

ТЕОРИЯ СООРУЖЕНИЙ

В. В. Пинаджян

К расчету соединительных элементов составных стальных стержней

(Представлено А. Г. Назаровым 29 XI 1947)

Расчет соединительных элементов составных центрально-сжатых стальных стержней не представляет затруднений, если известна поперечная сила Q . В действующих нормативных указаниях имеются существенные противоречия по определению Q . Попытаемся составить обоснованную расчетную формулу поперечной силы для центрально-сжатых составных стержней, выполненных из обычной строительной стали.

Критическая (разрушающая) нагрузка для сжатых прямых стержней при продольном изгибе вычисляется по следующей формуле:

$$N_p = \varphi \cdot F_{бр} \cdot \sigma_t \quad (1)$$

Допускаемая нагрузка при коэффициенте запаса $k = \frac{\sigma_t}{[\sigma]}$ равна:

$$N_d = \frac{N_p}{k} = \varphi \cdot F_{бр} \cdot [\sigma]. \quad (2)$$

В приведенных выше формулах приняты следующие условные обозначения:

φ — наименьший коэффициент понижения допускаемого напряжения при продольном изгибе;

$[\sigma]$ — нормальное допускаемое напряжение при сжатии;

σ_t — предел текучести;

$F_{бр}$ — площадь сечения стержня брутто.

Нами на основании теоретических исследований С. П. Тимошенко⁽¹⁾, Н. С. Стрелецкого⁽²⁾, А. Г. Назарова⁽³⁾, Э. Хвалла⁽⁴⁾, К. Ечек⁽⁵⁾, опытов С. Н. Никифорова⁽⁶⁾, Салмона⁽⁷⁾, К. С. Завриева⁽¹¹⁾ и наших опытно-теоретических исследований^(8,9,10) предлагаются следующие формулы коэффициента φ для центрально-сжатых стальных стержней с пределом текучести $\sigma_t = 2400 \text{ кг/см}^2$:

$$\text{при } \lambda \leq 110 \quad \varphi = 1 - 0,4 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad (3)$$

$$\text{при } \lambda > 110 \quad \varphi = 0,25 + \frac{4300}{\lambda^2} - \frac{0,8\lambda}{1000} \quad (4)$$

Следуя методу К. С. Завриева⁽¹¹⁾, находим следующее выражение для стрелы прогиба при критическом состоянии сжатого элемента:

$$y_0 = \left(\frac{1}{\varphi} - 1 \right) s, \quad (5)$$

где $s = \frac{W_{6p}}{F_{6p}}$ радиус ядра сечения сжатой зоны.

Исходя из предположения, что ось сжатого стержня изогнута по синусоиде, получим следующее значение критической поперечной силы:

$$Q_p = N_p \cdot M_{\max} \left(\frac{dy}{dx} \right) = N_p \cdot y_0 \frac{\pi}{l} \quad (6)$$

Подставляя значение y_0 из (5) в (6) и принимая во внимание, что гибкость $\lambda = \frac{l}{r}$, получим:

$$Q_p = \frac{\pi \cdot s}{\lambda \cdot r} \left(\frac{1}{\varphi} - 1 \right) N_p \quad (7)$$

Принимая коэффициент запаса „К“ для критической силы из формулы (7) получим:

$$Q = \frac{Q_p}{k} = \frac{\pi \cdot s}{\lambda \cdot r} \left(\frac{1}{\varphi} - 1 \right) N_g \quad (8)$$

Подставляя значение N_g из (2) в (8), находим:

$$Q = \frac{\pi \cdot s \cdot [\sigma]}{\lambda \cdot r} \cdot (1 - \varphi) F_{6p} \quad (9)$$

Для современных основных типов сечений металло-конструкций можно принять $s/r \cong 0,85$.

Подставляя в формулу (9) значения коэффициентов φ из (3) и (4) и принимая $[\sigma] = 1400 \text{ кг/см}^2$, $s/r = 0,85$ находим: при гибкости элемента $\lambda \leq 110$

$$Q = 0,15 \lambda \cdot F_{6p}, \quad (10)$$

при гибкости элемента $\lambda > 110$

$$Q = \left[3 + \frac{2800}{\lambda} - \left(\frac{252}{\lambda} \right)^3 \right] \cdot F_{6p} \quad (11)$$

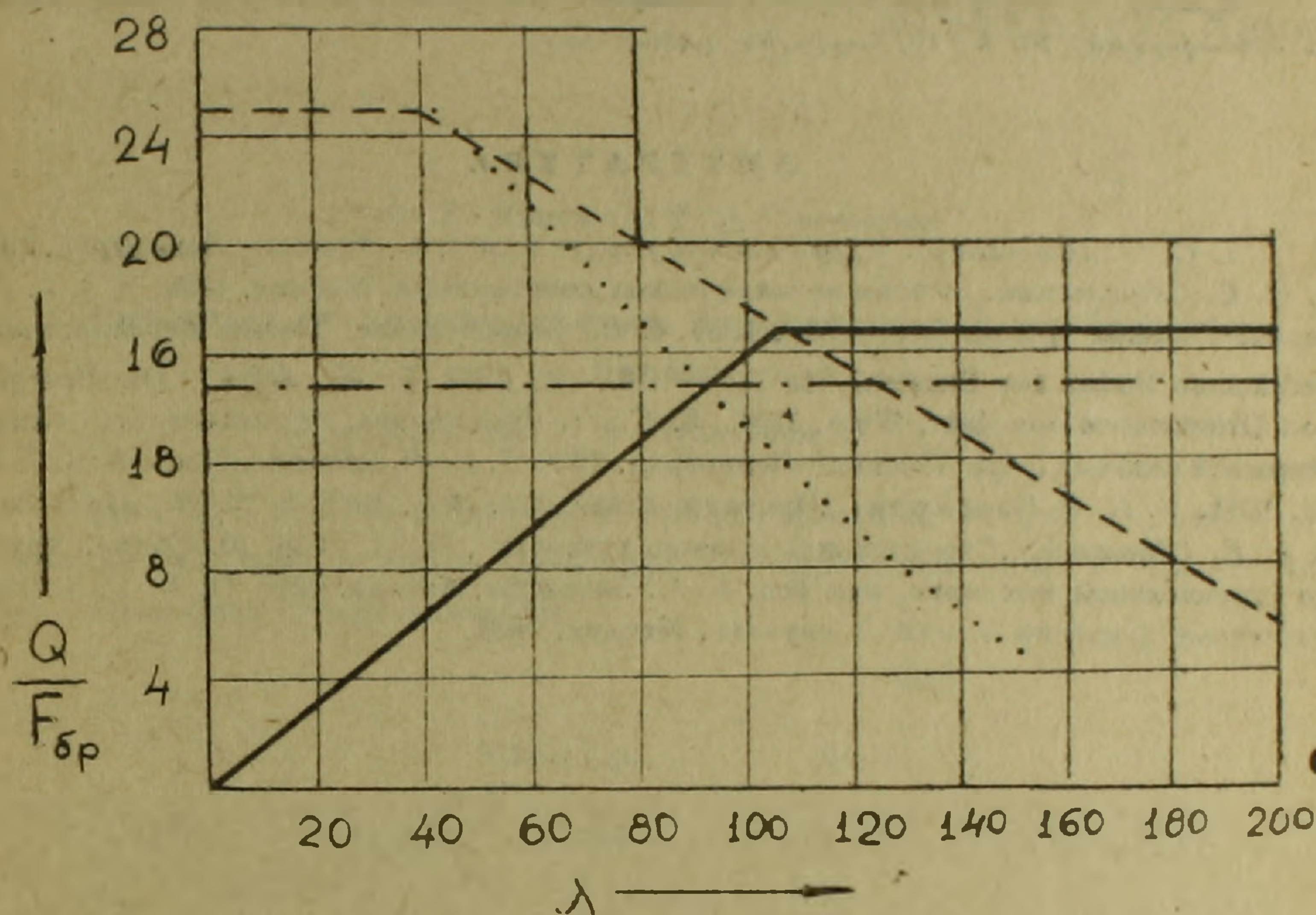
Исследование выражения (11) показывает, что при изменении λ в пределах от 110 до 200 — Q колеблется в пределах от $15 F_{6p}$ до $17,2 F_{6p}$. Поэтому при $\lambda > 110$ можем принять:

$$Q = 17 F_{6p} \quad (12)$$

Формулы (10) и (12) нами рекомендуются в качестве расчетных для определения поперечной силы Q составных, центрально-сжатых стержней строительных стальных конструкций.

На рис. сплошной линией показана кривая $\frac{Q}{F_{бр}} = \Phi(\lambda)$, вычисленная по формулам (10) и (12).

Для сопоставления на этом же рисунке приводятся аналогичные кривые, вычисленные по нормативным формулам. Нетрудно заметить,



Графики зависимости поперечной силы от гибкости по формулам Т. У. и Н. НКПС 1938 г. (штрих линии 1). Германских строительных норм (D I N)—пунктирная линия 2, Н. и Т. У. 1—46 МСПТИ СССР штрих пунктирная линия 3.

Сплошная линия 4 вычислена по формулам автора статьи (10) и (12).

что германские нормы и Т. У. НКПС 1938 года предлагают с повышением гибкости стержня уменьшать расчетную поперечную силу. Это положение следует считать совершенно ненормальным.

При значениях гибкости $\lambda > 110$ Т. У. и Н. НКПС дают уменьшенную величину поперечной силы и следовательно не обеспечивают в этом случае достаточного коэффициента запаса. Формула Н. и Т. У. 1—46 МСПТИ СССР может привести к излишней затрате металла для стержней, гибкость которых меньше 90.

Институт Строительных
Материалов и Сооружений
Академии Наук Армянской ССР
Ереван, 1947, октябрь.

**Կազմովի պողպատյա ձողերի միացնող էլեմենտների
հաշվման մասին**

Կազմովի, պողպատյա ձողերի միացնող էլեմենտների հաշվման համար տրված, գործող նորմաները ունեն էական հակասություններ:

Այստեղ, օգտվելով փորձնական և տեսական հետազոտություններից, առաջարկվում են ինքնուրույն (10) և (12) հաշվային բանաձևերը:

ЛИТЕРАТУРА

1. С. П. Тимошенко. Устойчивость упругих систем. Москва—Ленинград, 1946.
2. Н. С. Стрелецкий. Основы металлических конструкций. Москва, 1939.
3. А. Г. Назаров. Сборник трудов АН СССР, 1937.
4. E. Chwalld. Die Theorie des ausseztmittlig gedrückten Stabes aus Baustahl Stahlbau H. 21—23, 1934.
5. К. Ježek. Die Festigkeit von Drückstabem aus stahl, Wien, 1937.
6. С. Н. Никитин. Устойчивость сжатых стержней сварных ферм. Москва—Ленинград, 1938.
7. E. H. Salmon. „Trans. A. S. C. E.“ 95, 1931.
8. В. В. Пинаджян. „Проект и стандарт“, № 1, 1938.
9. В. В. Пинаджян и А. К. Шаншиев. „Строительная промышленность“, № 11, 1938.
10. Сборн. трудов по строительной механике, под ред. К. С. Завриева, Москва, 1940.
11. К. С. Завриев. Расчетные формулы в особых случаях, Москва, 1938.