Dinnik, A. N. (Akademiemitglied)

Stabilität krummliniger Gitter

Deutsche Vollübersetzung aus dem Russischen

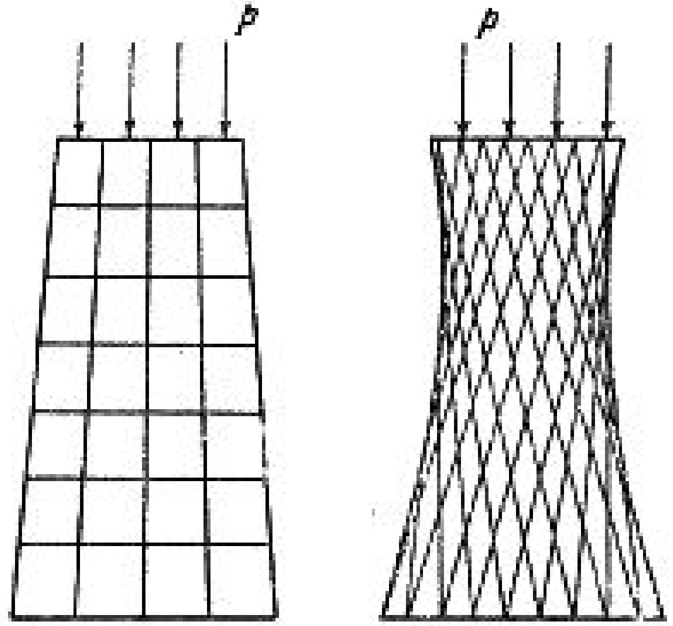
Quelle:
Dinnik, A. N.: Ustojčivost' uprugich sistem. Moskva: 1950, S. 128 – 130 (Glava VII. Različnye slučai ustojčivosti. § 61)
Russ.: Устойчивость криволинейных решеток
Ustojčivost' krivolinejnych rešetok

Ein kompliziertes Lösungsproblem ist die Stabilität von Gittern mit krummlinigem Verlauf, z.B. als Zylinder oder Konus, bestehend aus geraden Komponenten und waagrechten Ringen (Abb. a), oder eine netzförmige Konstruktion mit hyperboloider Gestalt, bestehend aus zwei Systemen geradliniger schräger Komponenten und waagrechten Ringen (Abb. b). Diese zweite Konstruktion, vorgestellt von Šuchov, fand sehr starke Verbreitung beim Bau von Wassertürmen, Leuchttürmen, Sendetürmen und dgl. Bei der Lösung all dieser Probleme muß man sowohl die Verbiegung der Stäbe und Ringe berücksichtigen als auch ihre Verdrehung. Die Stützen können sich in radialer und tangentialer Richtung verbiegen.

In erster Näherung kann die kritische Last auf eine Stütze dargestellt werden durch die Gleichung

$$P_{kr} = \frac{0{,}8\pi^2 E_{St.rd^{m^2}}}{h^2}\left\{1+0{,}25\frac{I_{St.tg}}{I_{St.rd}}+\frac{2}{mn}\left[\frac{I_{Ring.rd}}{I_{St.rd}}\cdot\frac{18}{\pi^3}\sum_0^q\left(\frac{h}{m}\right)^3\frac{1}{R_q^3}\sin^2\frac{\pi k}{q}+\frac{I_{Ring.tg}}{I_{St.rd}}\pi\sum_0^q\left(\frac{h}{m}\right)\frac{1}{R_q}\sin^2\frac{m\pi k}{q}\right]\right\}.$$

Hier bezeichnen h die Turmöhe, R_q den Radius des q-ten Ringes, $k = 1, 2, 3, \ldots$, q die Nummer des Ringes, ohne Berücksichtigung des unteren Stützringes; für ihn ist $k = 0$; q Gesamtzahl der Ringe, n Anzahl der Stützen, $I_{St.rd}$ Trägheitsmoment der Stütze bei Durchbiegung in radialer Richtung, $I_{St.tg}$ dasselbe bei Durchbiegung der Stütze in tangentialer Richtung, $I_{St.rd}$ Trägheitsmoment der Stütze bei Durchbiegung in radialer Richtung, $I_{Ring.rd}$ Trägheitsmoment der Ringe bei Durchbiegung in radialer Richtung, $I_{Ring.tg}$ dasselbe in radialer Richtung, m Anzahl der Halbwellen in Längsrichtung bei Verdrehung der Stützen.



a **b**

Die Zahl m muß so gewählt werden, daß die kritische Last P_{kr}, berechnet nach obiger Gleichung, am geringsten ist. Die Anzahl der Halbwellen für die verformbaren Ringe wird mit 2 angenommen, d.h. es wird unterstellt, der Ring nimmt eine elliptische Form an.

Die Abstände zwischen den Ringen sind fast immer gleich. Bei ungleichen Abständen wird die dementsprechende Berechnungsgleichung[1] etwas komplizierter. Man darf annehmen, daß die angegebene Gleichung einen etwas zu kleinen Wert ergibt.

Beispiel. Wir haben einen Šuchov-Turm mit der Höhe h = 43,5 m, der Ringzahl q = 20, deren Radius zwischen 2,82 und 8,4 m variiert; Anzahl der Stützen n = 40; die 10 oberen Ringe sind aus 75 x 75 x 8 mm Winkeleisen, die 10 unteren aus 75 x 75 x 10 mm Winkeleisen. Die obere Hälfte der Stützen ist aus 100 x 100 x 12 mm Winkeleisen. Der Abstand zwischen den Ringen ist immer gleich.

Nach unserer Gleichung für die kritische Last erhalten wir für verschiedene Werte der Halbwellenzahl folgende Tabelle:

m	1	2	3	4
P_{kr}	17	6,7	5,1	5,5

[1] Dinnik beschreibt die Gleichung im vorhergehenden § 60 „Stabilität eines Rahmens“:
$tg\frac{kl}{2}+\frac{B}{B_1}\frac{l_1}{l}\frac{kl}{2}=0.$ (Anm.d.Übers.)

Bei weiterer Zunahme der Zahl m nimmt auch die kritische Last zu. Somit beträgt die kritische Last für jede Stütze 5,1 t und für den gesamten Turm (40 Stützen) 204 t.

Auf diesen Turm wurde ein Behälter mit 250 m^3 Volumen gesetzt. Der Turm brach einige Tage nach seiner Inbetriebnahme zusammen, wobei er nicht seitwärts einstürzte, sondern wie eine Ziehharmonika: der Wasserbehälter und fast alle Teile des zusammengebrochenen Turms lagen innerhalb des Fundaments. Daraus geht klar hervor, daß die ungenügende Stabilität des Turmes der Grund für seinen Zusammensturz war.

Stuttgart, den 3. Januar 2011

übersetzt von

Ottmar Pertschi

(Ottmar Pertschi)
Dipl.-Übersetzer