

Bei der Anwendung der an einem Zylinder abgeleiteten Formel auf anders gestaltete Teile ist zu untersuchen, ob die Ausbildung der Formänderungen durch das Wärmegefälle vollständig gehindert ist. Andernfalls treten z. B. an geeignet gestalteten kegelligen oder kugelligen Deckeln beträchtliche Verminderungen der Spannungen ein.

Die durch die Temperaturzuckungen CD und CE , Abb. 1760, bedingten Zusatzspannungen lassen sich annähernd wie folgt ermitteln auf Grund zweier Bedingungen: daß 1. die radialen Ebenen des Zylinders eben bleiben und daß 2. die Summe der durch die Erhitzung erzeugten Zug- und Druckkräfte Null sein muß.

In Abb. 1763 ist der Temperaturverlauf in einem Querschnitt durch den Zylinder in dem Augenblick des stärksten Ausschlages vergrößert durch die Linie DF gegenüber

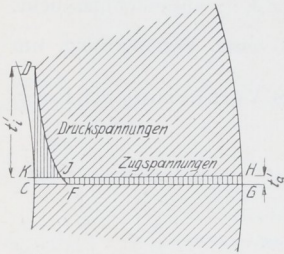


Abb. 1763. Zur Ermittlung der zusätzlichen Wärmespannungen.

der senkrecht zur Wandung gelegten Grundlinie CFG dargestellt. Die im Gebiet CFD liegenden Fasern suchen sich den Ordinaten von DF gemäß auszudehnen, werden aber daran durch die sie umgebenden Schichten gehindert und kommen so unter Druckspannungen, denen Zugkräfte in den äußeren Fasern das Gleichgewicht halten. Unter der Voraussetzung, daß die Spannungen den durch die Wärme bedingten Dehnungen verhältnismäßig sind, wird auch der Verlauf der Druckspannungen der Linie FD entsprechen. Die Zugspannungen sind dann durch die Ordinaten der Fläche $FGHJ$ dargestellt, die so gewählt ist, daß FG und JH durch die Zylinderachse gehen, also radial gerichtet sind und daß ihr Flächeninhalt gleich dem der Fläche KJD ist, in Erfüllung der beiden oben angeführten Bedingungen. Die Strecke KD ist verhältnismäßig der größten an der Innenfläche auftretenden Anstrengung auf Druck, GH derjenigen auf Zug an der Außenfläche des Zylinders. Ihre zahlenmäßige Größe folgt an Hand der Temperaturen, denen KD und GH entsprechen ($KD = t'_i = 13^\circ$, $GH = t'_a = 1^\circ$):

$$\sigma'_i = 1,43 \frac{\gamma}{\alpha} t'_i; \quad \sigma'_a = 1,43 \cdot \frac{\gamma}{\alpha} t'_a. \quad (508)$$

Den Verlauf von DJ genau zu bestimmen, ist sehr umständlich; wird er in erster Annäherung geradlinig angenommen, so fällt die Druckspannung etwas zu niedrig, die Zugspannung etwas zu hoch aus.

Unmittelbare Messungen der in den Zylinderwandungen auftretenden Wärmegrade ergaben an einer Viertakt-U-Bootmaschine ein Gefälle von 86° . Noch größer sind die Temperaturunterschiede in den Wandungen von Zweitaktmaschinen. Das von Eichelberg [XXIII, 5] an einem Schiffsdieselmotor von Sulzer gefundene größte Wärmegefälle von 110 bis 120° , das, von der auf der Kühlwasserseite gemessenen Temperatur ausgehend, berechnet wurde, dürfte nahe der zulässigen oberen Grenze liegen, da an einem Versuchszyliner der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg [XXIII, 6], an dem $300,5^\circ$ an der Innen-, $144,5^\circ$ an der Außenfläche, also 156° Gefälle gemessen wurden, stählerne Kühlringe im Innern des Zylinders eingebaut werden mußten.

Zahlenbeispiel 12. An dem oben erwähnten gußeisernen Laufzylinder mit 120° Temperaturgefälle entstehen bei einer Ausdehnungszahl $\gamma = 0,0000115$ und einer Elastizitätszahl $\alpha = \frac{1}{1000000} \text{ cm}^2/\text{kg}$ tangentielle Anstrengungen, die nach den Formeln (505) und (507) zwischen:

$$\sigma_i = \pm 1,25 \frac{\gamma}{\alpha} \frac{t_i - t_a}{2} = \pm 1,25 \cdot 0,0000115 \cdot 1000000 \cdot \frac{120}{2} = \pm 863$$

und

$$\sigma'_i = \pm \frac{\gamma}{\alpha} \frac{t_i - t_a}{2} = \pm 690 \text{ kg/cm}^2$$

liegen.