Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **21/22 (1893)**

Heft 20

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Ueber die Regulierung von Turbinen. IV. (Schluss.) — Beleuchtungsanlage der Kuranstalten in Ragaz. — Erwiderung. — Miscellanea: Schwebende Drahtseilbahnen. Eine tragbare elektrische Sicherheitslampe. Petroleumbriquettes. Stunden-Zonen-Zeit. Zahnradbahnen. Zehn von der schweiz. Centralbahn bei Maffei in München bestellte Duplex-Verbund-Lokomotiven. Ueber die amerikanischen Eisenbahnen und die Weltausstellung in Chicago. Ein neuer Explosivstoff. — Konkurrenzen: Krankenhaus in Änggärden. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittelung.

Ueber die Regulierung von Turbinen.

Von *Aurel Stodola*, Professor am eidg. Polytechnikum in Zürich.

IV. (Schluss)

Schlussergebnisse.

Bei der Wahl der Verhältnisse, welche einzuhalten sind, um das Nichtüberschreiten eines vorgeschriebenen Grenzwertes für x_{max}: Π garantieren zu können, ist man angesichts der komplizierten Beschaffenheit der hier vorkommenden Funktionen auf ein probeweises Rechnen angewiesen. Um rascher zum Ziele zu gelangen, würden vorher gerechnete Tabellen notwendig sein, deren gelegentliche Ausarbeitung sich der Verfasser vorbehält.

Sicher ist indessen, dass unter allen Umständen zunehmende Druck- und Geschwindigkeitsschwankungen vermieden werden müssen, und die hierfür als Kriterien aufgestellten Formeln sind glücklicherweise so einfach, dass eine rasche Kontrolle jeder bestehenden oder projektierten Anlage möglich ist. Ebenfalls leicht zu rechnen sind jene Grenzwerte, welche einen Uebergang ohne Schwingung gewährleisten. Um diese Formeln für den Gebrauch handlicher zu machen, sollen sie in den ursprünglichen Bestimmungsgrössen der Turbine ausgedrückt werden. Der ungünstigste Fall für die Regulierung tritt ein, wenn der Motor auf seine maximale Leistungsfähigkeit in Anspruch genommen wird. Es ist dann der Leitkanal voll geöffnet, demnach $f = f_1$ und der Koefficient α_o wird $= \frac{1}{\delta}$, wo δ wie früher definiert, den totalen Ungleichförmigkeitsgrad des Regulators (abgesehen allerdings von der Eigenreibung desselben) bedeutet. Die Anwendung des langsam wirkenden Hilfsmotors involviert, wie aus der Entwickelung erhellt, stets eine Vergrösserung der Schwungmasse oder des Windkessels, deshalb soll jetzt nur die momentane Regulierung in Betracht gezogen werden.

Für die geschlossene Turbine ohne Windkessel war die minimale zulässige Schwungmasse $T_1 > \alpha_o T_2$; jene, bei welcher ein stetiger Uebergang stattfindet $T_1' > (2 + \sqrt{3})\, \alpha_o T_2$

Bezeichnen wir mit

$G_s = Mg$ das reducierte *Gewicht der Schwungmassen*, so wird, nach Substitution der Werte

$$\alpha_o = \frac{1}{\delta} \text{ und } T_2 = \frac{L}{h_o} \frac{c_o}{g}$$

$$G_s > \left(\frac{1}{\delta}\right) \left(\frac{L}{h_o}\right) \left(\frac{c_o}{v_o}\right) P_o \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (53)$$

Es bezeichne ferner

G_w das pro Sekunde durchströmende *Wassergewicht*, dann wird

$$P_o = \frac{\eta\, G_w H}{v_o}$$

Da es sich hier zumeist um Girardturbinen handelt, und wir uns mit approximativen Grenzwerten begnügen können, werde die Umfangsgeschwindigkeit v_o der halben theoretischen Ausflussgeschwindigkeit $v_o = \frac{1}{2} \sqrt{2\, g\, H}$, und die piezometrische Druckhöhe h_o dem ganzen Gefälle H gleich gesetzt. Die Einführung dieser Werte in obige Formel ergiebt

$$G_s > \frac{2\,\eta}{g} \frac{L}{H} \frac{c_o}{\delta} G_w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (54)$$

Ferner war für die geschlossene Turbine mit sehr kleinen Schwungmassen die minimale Grösse des Windkessels im Falle abnehmender Schwankungen bestimmt durch die Relation $T_3 > \frac{T_2}{\varepsilon}$; wir substituieren hier die Werte $T_2 = L\, c_o : h\, g$; $\varepsilon = \zeta_r\, L\, c_o^2 : g\, h_o\, d_o$, und berechnen aus $T_3 = l_o\, p_o : c_o\, (p_o + p_a)$, das *Luftvolumen* $W = F\, l_o$ des Windkessels. Man erhält

$$W_{min} > \frac{\pi}{4} \frac{p_o + p_a}{p_o} \frac{d_o^3}{\zeta_r} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (55)$$

Man kann leicht in der wiederholt angewendeten Weise zeigen, dass ein Uebergang ohne Schwankung stattfinden werde, wenn der Windkessel entsprechend der Relation

$$W > \frac{1}{\varepsilon} \left(2 - \varepsilon + 2 \sqrt{1 - \varepsilon}\right) W_{min}$$

oder für kleine ε entsprechend

$$W > \frac{4}{\varepsilon} W_{min} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (56)$$

gewählt wird.

Nehmen wir schliesslich $\eta = 0{,}75$; $g \cong 10$; $\delta = 0{,}05 = \frac{1}{20}$; ferner, um sicher zu gehen, $\zeta_r = 0{,}02$ und da ein Windkessel doch nur bei Hochdruckturbinen vorkommen wird, als Maximum von $(p_o + p_a) : p_o = (4 + 1) : 4 = 5 : 4$; schliesslich für die Geschwindigkeit in der Zuleitung den passenden Mittelwert

$$c_o = 1 \,.\, m$$

an, so erhalten wir die folgenden bequemen Faustregeln:

$$G_s > 3 \left(\frac{L}{H}\right) G_w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (57)$$

$$W_{min} > 50\, d_o^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (58)$$

d. h. **das reducierte Minimal-Schwunggewicht der geschlossenen Turbine ohne Windkessel ist gleich dem dreifachen Gewicht des sekundlichen Wasserquantums, multipliziert mit dem Verhältnis der Leitungslänge zum Gefälle. Um einen Uebergang ohne Schwingung zu erzielen, muss das $(2 + \sqrt{3}) = 3.7$-fache des so gerechneten Gewichtes genommen werden.**

Der Windkessel-Luftraum einer geschlossenen Turbine mit beliebig kleinen Schwungmassen soll mindestens den 50-fachen Inhalt eines Kubus mit dem Leitungsdurchmesser als Seitenlänge erhalten und ist unabhängig von der Leitungslänge. Um einen Uebergang ohne Schwingung zu erzielen, muss das $4 : \varepsilon$-fache des so gerechneten Volumens genommen werden.

An Hand dieser Faustregeln kann man auch die Frage entscheiden, ob es vorteilhafter sei grosse Schwungmassen oder grosse Windkessel anzuwenden? Offenbar ist es am zweckmässigsten zum jeweilig billigeren Auskunftsmittel zu greifen, und da die Windkesselgrösse von der Leitungslänge unabhängig ist, somit im Falle einer kurzen Leitung die Kosten des Windkessels schwerer in die Wagschale fallen, — andererseits das Schwunggewicht mit der Leitungslänge in geradem Verhältnis zunimmt, wird man für kurze Leitungen wohl die Schwungmasse, für lange Leitungen den Windkessel als geeignetes Remedium empfehlen dürfen.

Verfasser hatte letzthin Gelegenheit, eine Anzahl Turbinenanlagen mit hohem Gefälle und langen Leitungen zu studieren, und fand, dass überall, wo die Regulierung allen Anforderungen genügte, die hier entwickelten Beziehungen eingehalten waren. Als Beispiel mögen die elektrische Beleuchtungsanlage in Genf und die Centralstation für elektr. Beleuchtung und Tramwaybetrieb in Vevey-Montreux angeführt werden. Erstere ist beschrieben im bekannten Werk von Turettini: „Utilisation des forces motrices du Rhône", letztere im September-Heft 1. J. der Zeitschrift „L'Industrie électrique."

In Montreux sind, abgesehen von der Primärmaschine für die elektrische Tramway, welche nur einen zwischen Null und etwa 60 P. S. variierenden Kraftbedarf aufweist, zwei Hochdruckturbinen von je 300 P. S. installiert, welche je zwei für die Beleuchtung bestimmten Wechselstrom-Dynamos antreiben. Zu jedem der grossen Motoren ge-