Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 97/98 (1931)

Heft: 8

Inhaltsverzeichnis

Band 97 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. **Nr. 8**

Die schmiedbaren Leichtmetall-Legierungen in der Maschinenindustrie.

Von Dr. MAX KOENIG, beratender Ingenieur, Zürich.

(Schluss von Seite 81.)

c) Torsion.

Unter der Einwirkung des Torsionsmomentes M entsteht die Schubspannung $\tau = \frac{M_T}{W}$. Der Stab muss so bemessen werden, dass sein polares Widerstandsmoment

$$W_p \geq \frac{M_T}{\sigma_{zul}}$$

ist, oder es wird auch oft einfach der zulässige Torsionswinkel für den laufenden Meter vorgeschrieben (z. B. $\leq 1/4^0$). Für den Torsionswinkel gilt

$$\varphi = \frac{180}{\pi} \frac{M_T\, l}{G\, J\, p},$$

worin G hier den Schubmodul bedeutet.

Bei gleichem Moment und verhältnismässig gleichen Schubspannungen (als Schubspannung kann etwa das 0,7 fache der zulässigen Zugbeanspruchung genommen werden) verhalten sich die Balkengewichte wie bei Biegung, d. h.

$$\frac{G_L}{G_S} = \frac{\gamma_L}{\gamma_S} \left(\frac{\sigma_S}{\sigma_L}\right)^{2/3}$$

Auch für das Verhältnis der Deformationsarbeit

$$A = \frac{M_T^2\, l}{2\, G\, J\, p}$$

erhalten wir einen Ausdruck, der sich von jenen bei Biegung nur dadurch unterscheidet, dass an Stelle des Elastizitätsmoduls der Schubmodul G oder dessen Aequivalent $\frac{E}{2(1+\nu)}$ getreten ist.

$$\frac{A_L}{A_S} = \frac{G_S}{G_L}\left(\frac{\sigma_L}{\sigma_S}\right)^{4/3} = \frac{1+\nu_L}{1+\nu_S}\,\frac{E_S}{E_L}\left(\frac{\sigma_L}{\sigma_S}\right)^{4/3}$$

Die Gewichte von Stäben mit gleichem Torsionsmoment und *gleichem Torsionswinkel* φ verhalten sich wie

$$\frac{G_L}{G_S} = \frac{\gamma_L}{\gamma_S}\left(\frac{G_S}{G_L}\right)^{1/2} = \frac{\gamma_S}{\gamma_L}\left(\frac{1-\nu_L}{1-\nu_S}\,\frac{E_S}{E_L}\right)^{1/2}$$

Das selbe Gewichtsverhältnis zeigen auch Stäbe gleicher Torsionsfestigkeit $G\,J\,p$.

d) Knickung.

Auf Knickung müssen Konstruktionselemente geprüft werden, die eine im Verhältnis zum Querschnitt grosse Länge besitzen. Als Schlankheit eines Stabes bezeichnet man das Verhältnis l_0/i, wo l_0 die freie Knicklänge und i den Trägheitsradius des Querschnittes mit dem kleinsten Trägheitsmoment bedeuten. Die Euler'sche Formel für die Knickbelastung

$$P_K = c\,\frac{J\,E}{l_0^2} = n\,Q$$

gilt für l_0/i-Werte ≥ 100. Für kleinere Werte sind die Tetmajer'schen Formeln heranzuziehen, n = Sicherheitsfaktor, Q = zulässige Belastung. Der Stab wird so bemessen, dass

$$J_{\min} \geq \frac{n\,Q\,l_0^2}{\pi^2\,E}$$

Dabei ist besonders bei gedrungenen Stäben nachzuprüfen, ob nicht etwa die Druckspannungen ausschlaggebend werden, Für solche gedrückte Stäbe sind zentralsymmetrische Rohr-, Hut- und Kastenformen (event. durch Zusammenbau verschiedener Profile erhalten) am zweckmässigsten, da sie bei kleinem Gewichte grosse Trägheitsmomente bieten.

Die Gewichte von kreisrunden, auf gleiche Knicklast P_K bemessener Stäbe verhalten sich bei gleicher Knicklänge wie

$$\frac{G_L}{G_S} = \frac{\gamma_L}{\gamma_S}\left(\frac{E_S}{E_L}\right)^{1/2}$$

Zahlenmässig ausgewertet ergeben sich die gleichen Verhältnisse wie unter Biegung (gleiche Auslenkung), siehe Tabelle V.

Das Durchmesserverhältnis ist unter diesen Voraussetzungen

$$\frac{d_L}{d_S} = \left(\frac{G_L\,\gamma_S}{G_S\,\gamma_L}\right)^{1/2} \cong 1,3$$

d. h. der Leichtmetallstab hat einen um etwa 30 % grössern Durchmesser.

Besonderes Interesse bieten die Verhältnisse bei

e) Stoss.

Wenn auf einen vollkommen elastischen Stab eine *unendlich grosse Masse* mit der Geschwindigkeit W aufstösst, dann entsteht eine Kompressionswelle, die sich mit der Schall-Geschwindigkeit a durch den Stab fortpflanzt. Nach dem Prinzip vom Antrieb und Bewegungsgrösse ergibt sich die spezifische Beanspruchung (Druck oder Zug) als

$$\sigma = \mu\, a\, W$$

Die Schallgeschwindigkeit a im Material ist abhängig von der spezifischen Masse $\mu\left(=\frac{\gamma}{g}\right)$ und dem Elastizitätsmodul. Es ist $a = \sqrt{\frac{E}{\mu}}$. Darnach ist die Schallgeschwindigkeit in *Stahl*

$$a_S = \sqrt{\frac{22 \times 981 \times 109}{7,85 \times 104}} = 5240 \text{ m/sec}$$

und in der *Leichtlegierung*

$$a_L = \sqrt{\frac{0,75 \times 98^1 \times 10^9}{2,72 \times 10^4}} = 5200 \text{ m/sec}$$

also praktisch gleich.

Immer unter der Voraussetzung einer unendlich grossen Schlag-Masse verhalten sich dagegen die Stossbeanspruchungen wie

$$\frac{\sigma_L}{\sigma_S} = \left(\frac{\gamma_L\,E_L}{\gamma_S\,E_S}\right)^{1/2}$$

Praktisch wichtiger sind die Stoss-Beanspruchungen unter dem *Einfluss* von Schlägen *endlicher Massen m,* wie sie z. B. beim raschen Heben (Ziehen) von Ventilen mit schweren Ventiltellern in den Spindeln auftreten. Hier wird für einen Stab die Gleichung der Beanspruchung von der Form $\sigma = W\sqrt{\frac{m\,E}{F\,l}}$, sodass unter der Voraussetzung *gleicher Sicherheit bezogen auf Streckgrenze* für das Gewichtsverhältnis entsprechender Stäbe der Ausdruck

$$\frac{G_L}{G_S} = \left(\frac{\sigma_s}{\sigma_L}\right)^2 \frac{\gamma_L\,E_L}{\gamma_s\,E_S}$$

entsteht.

Für Baustahl 37 ergibt sich $\frac{G_L}{G_S} = 0,075$. Dieser Wert zeigt besonders deutlich die Eignung und Ueberlegenheit der Leichtlegierungen bezüglich Stossbeanspruchungen. Sogar gegenüber dem Cr-Ni-Stahl ergibt sich noch immer eine Gewichtsverminderungsmöglichkeit von rd. 50 %.

Interessant ist es auch, in Abhängigkeit vom Konstruktionsmaterial die Kräfte zu vergleichen, die beim Zusammenprallen von zwei sich bewegenden Massen auftreten. Praktisch ist der Fall gegeben durch Schwer- und Leichtmetall-Bahnwagen.

Für die Impulsänderung beim Zusammenstoss gilt

$$P = (1 + k)\,(v_1 - v_2)\,\frac{m_1\,m_2}{m_1 + m_2}$$

worin k die Stossziffer und $v_1 - v_2$ die Differenz der Wagengeschwindigkeiten beim Zusammenstoss bedeuten.

Wenn wir eine Ganzstahl- mit einer theoretischen Ganzleichtmetallegierung-Ausführung vergleichen, so wird