Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **99/100 (1932)**

Heft 17

PDF erstellt am: **23.05.2024**

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: Die Berechnung rotierender Radscheiben mittels konischer Teilringe. — Das Rheinkraftwerk Ryburg-Schwörstadt. — Der junge Maschinen-Ingenieur in der Praxis. — Erweiterungsbau des Warenhauses Brann und Umbau des Pfauentheaters in Zürich (mit Tafeln 11 und 12). — Mitteilungen: Selbstansaugende Sulzer-Kreiselpumpe für Schiffsanlagen. Der Turm des Maschinen-Laboratoriums an der E. T. H. Internation. Vereinigung für Brückenbau und Hochbau, Kongress in Paris vom 19. bis 25. Mai. Eidg. Techn. Hochschule. Die Waterloo-Brücke in London. Neuartige Anordnung der Turbinen eines Niederdruckwasserkraftwerkes. Der neue Bahnhof Chiasso. „Tiefhäuser" in Erdbebengebieten. Schweizerischer Elektrotechnischer Verein. — Nekrologe: Heinrich E. Mezger. Prof. Dr. Josef Popp. — Literatur. — Schweiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 99 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 17

Die Berechnung rotierender Radscheiben mittels konischer Teilringe.

Von Dipl. Ing. CURT KELLER, Escher Wyss Maschinenfabriken A.-G.

Die mit hohen Drehzahlen rotierenden Radscheiben von Dampf- oder Gasturbinen und Turbokompressoren gehören zu den höchstbeanspruchten Konstruktionselementen von Turbomaschinen. Für die sich daher zu ihrem Entwurf als notwendig erweisende Vorausberechnung maximal auftretender Spannungen infolge Fliehkraftwirkung der Schaufeln und Eigenmasse der Scheibe sind verschiedene Verfahren entwickelt worden.[1]) Die exakte Lösung der Differentialgleichung, die dieses Spannungsproblem beherrscht, ist jedoch nur für einige wenige Spezialprofile anzugeben, von denen die im praktischen Maschinenbau verwendeten Profile meist abweichen.

Die bisher wohl bekannteste Rechnungs-Methode (Donath-Grammel) ersetzt daher näherungsweise das allgemeine Scheibenprofil möglichst eng durch eine grössere Zahl von Kreisringen gleicher Dicke (Abb. 1b), die von innen nach aussen fortschreitend sukzessive gerechnet werden und damit näherungsweise den Spannungsverlauf über die ganze Scheibe liefern.

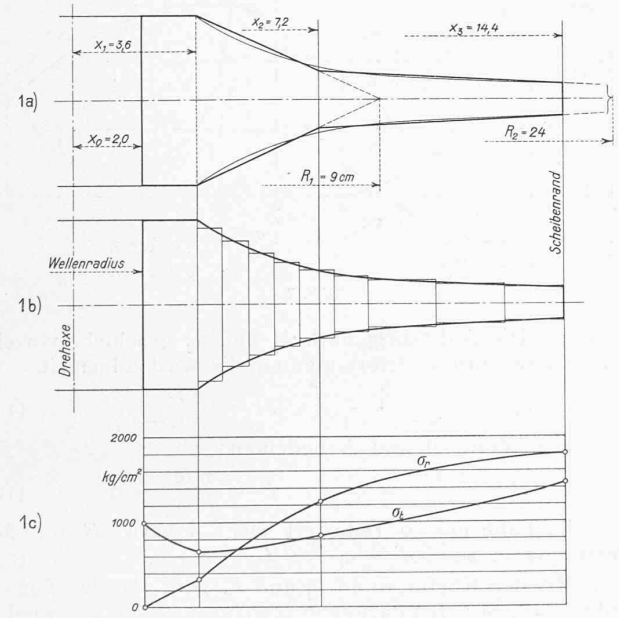

Abb. 1.

Ein neues, ebenfalls sehr einfaches analytisches Verfahren bildet die Näherungsrechnung eines beliebigen Radprofils mittels konischer Teilringe (z. B. Abb. 1a — Die Unterteilung in nur zwei Elemente ist hier mit Rücksicht auf deutliche zeichnerische Darstellung des Rechnungsganges geschehen —). Die Wahl von Konus-Elementen an Stelle der Teilscheiben gleicher Dicke bietet den Vorteil einer bessern Näherung an das wirkliche Radprofil trotz einer bedeutend kleinern Anzahl von Teilelementen und damit Rechnungstufen. Zudem ist keine sprunghafte Aenderung des Querschnittes des Ersatzprofiles und damit des gerechneten Spannungsverlaufes vorhanden.

[1]) Dr. *Huldreich Keller*, Schweiz. Bauzeitung Bd. 54, S. 307 (27. Nov. 1909). Dr. *E. Honegger*, Zeitschrift für angew. Mathematik und Mechanik. Bd. 7, Nr. 2, Jahrg. 1927, ferner Methode *Donath-Grammel* in „Dampf und Gasturbinen" von Stodola. 6. Auflage.

Der früher detailliert entwickelte neue Rechnungsgang[2]) lässt sich durch geeignete mathematische Umformung noch weiter vereinfachen, sodass — wie im folgenden zusammenfassend gezeigt werden soll — die genaue Berechnung beliebiger Radprofile für praktische Zwecke auf ein Minimum an Rechnungsarbeit ohne Einbusse an Genauigkeit reduziert werden kann.

Es bedeuten im folgenden wie in der ursprünglichen Entwicklung die Bezeichnungen:

E = $2,1 \cdot 10^6$ kg/cm², Elast.-Modul des Scheibenmaterials.
ν = 0,3 Querkontraktions-Koeffizient.
$E^* = \frac{E}{1-\nu^2} = 2,308 \cdot 10^6$ kg/cm².
γ = $7,86 \cdot 10^{-3}$ kg/cm³ Spez. Gewicht des Scheibenmaterials.
μ = $8,01 \cdot 10^{-6}$ kg/cm^{-4} sec² Spez. Masse.
x = Abstand eines Punktes von der Axe in cm.
y = Dicke der Scheibe im Abstand x in cm.
ξ = radiale Verschiebung eines Punktes in cm.
R = Abstand von der Axe in cm, für den die Teilscheibendicke $y = 0$ wird.
t = dimensionslose Ersatzvariable für x, dadurch gekennzeichnet, dass für $x = 0$, $t = 0$, für $x = R$, $t = 1$ oder $t = x/R$.
$\cdot$ = Ableitung nach t, $'$ = Ableitung nach x.

Index 100 (z. B. $\xi_{0_{100}}$) gilt für Scheibe mit $R = 100$ cm.
Es ist ferner:
Ableitung nach $t = R$ mal Ableitung nach x, z. B.

$$\xi^{\cdot} = \xi' \cdot R$$

Für die Radialspannung σ_r und die Tangentialspannung σ_t einer Teilscheibe gilt allgemein:

$$\left.\begin{aligned} \sigma_r &= \frac{E^*}{R}\left(\xi^{\cdot} + \frac{\nu}{t}\xi\right) \\ \sigma_t &= \frac{E^*}{R}\left(\nu\,\xi^{\cdot} + \frac{1}{t}\xi\right) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

Die radiale Verschiebung ξ sowie deren Ableitung $\xi^{\cdot}$ lässt sich nun für eine konische Scheibe ausdrücken durch

$$\begin{aligned} \xi &= \xi_0 + K_1\,\xi_r + K_2\,\xi_r^* \\ \xi^{\cdot} &= \xi_0^{\cdot} + K_1\,\xi_r^{\cdot} + K_2\,\xi_r^{*\cdot} \end{aligned} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

K_1 und K_2 sind Konstantwerte für einen Konus R und von den Randbedingungen abhängig. Die Grössen ξ_r, $\xi_r^{\cdot}$, ξ_r^*, $\xi_r^{*\cdot}$ sind nur Funktionen von t und unabhängig von R oder ω (vergl. Tabelle I). Von R und ω abhängig ist allein ξ_0 bezw. $\xi_0^{\cdot}$, und zwar gilt:

$$\left.\begin{aligned} \xi_0 &= \xi_{0_{100}}\left(\frac{R}{100}\right)^3\left(\frac{\omega}{314}\right)^2 \\ \xi_0^{\cdot} &= \xi_{0_{100}}'\left(\frac{R}{100}\right)^2\left(\frac{\omega}{314}\right)^2 R \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

Führt man nun die Werte ξ und $\xi^{\cdot}$ der Gleichungen (2) in die Spannungsgleichungen (1) direkt ein, so folgt

$$\left.\begin{aligned} \sigma_r\frac{R}{E^*} &= \left(\xi_0^{\cdot} + \frac{\nu}{t}\xi_0\right) + K_1\left(\xi_r^{\cdot} + \frac{\nu}{t}\xi_r\right) \\ &\qquad + K_2\left(\xi_r^{*\cdot} + \frac{\nu}{t}\xi_r^*\right) \\ \sigma_t\frac{R}{E^*} &= \left(\nu\xi_0^{\cdot} + \frac{1}{t}\xi_0\right) + K_1\left(\nu\xi_r^{\cdot} + \frac{1}{t}\xi_r\right) \\ &\qquad + K_2\left(\xi_r^{*\cdot}\nu + \frac{1}{t}\xi_r^*\right) \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (4)$$

[2]) Erstmalig beschrieben in der Stodola-Festschrift 1929, *C. Keller:* „Beitrag zur analytischen Berechnung hochbelasteter Radscheiben", und Escher Wyss-Mitteilungen Nr. 1, Jahrgang 1929.