

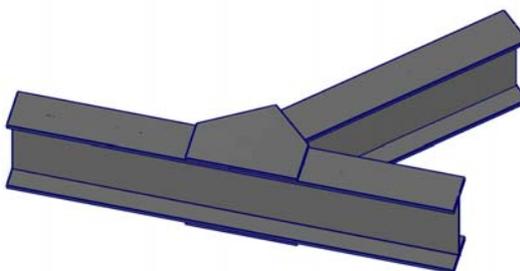
В связи с появлением SCAD Office версии 11.5 на многих форумах в Интернете появились вопросы, касающиеся реализации СП 16.13330.2011 в части учета стесненного кручения. Приведем один из них.

В результате расчета (к примеру, стержни) по прежнему вычисляются N , M_z , M_y , M_k , Q_z , Q_y . А как насчет учета бимомента при любых возникших раскреплениях в пространственной структуре и любых элементах? Как будет выполнено требование, например, п.8.2.1 СП 16 учитывать добавочные напряжения при стесненном кручении? В нем не сказано, что данную формулу применять только для тонкостенных стержней. Для любых элементов и типов сечений. Нет пока реализации СП16. Но самое главное, что это и не возможно.

Автор вопроса справедливо заметил «...главное что это и не возможно».

Действительно, как следует из технической теории тонкостенных стержней, бимоменту B соответствует обобщенное перемещение в виде депланации (потери плоскостности) поперечного сечения стержня. Для системы, составленной из тонкостенных стержней, когда в узле сходится несколько элементов, ориентированных различным способом в пространстве, необходимо уметь записывать условия совместности депланаций или условия равновесия бимоментов, определенных в концевых сечениях стержней. Такие условия легко формулируются лишь в случае стыка двух элементов, расположенных по одной прямой, да и то в случае одинаковых поперечных сечений (неразрезная тонкостенная балка). В общем случае требуется детальный анализ конструкции узлового соединения, что выходит за рамки стандартного расчета стержневой системы.

Поскольку бимомент является воздействием, статический эквивалент которого равен нулю, условия равновесия в узле будут выполнены при произвольных значениях бимоментов в концевых сечениях стержней. Как сопоставить значения депланаций в концевых сечениях остается неясным. В качестве разминки любителям (и авторам норм) предлагается один из простейших узлов (см. рисунок). Хотелось бы увидеть, какие условия по депланациям здесь будут указаны.



Особо следует остановиться на способе введения бимомента в СП 16.13330.2011.

Для стержней, работающих в упругой стадии (сечения 1-го класса), предлагается проверка прочности по формуле (43), которая имеет вид

$$\frac{M_x y}{I_{xn} R_y \gamma_c} \pm \frac{M_y x}{I_{yn} R_y \gamma_c} \pm \frac{B \omega}{I_{\omega} R_y \gamma_c} \leq 1$$

Что обозначено через I_{ω} и ω авторы норм сказать не удосужились, очевидно, что это секториальный момент инерции и секториальная площадь. Последняя зависит от координат рассматриваемой точки, что следовало бы указать. Но если рассматривается конкретная точка поперечного сечения с координатами x и y при конкретном нагружении, вызвавшем внутренние усилия M_x, M_y, B , то что означают знаки \pm в этой формуле?

Для двутавровых балок 1-го класса проверку устойчивости рекомендуется выполнять по формуле

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_{xc} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{W_y R_y \gamma_c} + \frac{B}{W_{\omega} R_y \gamma_c} \leq 1,$$

где используется значение секториального момента сопротивления W_{ω} без указания точки сечения, для которой оно должно быть вычислено. Ведь скорее всего здесь следует использовать формулу $W_{\omega} = I_{\omega n} / \omega(x, y)$?

Еще больше вопросов возникает при взгляде на формулу (105), которая предлагается для проверки прочности элементов, достигающих предельного состояния в упруго-пластической стадии,

$$\left(\frac{|N|}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{|M_x|}{c_x W_{xn, \min} R_y \gamma_c} + \frac{|M_y|}{c_y W_{yn, \min} R_y \gamma_c} + \frac{|B|}{W_{\omega n, \min} R_y \gamma_c} \leq 1,$$

или на формулу (106) для элементов, у которых предельное состояние реализуется не на площадке текучести

$$\left(N/A_n \pm M_{xy}/I_{xn} \pm M_{xy}/I_{yn} \pm B\omega/I_{\omega n} \right) / (R_y \gamma_c) \leq 1.$$

Вызывает сомнение сама структура формулы (105), которая определяет поверхность взаимодействия между вычисляемыми порознь предельными значениями сопротивления сечения $A_n R_y \gamma_c$, $c_x W_{xn, \min} R_y \gamma_c$, $c_y W_{yn, \min} R_y \gamma_c$ и $W_{\omega n, \min} R_y \gamma_c$. Тот факт, что сечение работает в упруго-пластической стадии учтен введением повышающих множителей c_x и c_y к значениям момента сопротивления при изгибе. Но это не сделано по отношению к моменту сопротивления по бимоменту. Получается, что предельное значение сопротивления бимоменту при упруго-пластическом стесненном кручении равно его упругому значению. Известные исследования А.И.Стрельбицкой показали, что это не так.

И, наконец, последнее. Бимоменты возникают при стесненном кручении совместно с моментами стесненного кручения. Но нормы умалчивают вообще о необходимости проверять сечение на кручение (как свободное, так и стесненное). Откуда берется такая непоследовательность остается неясным.