

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Resultate für den Maschinenbau

[Hauptband]

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1848

Die Turbine von Fourneyron

[urn:nbn:de:bsz:31-282867](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-282867)

206.

Anordnung und Aufstellung der Jonval'schen Turbine.

Die zweckmässigste Anordnung und Aufstellung der Maschine richtet sich theils nach der Grösse des Gefälles, theils nach Lokalverhältnissen.

Direkte Aufstellung. Wenn das Gefäll nicht mehr als ungefähr 6^m beträgt, und grösstentheils durch den Untergraben gewonnen wird, fällt die Anordnung in der Regel am zweckmässigsten aus, wenn das Wasser in einem offenen Kanal zugeleitet und wenn das Rad in eine Tiefe von ungefähr 1.5^m bis 2^m unter den Spiegel des Oberwassers gelegt wird.

Umgekehrte Aufstellung. Wenn das Gefälle mehr als 6^m beträgt und grösstentheils durch den Obergraben erhalten wird, fällt die Anwendung meistens am zweckmässigsten aus, wenn man das Wasser durch eine Röhre bis unter den Spiegel des Unterwassers herableitet, die Röhre daselbst nach aufwärts biegt, und in das Ende derselben das Leitrad und Turbinenrad so einsetzt, dass letzteres über dem ersteren zu stehen kommt. Die obere Ebene des Turbinenrades soll 0.3 bis 0.6^m unter den Spiegel des Unterwassers zu liegen kommen.

Mittlere Aufstellung. Wenn bei einem grösseren Gefälle, das grösstentheils durch den Obergraben gewonnen wird, die Lokalverhältnisse und insbesondere die Einrichtung der Transmission es erfordern, dass die Turbine eine Höhe von $2, 3, 4^m$ über den Spiegel des Unterwassers aufgestellt werde, so muss man die Turbine in einen Cylindermantel ganz einschliessen, das Betriebswasser durch ein Rohr, das in den Cylindermantel mündet, aus dem Zuflusskanal zu leiten, und durch ein zweites Rohr, das unter dem Turbinenrad die Fortsetzung des Cylindermantels bildet, unter den Spiegel des Unterwassers herableiten.

Die Turbine von Fourneyron

mit zwei in einander liegenden Rädern.

Tafel XVII. Fig. 155 und 156.

207.

Bezeichnung derjenigen Grössen, welcher bei der Konstruktion einer neu zu erbauenden Turbine dieser Art in Betrachtung kommen.

H das Gefäll. Befindet sich das Rad unter dem Spiegel des Unterwassers, so ist H gleich dem Vertikalabstand der Wasserspiegel im

- oberen und unteren Kanal. Befindet sich das Rad über dem Spiegel des Unterwassers, so ist H die Höhe des Wasserspiegels im oberen Kanal, über die mittlere Ebene des Rades;
- Q die Wassermenge in Kubm., welche pr 1'' auf das Rad wirken soll;
- α_1 der Winkel, unter welchem die Leitkurven den inneren Umfang des Schützenmantels durchschneiden;
- i Anzahl der Leitkurven;
- $\alpha = \widehat{m k e}$ der Winkel, den die mittlere Richtung $h k m$, nach welcher das Wasser aus den Leitkanälen tritt, mit dem inneren Umfang des Rades bildet;
- β Winkel, unter welchem die Radschaufeln den inneren Umfang des Rades durchschneiden;
- γ Winkel, den die mittlere Richtung, nach welcher das Wasser aus dem Turbinenrad austritt, mit dem äusseren Umfang des Rades bildet;
- k Kontraktionscoefficient für den Austritt des Wassers aus den Kanälen des Leitrades;
- k_1 Kontraktionscoefficient für den Austritt des Wassers aus den Kanälen des Turbinenrades;
- U Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser aus den Kanälen des Leitrades austritt;
- R_2 der innere {
 R_1 der äussere { Halbmesser des Rades;
- i_1 Anzahl der Radkurven;
- $s = \overline{f g}$ normale Weite der Kanäle des Leitrades;
- $s_1 = \overline{w x}$ normale Weite der äusseren Mündungen der Radkanäle;
- δ_1 Höhe des Rades, Fig. 156, oder Vertikalabstand der beiden Radkronen;
- v_2 vortheilhafteste Geschwindigkeit am inneren Umfang des Rades;
- n vortheilhafteste Anzahl der Umdrehungen der Turbine pr 1 Minute;
- N_n der in Pferdekräften à 75 Kilgm. ausgedrückte Nutzeffekt, welchen die Turbine hervorbringen soll.

208.

Regeln zur Berechnung aller Hauptabmessungen einer zu erbauenden Fourneyron'schen Turbine.

Mit Berücksichtigung der in vorhergehender Nummer zusammengestellten Bezeichnungen hat man nun zur Berechnung aller Hauptdimensionen folgende Regeln:

Wassermenge in Kubikmet., welche pr 1'' auf das Rad wirken muss, um einen Nutzeffekt von N_n Pferdekräften zu erhalten

$$Q = 0.125 \frac{N_n}{H}$$

Innerer Halbmesser des Turbinenrades $R_2 = 0.538 \sqrt{Q}$

Winkel, unter welchem die Leitkurven den inneren

Umfang des Turbinenschützens schneiden:

a) bei kleineren Turbinen $\alpha_1 = 15^\circ$

b) bei grösseren Turbinen $\alpha_1 = 24^\circ$

Krümmungshalbmesser für die Leitkurven $\bar{e} \bar{g}$ $= 0.5 R_2$

Metalldicke der Leitkurven $= \frac{R_2}{80}$

Metalldicke des Schützenmantels $= \frac{R_2}{60}$

Spielraum zwischen dem Schützenmantel und dem inneren Umfang des Rades $= \frac{R_2}{160}$

Anzahl der Leitkurven $i = 24$ bis 30

Mit diesen Regeln kann der Horizontaldurchschnitt des Leitrades verzeichnet werden, und aus dieser Zeichnung findet man dann den Winkel α und die Weite s

Winkel, unter welchem die Radkurven den inneren Umfang des Rades durchschneiden $\beta = 60$ bis 90°

Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser aus den Kanälen des Leitrades ausfliesst:

$$U = \sqrt{g H \frac{\sin. \beta}{\cos. \alpha \sin. (\alpha + \beta)}}$$

Für den Fall, dass das Wasser in einer längeren Röhrenleitung, die Gefällverluste verursacht, zugeleitet würde, müsste man, um den in dieser Gleichung für H zu setzenden Werth zu erhalten, von dem wirklich vorhandenen Gefälle jene Gefällverluste abziehen.

Höhe des Turbinenrades $\delta_1 = \frac{Q}{i s k U}$

wobei zu setzen ist: $\left\{ \begin{array}{l} \text{wenn } \alpha_1 = 15^\circ \dots \dots \dots k = 0.80 \\ \text{wenn } \alpha_1 = 24^\circ \dots \dots \dots k = 0.90 \end{array} \right.$

Verhältniss zwischen dem äusseren und inneren Halbmesser des Rades:

$$\frac{R_1}{R_2} = 1 + \frac{0.0045 \beta^\circ}{\sqrt{R_2}}$$

Anzahl der Radkurven $i_1 = 1.2 \sin. \beta I$

Metalldicke der Radkurven $= \frac{R_2}{50}$

Die Radkurven können aus 2 Kreisbogen zusammengesetzt werden und es ist zu nehmen:

wenn $\beta = 60^\circ$ 90°
 erster Krümmungshalbmesser $\frac{p}{n} = 0.45 R_2$ $0.36 R_2$
 zweiter Krümmungshalbmesser $\frac{p}{q} = 0.59 R_2$ $0.50 R_2$

Winkel, unter welchem die Radkurven den äusseren Umfang des Rades scheiden sollen, nicht grösser als 10 bis 15°.

Äussere Weite der Radkanäle:

$$s_1 = s \frac{k}{k_1} \frac{i}{i_1} \frac{R_2}{R_1} \frac{\sin. \beta}{\sin. (\alpha + \beta)}$$

$$k_1 = 0.9.$$

Vorteilhafteste Geschwindigkeit eines Punktes am inneren Umfang des Rades

$$v_2 = 0.707 \sqrt{g H \frac{\sin. (\alpha + \beta)}{\sin. \beta \cos. \alpha}}$$

Vorteilhafteste Anzahl der Umdrehungen des Rades pr 1 Minute:

$$n = 9.548 \cdot \frac{v_2}{R_2}$$

209.

Formeln zur Berechnung des Nutzeffektes der Turbinen nach Fourneyron.

Zur Berechnung des Nutzeffektes, welchen eine *Fourneyron'sche* Turbine von gegebenen Abmessungen, bei verschiedenen Schützenöffnungen, und verschiedenen Geschwindigkeiten entwickelt, ist es zweckmässig, nebst den in Nr. 171 zusammengestellten Bezeichnungen noch folgende zu gebrauchen:

Ω die Summe der Querschnitte aller Oeffnungen am Leitkurvenrad, bei einer gewissen Stellung des Schützens;

Ω_2 die Summe der Querschnitte der Radkanäle am innern Umfang des Rades;

Ω_1 die Summe der Querschnitte der Radkanäle am äusseren Umfang des Rades;

v_1 die Geschwindigkeit eines Punktes am äusseren Umfang des Rades;

$\frac{v_1^2}{2gH} = x$ das Verhältniss zwischen der Geschwindigkeitshöhe, welche der äusseren Umfangsgeschwindigkeit des Rades entspricht und dem Gefälle H.

Man berechne nun die Werthe von m n A B C D mittelst folgender Ausdrücke:

$$n = \frac{\Omega_1 k_1}{\Omega k} \sin. \alpha - \frac{\Omega_1 k_1}{\Omega_2} \sin. \beta$$

$$m = \frac{\Omega_1 k_1}{\Omega k} \cos. \alpha + \frac{\Omega_1 k_1}{\Omega_2} \cos. \beta$$

$$A = 1 - \frac{\left(\frac{R_2}{R_1} \frac{\Omega_1 k_1}{\Omega_2} \cos. \alpha + \cos. \gamma \right) \frac{R_2}{R_1} \frac{\Omega_1 k_1}{\Omega_2} \cos. \beta}{1 + m^2 + n^2}$$

$$B = \frac{\frac{R_2}{R_1} \frac{\Omega_1 k_1}{\Omega k} \cos. \alpha + \cos. \gamma}{\sqrt{1 + m^2 + n^2}}$$

$$C = 1 - \left(\frac{R_2}{R_1} \right)^2 + \frac{\left(\frac{R_2}{R_1} \frac{\Omega_1 k_1}{\Omega_2} \cos. \beta \right)^2}{1 + m^2 + n^2}$$

$$D = \frac{\frac{\Omega_1 k_1}{\Omega_2} \frac{R_2}{R_1} \cos. \beta}{1 + m^2 + n^2}$$

und dann findet man für irgend einen Werth von x

$$\frac{E_n}{1000 Q H} = -2 A x + 2 B \sqrt{x + Cx^2}$$

$$\frac{U}{\sqrt{2gH}} = \frac{\Omega_1 k_1}{\Omega k} \left\{ D \sqrt{x} + \sqrt{\frac{1 + Cx}{1 + m^2 + n^2}} \right\}$$

Man findet ferner den Werth von x, für welchen der Nutzeffekt ein Maximum wird, so wie auch den entsprechenden grössten Werth von E_n durch folgende Ausdrücke:

$$(x)_{\text{max. r}} = \frac{1}{2C} \left\{ -1 + \frac{1}{\sqrt{1-C \left(\frac{B}{A}\right)^2}} \right\}$$

$$\left(\frac{E_n}{1000 Q H}\right)_{\text{max. r}} = \frac{A}{C} \left\{ 1 - \sqrt{1-C \left(\frac{B}{A}\right)^2} \right\}$$

Die Schottische Turbine.

210.

Regeln zur Berechnung der Hauptabmessungen derselben.

Diese Turbine könnte zwar füglich ganz mit Stillschweigen übergangen werden, denn sie ist, im Vergleich mit den übrigen Anordnungen, von keinem praktischen Werth. Der Nutzeffekt, welchen sie entwickelt, ist gering, und die Construction derselben ist keineswegs so einfach, als man früher gemeint hat. Der Vollständigkeit wegen mögen aber dennoch die wenigen zur Berechnung der Hauptdimensionen nothwendigen Regeln, so wie auch einige Bemerkungen über die Verzeichnung des Rades folgen.

Wassermenge, welche pr 1'' zugeleitet wird, um einen Nutzeffekt von

$$N_n \text{ Pferdekräften zu erhalten} \quad . \quad . \quad Q = 0.15 \frac{N_n}{H}$$

$$\text{Innerer Halbmesser des Rades} \quad . \quad . \quad R_2 = 0.4 \sqrt{Q}$$

$$\text{Aeusserer Halbmesser des Rades} \quad . \quad . \quad R_1 = 3 R_2 \text{ bis } 5 R_2$$

Summe der Querschnitte der Ausflussöff-

$$\text{nungen am äusseren Umfang des Rades} \quad \Omega_1 = \frac{1.65 Q}{\sqrt{2 g H} \sqrt{\frac{1}{2} \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)}}$$

$$\text{Höhe der Radkanäle} \quad . \quad . \quad . \quad \delta_1 = \frac{1}{2} R_2$$

$$\text{Aeusserer Weite der Radkanäle} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{für 2armige Turbinen} \quad s_1 = \frac{1}{2} \frac{\Omega_1}{\delta_1} \\ \text{für 3armige Turbinen} \quad s_1 = \frac{1}{3} \frac{\Omega_1}{\delta_1} \end{array} \right.$$

Vortheilhafteste Anzahl der Umdrehun-

$$\text{gen der Turbine pr 1 Minute} \quad . \quad . \quad n = \frac{7.3}{R_2} \frac{\sqrt{2 g H}}{\sqrt{2 \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)}}$$