

УДК 624.14

## Сравнительная оценка требований к обеспечению местной устойчивости двутавровых сечений по СНиП и ТКП EN, рассчитываемых на центральное сжатие

*Сахаревич А.А.*

(научный руководитель – *Жабинский А.Н.*)

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь

В данной работе были затронуты вопросы по определению местной устойчивости центрально сжатых элементов двутаврового сечения в упругой стадии работы. Для выполнения работы были использованы следующие технические нормативно правовые акты: СНиП II-23-81\* "Стальные конструкции. Нормы проектирования" и ТКП EN 1993-1-1 Еврокод 3.

Проектирование стальных конструкций, на основании положений которых была проведена сравнительная оценка методов и подходов к определению местной устойчивости полок и стенок в сжатых элементах двутаврового сечения.

Обеспечение местной устойчивости при проектировании сечений элементов конструкции является немало важным фактором, т.к. при потере устойчивости элемент деформируется, часть сечения выключается из работы, меняется площадь поперечного сечения и его геометрические характеристики, появляются дополнительные усилия за счет смещения центра тяжести, что может привести к преждевременной потере несущей способности.

В соответствии с [1] местная устойчивость стенки двутавра будет обеспечена, если соблюдаются условия п. 7.14\*, т.е. отношение расчетной высоты стенки к толщине  $h_{ef}/t$  в центрально-сжатых элементах ( $m = 0$ ), не должно превышать значений  $\lambda_{lim}$ , где значения  $\lambda_{lim}$  следует определять по таблице 1.

Выборка значений  $\lambda_{lim}$  из табл. 27\* СНиП.

Относительный эксцентриситет	Сечение элемента	Значения $\lambda$	Формулы для определения $\lambda_{sw}$
$m = 0$	Двутавровое	$\lambda < 2$ $\lambda \geq 2$	$\lambda_{sw} = 1,3 + 0,15\lambda^2$ $\lambda_{sw} = 1,2 + 0,35\lambda^2$ но не более 2,3

Местная устойчивость полки двутавра будет обеспечена, если соблюдаются условия п.7.23\* [1]. Для центрально-сжатых элементов с условной гибкостью  $\lambda$  от 0,8 до 4 отношение расчетной ширины свеса поясного листа (полки)  $b_{ef}$  к толщине  $t$  следует принимать не более значений, определяемых по формулам табл. 2.

При значениях  $\lambda < 0,8$  или  $\lambda > 4$  в формулах таблицы 2 следует принимать соответственно  $\lambda = 0,8$  или  $\lambda = 4$ .

Выборка значений из таблицы 29\* СНиП.

Характеристика полки (поясного листа) и сечения элемента	Наибольшие отношения $\frac{b_{ef}}{t}$
Не окаймленная двутавра и тавра	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,36 + 0,1\lambda) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$

За расчетные высоту стенки и ширину полки в соответствии с [1] приняты значения, соответствующие рисунку 1.

Расчет по [2] выполнялся для поперечных сечений класса 3 – т.е. для сечений, в которых напряжение в крайних сжатых волокнах стального элемента при упругом распределении напряжений может достигнуть предела текучести, но потеря местной устойчивости препятствует развитию пластических деформаций.

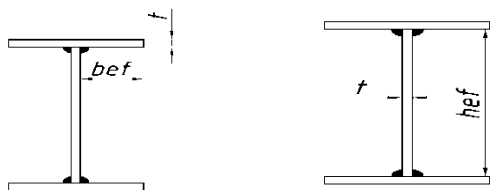


Рисунок 1 – Расчетные длины высоты стенки и ширины свеса полки по СНиП II-23-81\*

За расчётную длину стенки и ширину свеса полки были приняты значения в соответствии с [2] (рисунок 2)

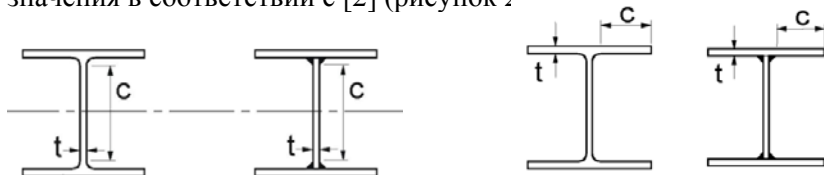
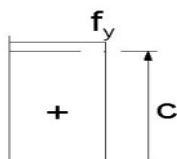


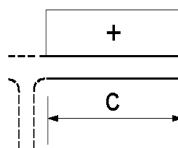
Рисунок 2 – Расчётные длины высоты стенки и ширины свеса полки по ТКП EN 1993-1-1.

В соответствии с [2] предельные значения отношений стенки и полки к толщине, для которых местная устойчивость обеспечена составляют:

Для стенки  
 $c/t \leq 42\epsilon$



Для полки  
 $c/t \leq 14\epsilon$



Расчёт был произведён для различных марок сталей при различных значениях гибкости элементов. По полученным результатам расчётов по [1] и [2] были выявлены следующие зависимости предельных значений отношений высоты стенки и ширины свеса полки, при которых местная устойчивость обеспечена. Данные зависимости приведены на графиках.

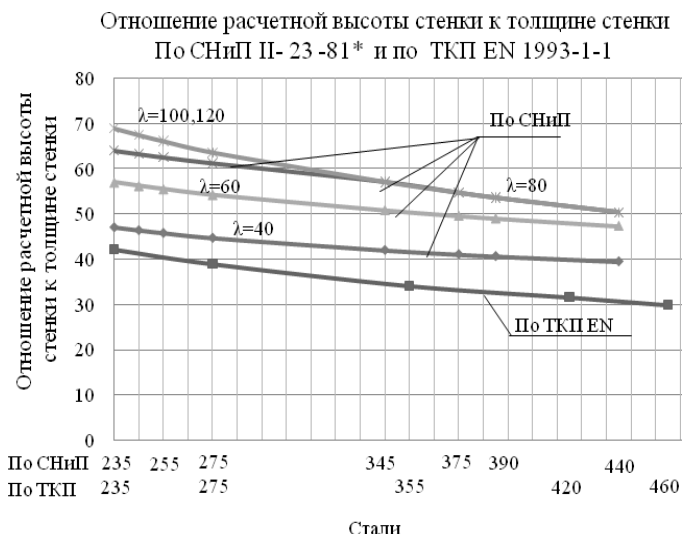
По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) Требования к обеспечению местной устойчивости двутавровых сечений (стенка, полка) по ТКП EN более жёсткие, чем по СНиП. Это означает, что при одинаковой высоте стенки и ширине свеса полки их толщина должна быть больше.

2) В отечественных нормах при проверке местной устойчивости учитываются физические, механические свойства стали и гибкость элемента. В ТКП EN гибкость элемента не учитывается.

3) По ТКП EN поперечное сечение элемента может состоять из различных классов сечений. Соответственно и расчёт местной устойчивости для данных элементов сечения будет вестись по различным формулам.

4) При определении расчётных длин стенки и полки сварных двутавров в ТКП учитываются сварные швы.



## ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП II-23-81\*. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. – М., 1991. – 58 с.
2. ТКП EN 1993-1-1. Еврокод.
3. Проектирование стальных конструкций. Ч. 1-1. Общие правила и правила для зданий. – Минск, 2009. – 83 с.

УДК624.072.327

### **Мониторинг напряженно-деформированного состояния конструкций вантового покрытия МКСК «Минск-Арена»**

*Шидлова А.С.*

(научный руководитель – *Башкевич И.В.*)

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Объектом анализа является впервые возведенное в РБ вантовое покрытие спортивно-зрелищного арены комплекса «Минск-Арена».

Для проведения мониторинга конструкций вантовой системы в процессе эксплуатации выполнен компьютерный анализ работы покрытия при различных сочетаниях возможных нагрузок, разработана программа и создана техническая база для осуществления контроля за напряженно-деформированным состоянием.

Многофункциональная спортивно-зрелищная арена комплекса «Минск-Арена» является уникальным больщепролетным сооружением цилиндрического объема на 15000 зрителей рассчитана на проведение соревнований и учебно-тренировочного процесса по более чем по 25 видам спорта, а также концертов, эстрадно-цирковых шоу. Диаметр вантового покрытия – 116,0 м. диаметр внутренних металлических колец в осях упоров вант – 12,0 м. Количество вантовых ферм 48 штук. Расстояние между верхним и нижним кольцами по центру тяжести сечения 7,7 м, высота между осями вант на наружных опорах 3,3 м (рисунок 1).

Несущие ванты очерчены по кубической параболе, а стабилизирующие – по квадратной, что обеспечивает лучший водоотвод с поверхности покрытия. Расстояния между стойками вантовых ферм установлены из условия удобства водоотвода с покрытия, перевозки