

In gußeisernen Wandungen wird mit $m = 5$:

$$\sigma_t = \sigma_i = 1,25 \frac{\gamma}{\alpha} \frac{t_i - t_a}{2}, \quad (505)$$

in schmiedeisernen mit $m = \frac{10}{3}$:

$$\sigma_t = \sigma_i = 1,43 \frac{\gamma}{\alpha} \frac{t_i - t_a}{2}. \quad (506)$$

Gleich hohe Anstrengungen, aber auf Druck, entstehen, Unveränderlichkeit der Dehnungszahl α vorausgesetzt, an der Innenfläche des Zylinders, wo sich die Faser von der Länge $l_i = \zeta r_i$ unter der Wirkung von t_i^0 um das Maß $\zeta \cdot r_i t_i \cdot \gamma$ auszudehnen sucht, während einer gleichmäßigen Erwärmung auf $\frac{t_i + t_a}{2}$ nur eine Verlängerung um $\zeta \cdot r_i \frac{t_i + t_a}{2} \cdot \gamma$ entspricht. Der Unterschied, d. i. die notwendige Verkürzung der Faser, beträgt:

$$\delta = \zeta \cdot r_i \gamma \left(t_i - \frac{t_i + t_a}{2} \right) = \zeta r_i \cdot \gamma \cdot \frac{t_i - t_a}{2}.$$

Die auf die Längeneinheit bezogene Stauchung der inneren Faser $-\varepsilon = -\frac{\delta}{l_i} = -\gamma \cdot \frac{t_i - t_a}{2}$ ist zahlenmäßig ebenso groß, wie die Dehnung der äußeren, ergibt mithin auch gleich große Anstrengungen:

$$\sigma_t = \sigma_i = -\frac{m}{m-1} \frac{\gamma}{\alpha} \frac{t_i - t_a}{2}. \quad (504)$$

Der Spannungsverlauf in der Wandung ist geradlinig; die Zug- und Druckspannungen halten sich gegenseitig im Gleichgewicht.

Die eben abgeleiteten Formeln gelten für den Fall, daß die Ausbildung der Formänderungen, welche die Erwärmung in den einzelnen Schichten hervorzurufen sucht, vollständig gehindert ist. Das trifft z. B. für den mittleren Teil eines längeren Zylinders zu, der überall gleich großem Wärmegefälle ausgesetzt ist, jedoch nicht für Zylinder von Verbrennungsmaschinen in mehrfacher Beziehung, denn:

1. ist das Wärmegefälle in den einzelnen Querschnitten verschieden, weil die Temperatur bei der Ausdehnung der Gase rasch sinkt, so daß nur ein verhältnismäßig kurzes Stück des Zylinders der Einwirkung der höchsten Temperatur und dem entsprechend hohen Wärmegefälle ausgesetzt ist, in den übrigen Teilen aber günstigere Verhältnisse vorliegen;

2. können sich die Formänderungen an den Enden der Zylinder mehr oder weniger weitgehend unter Verminderung der Längsspannungen ausbilden, an den freien Enden von Lauffbüchsen sogar vollkommen, Abb. 1762 links, so daß die Längsspannungen dort Null werden;

3. können erhebliche Störungen der Spannungsbildung durch Unterbrechungen der Läufläche oder durch Anhäufungen des Werkstoffes eintreten. Je nach den Umständen erhöhen oder erniedrigen solche Störungen die Spannungen.

Für einen einfachen Zylinder folgt aus Punkt 2, daß die aus der Formel (504) berechnete Anstrengung einen oberen Grenzwert darstellt. Einen unteren Grenzwert σ'_t gewinnt man, wenn man in der Beziehung (503) $\sigma_i = 0$ setzt:

$$\sigma'_t = \frac{\varepsilon_t}{\alpha} = \pm \frac{\gamma}{\alpha} \frac{t_i - t_a}{2}. \quad (507)$$

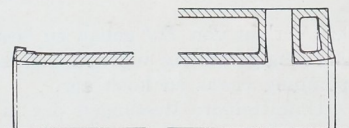


Abb. 1762. Formänderungen an den Enden offener und doppelwandiger Zylinder.