

УДК62-423.1:621.22.011

ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ РАСЧЕТА ДВУТАВРОВОЙ СТАЛЬНОЙ БАЛКИ НА ПРОЧНОСТЬ

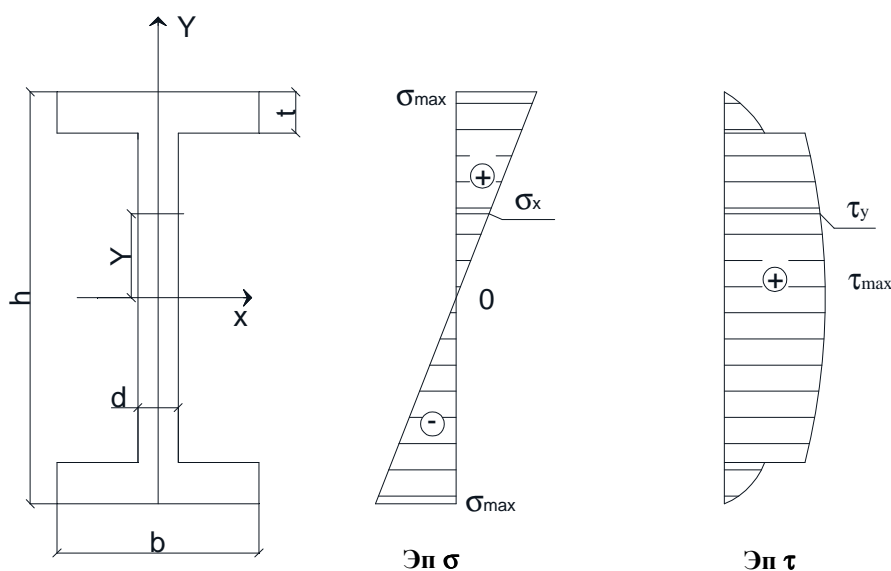
В.С. ГАРУНОВИЧ, Е.Г. ЗАКРЕВСКАЯ
(Представлено: **В.К. РОДИОНОВ**)

Доказывается, что максимумы главных напряжений могут быть в точках стенки двутавра ниже границы стыка полки и стенки. Получена зависимость определения положения опасных точек и величин главных напряжений.

В предыдущей работе* определены критерии, в каких случаях требуется проверка балки по главным напряжениям в пределах опасного сечения на стыке границы полки и стенки.

Исследуем величину главных напряжений при отношении $\frac{M_x}{Q_y} < k$.

Выразим значение главного напряжения σ_1 для изображенного напряженного состояния в схематизированном двутавровом сечении на расстоянии y от нейтральной оси.



Сечение двутавра в напряжённом состоянии

Главное напряжение

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_x^2 + 4\tau_y^2}.$$

Нормальное напряжение σ_x на расстоянии y от нейтральной оси

$$\sigma_x = \frac{M_x}{I_x} \cdot y.$$

Касательное напряжение на расстоянии y от нейтральной оси

$$\tau_y = \frac{Q_y \cdot S'_x}{I_x \cdot d}.$$

* см. ст.: Гарунович В.С., Закревская Е.Г. Критерии необходимости проверки на прочность двутавровой балки по главным напряжениям, с. 119–120 в настоящем сборнике.

Величина статического момента отсеченной площади сечения

$$S'_x = b \cdot t \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{t}{2} \right) + d \left(\frac{h}{2} - t - y \right) \left[\frac{1}{2} \left(\frac{h}{2} - t - y \right) + y \right].$$

После преобразования имеем

$$S'_x = b \cdot t \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{t}{2} \right) + 2d \left[\left(\frac{h}{4} - \frac{t}{2} \right)^2 - \frac{y^2}{4} \right];$$

$$\sigma_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{M_x}{I_x} y + \sqrt{\left(\frac{M_x}{I_x} y \right)^2 + 4 \left\{ \frac{M_x}{I_x} \cdot \frac{b \cdot t \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{t}{2} \right) + 2d \left[\left(\frac{h}{4} - \frac{t}{2} \right)^2 - \frac{y^2}{4} \right]}{kd} \right\}^2} =$$

$$= \frac{1}{2} \frac{M_x}{I_x} \left[y + \sqrt{y^2 + 4 \left[\frac{b \cdot t \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{t}{2} \right) + 2d \left[\left(\frac{h}{4} - \frac{t}{2} \right)^2 - \frac{y^2}{4} \right]}{kd} \right]^2} \right].$$

Исследуя функцию на экстремум и приравняв первую производную $\frac{d\sigma_1}{dy} = 0$, получаем уравнение для отыскания величины y , где главное напряжение σ_1 будет иметь максимальное значение. Но в этом уравнении будет присутствовать величина k .

Экстремальные значения $\sigma_{1\max}$ будут при таких значениях k' , когда y будет в пределах $0 < y < \frac{h}{2} - t$.

В общем виде получается весьма громоздкая зависимость, которая упрощается для конкретных номеров двутаврового поперечного сечения.

Так, для двутавра № 40 со следующими параметрами:

$$h = 40 \text{ см}, b = 15,5 \text{ см}, t = 1,3 \text{ см}, d = 0,83 \text{ см}, I_x = 19062 \text{ см}^4, W_x = 953 \text{ см}^3, S_{x0} = 545 \text{ см}^3 -$$

необходимость проверки по главным напряжениям возникает при k , удовлетворяющем следующему условию:

$$\sigma_1 = \frac{15248}{19062} \cdot (20 - 1,3) + \sqrt{\left(\frac{15248}{19062} \cdot 18,7 \right)^2 + 4 \left(\frac{15248 \cdot 15,5 \cdot 1,3 (20 - 0,65)}{k \cdot 19062 \cdot 0,83} \right)^2} = 32.$$

После преобразования левой части этого выражения имеем $66,61 = \frac{564813}{k^2}$.

Отсюда $k = 92,08$ (см).

$$Q_{\max} = \frac{M_{\max}}{k} = \frac{15248}{92,08} \approx 166 \text{ кН}.$$

$$\tau_{\max} = \frac{Q_{\max} \cdot S_{x0}}{I_x \cdot d} = \frac{166 \cdot 545}{19062 \cdot 0,83} = 5,72 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 57,2 \text{ МПа} \leq \tau_{adm}.$$

Упрощенная формула главного напряжения по высоте стойки двутавра № 40 имеет вид

$$\sigma_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{M_x}{I_x} y + \sqrt{\left(\frac{M_x}{I_x} y \right)^2 + 4 \left\{ \frac{405,1125 - 0,415 y^2}{kd} \right\}^2}.$$

Упростив, далее получаем

$$\sigma_1 = \frac{M_x}{2I_x} \left(y + \sqrt{y^2 + 4 \left\{ \frac{405,1125 - 0,415y^2}{kd} \right\}^2} \right).$$

Задаваясь условием $k' < k$, определим значения напряжения в характерных точках в интервале $0 < y < 18,7$ см с помощью программы Mathcad.

Экстремальные значения главного напряжения возможны только при малых значениях k' .

В таблице приведены значения главного напряжения при значении $k = 10$ см.

Y (см)	Y = 0	Y = 2	Y = 4	Y = 6	Y = 8	Y = 10	Y = 12	Y = 14	Y = 16	Y = 18,7
σ_1 (МПа)	390,43	396,91	399,01	400,95	399,88	395,83	388,85	378,99	366,36	336,28

Вывод: при $k = 10$ см значения главных напряжений могут превышать величину допускаемых значений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов / В.И. Феодосьев. – М.: Наука, 1986. – 560 с.
2. Подскребко, М.Д. Сопротивление материалов / М.Д. Подскребко. – Минск: Выш. шк. 2007. – 510 с.

УДК 624.012.25

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОПЕРЕЧНОГО АРМИРОВАНИЯ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ

В.В. КАТРЕНКО, А.Л. ШИНЬКО
(Представлено: А.М. ХАТКЕВИЧ)

Определяются значения коэффициента эффективности армирования по результатам испытаний, а также по методикам различных нормативных документов. На основании анализа экспериментальных данных предложено численное значение коэффициента эффективности, которое в большей степени отвечает действительной работе кладки с сетчатым армированием.

В отдельных, преимущественно несущих, конструкциях из каменной (кирпичной) кладки зачастую требуется значительное упрочнение столбов, стен и простенков, в местах оперения и передачи больших сосредоточенных сил под железобетонными подушками, в разнозагруженных участках и т.п. Для этих целей успешно на протяжении многих десятилетий в строительной практике используется сетчатое армирование. При относительно простой технологии данное усиление позволяет повысить прочность кладки до двух-трех раз, что подтверждается многочисленными экспериментами [1–3].

В нормах Еврокод 6 [4] поперечное армирование рассматривается как дополнительное конструктивное мероприятие, повышающее трещиностойкость, прочность на срез и жесткость возводимой конструкции. Данные о методах расчета подобных конструкций в зарубежной нормативной литературе представлены в крайне ограниченном объеме, в отличие от отечественных нормативных документов и учебников [1; 5–8].

СНиП II-22-81 и Пособие к нему [6; 7] базируются на расчетных методиках и эмпирических зависимостях, полученных после проведения большого количества экспериментальных исследований в 30-е годы, и издаются на протяжении почти полувека практически без корректировок [3, с. 5]. При этом изменилась производственная среда, стали применяться другие виды растворов, армирующих материалов, появляются новые виды поперечного армирования и т.п.

Таким образом, требуются уточнения существующих методик проектирования и расчета.