

Е. Е. БАБИЧ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»

Ровно, Украина

В нормативных документах [1, 2] рассматриваются элементы прямоугольного и двутаврового профиля, однако много случаев, когда в строительстве используются конструкции треугольного профиля. Расчетный аппарат для определения несущей способности их не разработан.

В железобетонных элементах треугольного профиля (в зависимости от расположения) в рабочем состоянии сжатая зона может иметь форму треугольника или трапеции. Для обоих случаев общие уравнения равновесия имеют одинаковую структуру, а разница между ними заключается в определении площади сжатой зоны сечения (рис. 1).

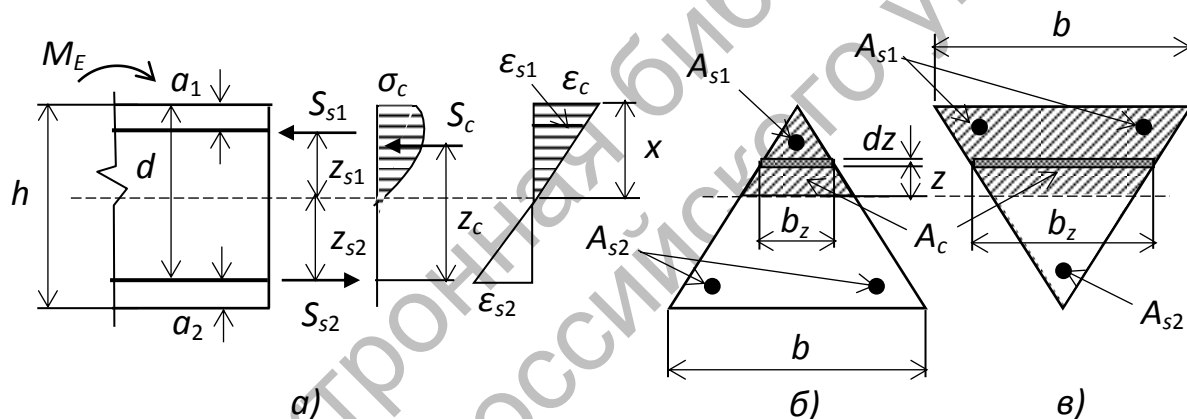


Рис. 1. Схема внутренних усилий, эпюры напряжений и деформаций: в материалах (а); треугольная (б) и трапециевидная (в) формы сжатой зоны сечения

Условия прочности для таких элементов при фиксированном значении деформации бетона $\epsilon_{c(1)}$ и высоты сжатой зоны $x = z_{(1)}$ можно записать в виде:

– форма сжатой зоны бетона имеет вид треугольника

$$M_E \leq C \frac{bz_{(1)}^3}{h\epsilon_{c(1)}^2} - D \frac{bz_{(1)}^3}{h\epsilon_{c(1)}^3} + A_{s1}E_s \frac{\epsilon_{c(1)}}{z_{(1)}} (z_{(1)} - a_1)^2 + A_{s2}E_s \frac{\epsilon_{c(1)}}{z_{(1)}} (d - z_{(1)})^2, \quad (1)$$

$$B \frac{bz_{(1)}^2}{h\epsilon_{c(1)}} - C \frac{bz_{(1)}^2}{h\epsilon_{c(1)}^2} + A_{s1}E_s \frac{\epsilon_{c(1)}}{z_{(1)}} (z_{(1)} - a_1) = A_{s2}E_s \frac{\epsilon_{c(1)}}{z_{(1)}} (d - z_{(1)}); \quad (2)$$

– форма сжатой зоны бетона имеет вид трапеции

$$M_E \leq C \frac{hbz_{(1)}^2 - bz_{(1)}^3}{h\epsilon_{c(1)}^2} + D \frac{bz_{(1)}^3}{h\epsilon_{c(1)}^3} + A_{s1}E_s \frac{\epsilon_{c(1)}}{z_{(1)}} (z_{(1)} - a_1)^2 + A_{s2}E_s \frac{\epsilon_{c(1)}}{z_{(1)}} (d - z_{(1)})^2; \quad (3)$$

$$B \frac{hbz_{(1)} - bz_{(1)}^2}{h\varepsilon_{c(1)}} + C \frac{bz_{(1)}^2}{h\varepsilon_{c(1)}^2} + A_{s1}E_s \frac{\varepsilon_{c(1)}}{z_{(1)}} (z_{(1)} - a_1) = A_{s2}E_s \frac{\varepsilon_{c(1)}}{z_{(1)}} (d - z_{(1)}) . \quad (4)$$

Если принять диаграмму деформирования бетона в виде полинома пятой степени [1], то коэффициенты С, В и D, которые входят в формулы (1–4), определяются выражениями:

$$B = \int_0^{\varepsilon_{c(1)}} \sigma_c d\varepsilon_c = f_{cd} \varepsilon_{c(1)} \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+1} \left(\frac{\varepsilon_{c(1)}}{\varepsilon_{c1}} \right)^k ; \quad (5)$$

$$C = \int_0^{\varepsilon_{c(1)}} \sigma_c \varepsilon_c d\varepsilon_c = f_{cd} \varepsilon_{c(1)}^2 \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} \left(\frac{\varepsilon_{c(1)}}{\varepsilon_{c1}} \right)^k ; \quad (6)$$

$$D = \int_0^{\varepsilon_{c(1)}} \sigma_c \varepsilon_c^2 d\varepsilon_c = f_{cd} \varepsilon_{c(1)}^3 \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+3} \left(\frac{\varepsilon_{c(1)}}{\varepsilon_{c1}} \right)^k , \quad (7)$$

где f_{ck} – расчетное значение прочности бетона на сжатие; a_k – коэффициенты полинома [1]; ε_{c1} – относительные деформации бетона при максимальном напряжении сжатия [1]; σ_c и ε_c – соответственно напряжения и относительные деформации бетона соответственно.

Согласно [2] за критерий исчерпания несущей способности сечения можно принимать разрушение сжатого бетона при достижении фибровыми деформациями предельных значений ε_{cu1} или разрыв растянутых стержней арматуры в результате достижения в них предельных деформаций ε_{ud} .

В формулах (1–7) при определении несущей способности поперечных сечений неизвестными являются деформации бетона ε_c и высота сжатой зоны бетона x . Поэтому задача решается методом последовательных приближений. Первоначально задаются относительными деформациями сжатия бетона $\varepsilon_c = \varepsilon_{c(1)}$ и высотой сжатой зоны бетона $x = z_{(1)}$. На первом шаге приближения можно принять $z_{(1)} = 0,5 d$ и проверить условия (2) и (4), которые должны выполняться с заданной точностью (можно принимать ± 2 или ± 5 %). Если названные условия не выполняются, на втором шаге проводят уточнение значения $x = z_{(2)} = z_{(1)}(1 \pm 0,05)$ и повторяют проверку условий (2) и (4). Уточнение x выполняют до удовлетворения условий (2) и (4), после чего вычисляют несущую способность поперечного сечения при заданной деформации бетона $\varepsilon_{c(1)}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
2. ДСТУ Б В. 2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 166 с