Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 93/94 (1929)
Heft: 5

Inhaltsverzeichnis

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

INHALT: Saugverluste und Schaufelwirkungsgrad in Aktions-Dampfturbinen. — Die kombinierten Kraftwerke Klosters-Küblis und Davos-Klosters der Bündner Kraftwerke. — Wettbewerb für Universität-Erweiterungsbauten und chem. Laboratorium Bern. — Vom Hauptbahnhof Zürich. — † Konrad Pressel. — Mitteilungen: Kurs über Spektroskopie und Mikrophotographie an der E. T. H. Eidgenössische Technische Hochschule. Rheinkraftwerk Kembs. Der Genfer Automobilsalon. — Wettbewerbe: Bebauungspläne für die Gemeinden Reinach, Menziken und Burg. — Literatur: Experimentelle Methode der Vorausbestimmung der Gesteintemperatur im Innern eines Gebirgmassivs. — Mitteilungen der Vereine: Schweiz. Ing.- und Arch.- und Arch.-Verein. Zürcher Ing.- und Arch.-Verein. — Vortrags-Kalender. S. T. S.

Band 93. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 5

Saugverluste und Schaufelwirkungsgrad in Aktions-Dampfturbinen.

Von Dr. M. KOENIG, Berat. Ing., Zürich.

Die Saugverluste, die durch die von den Düsenaustritt-Stegen ausgehenden Wirbelzöpfe entstehen[1]), sind in neuzeitlichen Turbinen unwesentlich, da durch Zuschärfen der Düsenwände ein Schliessen der Düsenstrahlen vor dem Eintritt ins Laufrad angestrebt wird. Anders liegen die Verhältnisse bezüglich der Saugverluste, die herrühren von der Differenz zwischen Düsenaustrittshöhe und zugehöriger Laufschaufel-Eintrittshöhe, die durch konstruktive Gründe und Ausführungs-Toleranzen bedingt ist. Hier hat die Ejektorwirkung des aus den Düsen austretenden Dampfstrahles merkbare Mischungsverluste am Fusse und am Kopfe der Schaufeln zur Folge, indem Dampf aus der Radkammer auf Kosten der Energie des Arbeitsdampfes mitgerissen wird. In England hat sich für diese Randverluste der Ausdruck „Spillage" eingebürgert.

Prof. Stodola widmet diesem interessanten und wichtigen Gegenstand in der V. Auflage seines Buches eine grundsätzliche allgemeine Betrachtung[2]) und teilt auch einige Ergebnisse mit von Laboratoriumsversuchen zur Bestimmung der Grösse des Saugverlustes.[3])

Wie das Folgende zeigt, scheint es möglich, aus den Stodola'schen Angaben eine Beziehung aufzustellen, die den Einfluss des Mischungsverlustes auf den Schaufelwirkungsgrad rasch ermitteln lässt, und die Resultate liefert, die in guter Uebereinstimmung mit älteren Versuchsergebnissen stehen. Es genügt die Untersuchung für eine Gleichdruckstufe durchzuführen, bei der das Laufrad der Einfachheit halber gleiche Ein- und Austrittswinkel besitzt. Es sei:

φ = Düsenkoeffizient.
ψ_0 = Geschwindigkeitskoeffizient der *langen* Schaufel.
α = Düsenwinkel.
u = Umfangsgeschwindigkeit.
c_1 = Düsen-Austrittsgeschwindigkeit.
m = Masse des Arbeitsdampfes.
m' = Masse des Saugdampfes.
G = Gewicht des Saugdampfes kg/sek.
λ = Mischungskoeffizient.

Ohne Berücksichtigung der Randverluste lautet wie bekannt der Ausdruck für den Umfangswirkungsgrad

$$\eta_{u_0} = 2\,\varphi^2\,(1+\psi_0)\left(\cos\alpha_1 - \frac{u}{c_1}\right)\frac{u}{c_1} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

ψ_0 kann als Geschwindigkeitskoeffizient für eine lange Schaufel aufgefasst werden, für die der Einfluss der Randstörungen verschwindet.

Wird nun die Saugwirkung des Arbeitsdampfstrahles gesondert berücksichtigt, dann tritt an Stelle der Gleichung (1), wie Stodola zeigt, der Ausdruck:

$$\eta_{u_0} = 2\,\varphi^2\,(1+\psi_0)\left(\cos\alpha_1 - \lambda\frac{u}{c_1}\right)\frac{u}{c_1} \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

wo:

$$\lambda = \frac{m+m'}{m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Der Einfluss des Saugverlustes auf den Wirkungsgrad, bezw. der „Spillage"-Faktor η_{sp} ist offenbar gegeben durch das Verhältnis von (1) und (2), d. h.

$$\eta_{sp} = \frac{\cos\alpha_1 - \lambda\frac{u}{c_1}}{\cos\alpha_1 - \frac{u}{c_1}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

[1]) Stodola „Dampfturbinen", V. Aufl., S. 180, Abb. 203.
[2]) Stodola loc. cit., S. 187.
[3]) Stodola loc. cit., S. 180.

Aus den erwähnten Versuchen über die Grösse des Saugverlustes leitet Stodola die Beziehung ab:

$$\frac{G/_{sek}}{f} = 0{,}21\,\gamma\,c_1 - 0{,}05\,(p_a - p_s) \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

wo f = Differenz zwischen Düsen-Austrittsfläche normal zur Düsenaxe und der entsprechenden Projektion der Schaufel-Eintrittsfläche.
γ = Spezifisches Gewicht des Arbeitsdampfes.
c_1 = Austrittsgeschwindigkeit des Düsendampfes.
$p_a - p_s$ = durch den Arbeitsdampfstrahl erzeugter Druckunterschied.

Wie auch Stodola ausführt, ist der erzeugbare Druckunterschied $(p_a - p_s)$ auch bei sehr grossen Dampfgeschwindigkeiten äusserst klein, und es darf wohl in erster Linie gesetzt werden

$$G/_{sek} \cong 0{,}20\,\gamma\,c_1\,f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

$G/_{sek}$ entspricht offenbar dem m' der Formel (3), und es folgt, dass ihr Betrag rd. $^1/_5$ der Menge ist, die mit der Geschwindigkeit c_1 und dem spezifischen Gewicht γ durch die gebotene Fläche f durchströmen könnte.

Wenn δ das totale radiale Spiel und h die theoretische Schaufel-Eintrittshöhe bezeichnet, kann mit den gemachten Annahmen λ angenähert folgendermassen definiert werden:

$$\lambda = 1 + \frac{m'}{m} = 1 + 0{,}2\,\frac{\delta}{h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Mit Kenntnis von λ gemäss dieser Beziehung (7) kann nach Formel (4) der „Spillage"-Faktor gerechnet werden.

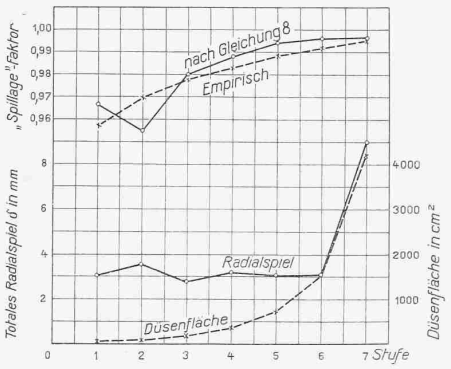

Abb. 1.

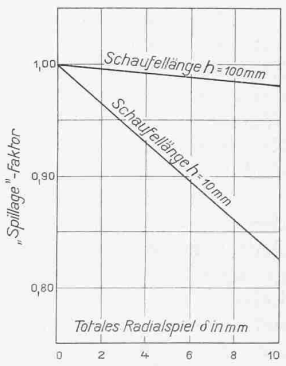

Abb. 2.

Es ist

$$\eta_{sp} = \frac{\cos\alpha_1 - \left(1 + 0{,}2\,\frac{\delta}{h}\right)\frac{u}{c_1}}{\cos\alpha_1 - \frac{u}{c_1}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

In Abb. 1 sind für eine siebenstufige Aktionsturbine (10 000 kW, 3000 Uml/min), in Funktion der Stufen, das totale radiale Spiel und die nach Gleichung (8) berechneten „Spillage"-Faktoren eingetragen. Ein- und Austrittwinkel sind hier nicht die selben, auch gilt für den Wirkungsgrad der Einzelstufe nicht mehr genau der Ausdruck (1) bezw. (2); doch darf angenähert für die relative Abschätzung des Mischungsverlustes Gleichung (8) benützt werden. Ebenso sind in Abb. 1, gestrichelt, die Werte für diesen Faktor angegeben, wie sie sich aus einer empirischen Formel ergeben, die aus älteren englischen Versuchen abgeleitet wurde und die die Düsen-Austrittfläche als einzige Abhängige mit sich führt.

Es zeigt sich hier, wie auch in einer grossen Zahl anderer Fälle, eine gute quantitative Uebereinstimmung zwischen abgeleitetem und empirischem „Spillage"-Faktor.

Die Kurven illustrieren im übrigen, wie sich besonders bei den ersten Stufen, solange die Schaufelhöhen noch klein sind, der Einfluss der Randmischung empfind-