Partial-Turbinen, das Wasser füllt die Radkanäle nicht vollkommen aus, es sprüht theilweise durch das Rad, und kann daher nur eine unvollkommene Wirkung hervorbringen. Ganz verlässliche Versuche über die Leistungen von ausgeführten Tangentialrädern kenne ich nicht. In der Umgebung von Karlsruhe in den grossen Fabriken zu Ettlingen sind mehrere von *Escher Wyss & Comp.* in Zürich erbaute, und in der That meisterhaft gearbeitete Tangentialräder im Gange. Mit einem dieser Tangentialräder wurden von Herrn *Gross,* Konstrukteur in der Maschinenfabrik zu Karlsruhe, Bremsversuche angestellt, dabei wurde ein Nutzeffekt von 65 bis 70 Prozent gefunden, und dieses Güteverhältniss blieb bei sehr veränderlichem Wasserzufluss ziemlich konstant. Diese günstigen Ergebnisse scheinen mir nicht nur aus theoretischen Gründen unwahrscheinlich zu sein, sondern auch mit der wiederholt gemachten Erfahrung im Widerspruch zu stehen, dass gewöhnliche Turbinen einen auffallend ungünstigen Effekt liefern, wenn sie nur theilweise gefüllt arbeiten. Sollten sich diese günstigen Leistungen der Tangentialräder in der Folge bestätigen, so würden dieselben allerdings bei kleinen veränderlichen Wassermengen und grösseren Gefällen sehr zu empfehlen sein.

Die Praxis des Turbinenbaues. Construktive Details.

Anfertigung des Einlauf- und des Turbinenrades für eine Jonval'sche Turbine. Die Körper des Einlauf- und des Turbinenrades sind jederzeit von Gusseisen. Die Schaufeln werden ebenfalls von Gusseisen gemacht und mit dem Radkörper zusammengegossen, wenn die Metalldicke derselben 1^{cm} oder mehr, dagegen von Schmiede-