

Zu ihnen treten noch die durch den Betriebsdruck bedingten Spannungen. An der Stelle des höchsten Wärmegefälles hatte die Laubbüchse bei 520 mm Bohrung eine Wandstärke  $s = 50$  mm, war jedoch durch eine Verdickung am Ende erheblich verstärkt. Bei  $p_i = 40$  at Verbrennungsdruck ergibt sich aus der Kurve  $bb$  der Abb. 59 mit:

$$\frac{r_a}{r_i} = \frac{31}{26} = 1,192, \quad \sigma_{z\max} = 6,06 \cdot p_i$$

oder aus Formel (58a) eine größte Anstrengung an der Zylinderinnenfläche von:

$$\sigma_{z\max} = p_i \frac{0,7 \cdot r_i^2 + 1,3 r_a^2}{r_a^2 - r_i^2} = 40 \frac{0,7 \cdot 26^2 + 1,3 \cdot 31^2}{31^2 - 26^2} = 242 \text{ kg/cm}^2,$$

an der Außenfläche nach (59):

$$\sigma_z = 2 \cdot p_i \frac{r_i^2}{r_a^2 - r_i^2} = 2 \cdot 40 \cdot \frac{26^2}{31^2 - 26^2} = 190 \text{ kg/cm}^2,$$

Werte, die sicher wegen der Verstärkung des Zylinderendes zu hoch sind. Nimmt man schätzungsweise nur die Hälfte an, so steigt die Zugbeanspruchung an der Außenfläche immerhin auf 785 bis 958 kg/cm<sup>2</sup> und sinkt an der Innenfläche auf — 569 bis 742 kg/cm<sup>2</sup>. Die Wärmespannungen infolge der Temperaturschwingungen treten nicht gleichzeitig mit den Beanspruchungen durch den höchsten inneren Druck auf, sondern hinken diesen zeitlich nach, so daß auch keine Summierung der in Frage kommenden Beanspruchungen eintritt. Sie sind aber nicht unbedeutend:

$$\sigma'_i = -1,25 \cdot \frac{\gamma}{\alpha} t'_i = -1,25 \cdot 0,0000115 \cdot 1000000 \cdot 13 = -187 \text{ kg/cm}^2$$

Druckspannung an der Innenfläche,

$$\sigma'_a = 1,25 \cdot 0,0000115 \cdot 1000000 \cdot 1 = +14,4 \text{ kg/cm}^2$$

Zugspannung an der Außenfläche. Eine nähere Untersuchung der Temperatur- und Spannungsverteilung an Zylindern und Deckeln siehe [XXIII, 5].

Die gefundenen Werte sind auch insofern zu hoch, als die Elastizitätszahl  $\alpha$  an Gußeisen nicht unveränderlich, sondern von der Art der Beanspruchung, auf Druck oder Zug, abhängig ist und mit steigender Zugspannung zunimmt. Daher wird der Spannungsverlauf in der Zylinderwand nicht geradlinig nach  $CDE$ , Abb. 1764, sein, wie bei der Berechnung angenommen, sondern einer Kurve  $FGH$  folgen, ähnlich, wie es in gußeisernen, auf Biegung beanspruchten Stäben nachgewiesen ist. Dabei verschiebt sich die Nulllinie von  $D$  nach  $G$ , die Zugspannung sinkt von  $BE$  auf  $BH$ , während die Druckspannung von  $AC$  auf  $AF$  wächst. Ob es richtiger ist, die Sicherheit der Teile gegenüber den ermittelten tangentialen Wärmespannungen nach der Biegefestigkeit statt nach der Zugfestigkeit des verwandten Gußeisens zu beurteilen, müssen noch Versuche zeigen.

Im allgemeinen nehmen die Wärmespannungen mit der Ausdehnungszahl  $\gamma$  des Werkstoffes zu, mit der Elastizitätszahl  $\alpha$  ab, so daß sie z. B. im Stahlguß rund doppelt so groß wie im Gußeisen werden. Der Ersatz gußeiserner Stücke durch Stahlgußteile bietet also im Falle großer Wärmespannungen wenig Aussicht auf Erfolg, weil zwar die Zugfestigkeit des letzteren größer ist, die Wärmespannungen aber etwa im gleichen Maße wachsen. Weiterhin ist noch zu beachten, daß die Überschätzung der Wärmezugspannungen in gußeisernen Wandungen, wie sie an Hand der Abb. 1764 erläutert wurde, wegfällt, weil Verhältnismäßigkeit zwischen Formänderungen und Spannungen bis zur Fließgrenze

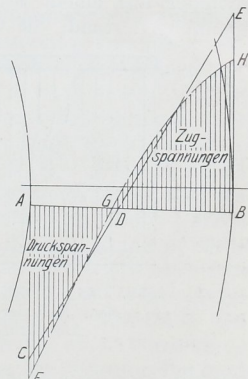


Abb. 1764. Verlauf der Wärmespannungen in gußeisernen Wandungen.