

Недоводеев Владимир Яковлевич

**РАБОТА ТОНКОСТЕННОГО СТЕРЖНЯ В УСЛОВИЯХ ЧИСТОГО ИЗГИБА ПРИ ПОТЕРЕ  
МЕСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СТЕНКИ**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2012/2/17.html](http://www.gramota.net/materials/1/2012/2/17.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2012. № 2 (57). С. 45-46. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2012/2/](http://www.gramota.net/materials/1/2012/2/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

здоровья общества; в вовлечении в культурно-просветительский процесс всех возрастных и социальных слоев общества; в обеспечении новейшими инновационными технологиями специалистов, связанных со всеми направлениями хореографии.

Социальная значимость проекта «Дом хореографии» имеет следующие аспекты: обеспечение профильной практикой молодых хореографов и балетмейстеров, методистов и преподавателей всех направлений хореографии для устранения дефицита доступных досуговых объектов для всех социальных слоев; вовлечение в хореографические занятия горожан всех возрастных категорий, принадлежащих к различным, в том числе слабо защищенным в социальном отношении возрастным и статусно-имущественным слоям, что сможет ощутимо повысить качество их жизни, а также привести к улучшению социальной атмосферы в регионе; создание дополнительных рабочих мест как непосредственно в «Доме хореографии», так и путем стимулирования развития «местного» производителя хореографического инвентаря, предметно-технического оснащения и сопутствующей продукции.

Оздоровительная значимость проекта заключается в том, что регулярные и системные занятия видами хореографического искусства позволяют: снизить процент дегенеративных заболеваний: ишемической болезни сердца, гипертонии, инсульта, остеопороза, неинсулинового диабета и т.д.; улучшить обмен веществ костной ткани, связок, сухожилий и мышц; усовершенствовать работу вестибулярного аппарата и двигательную координацию; обеспечить бодростью, здоровьем и привлекательностью.

Проект является национальной значимой с точки зрения культурологи акцией, поднимающей статус национальной культуры и искусства России в глазах мировой общественности, стимулируя интерес и стремление граждан различных государств и национальностей развивать личность не только через сферы экономической деятельности, но и через творческое самовыражение.

#### Список литературы

1. **Варзиев Хаджимел** [Электронный ресурс]. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/832979> (дата обращения: 27.01.2012).
2. **Осетины - Варзиев Хаджимел** [Электронный ресурс]. URL: <http://ossetians.com/rus/news.php?newsid=695/> (дата обращения: 27.01.2012).

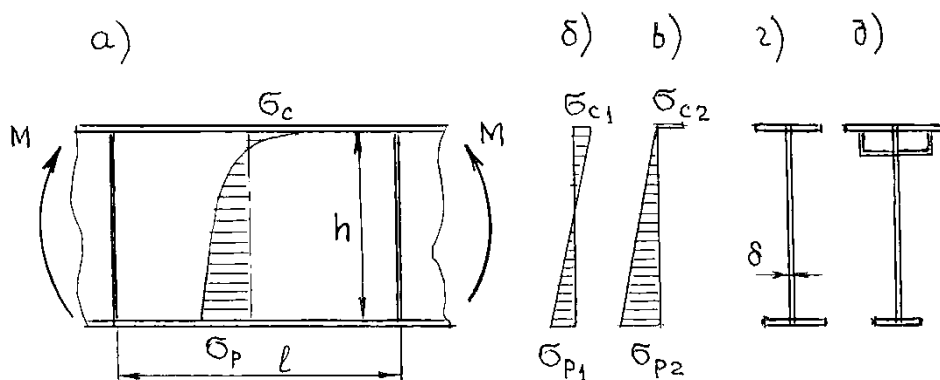
УДК 621.81

*Владимир Яковлевич Недоводеев*

*Ульяновский государственный технический университет*

#### РАБОТА ТОНКОСТЕННОГО СТЕРЖНЯ В УСЛОВИЯХ ЧИСТОГО ИЗГИБА ПРИ ПОТЕРЕ МЕСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СТЕНКИ<sup>©</sup>

Традиционные расчеты стержней на изгиб включают проверку несущей способности тонкостенных листовых элементов по местной устойчивости [1]. Например, расчетный отсек двутавровой балки (Рис. 1а), находящейся в условиях чистого изгиба под действием момента  $M$  кроме расчета на прочность подвергается расчету на местную устойчивость стенок и поясов, где напряжения не должны превышать критических напряжений местной устойчивости  $\sigma_{кр}$ , зависящих от соотношения размеров листовых элементов (толщины и ширины листа) и характера распределения напряжений.



**Рис. 1.** Схема нагружения тонкостенной балки

Расчетным условием потери несущей способности в рассматриваемом случае считается условие, когда максимальное напряжение в стенке  $\sigma > \sigma_{кр}$ , даже если при этом  $\sigma < [\sigma]$ , ( $[\sigma]$  - допускаемое напряжение). Однако стержень не потеряет свою несущую способность в целом, если сжатый пояс, несмотря на потерю местной устойчивости стенки, сохранит свою несущую способность. В этом случае распределение нормальных напряжений в поперечном сечении становится нелинейным (Рис. 1а), и это распределение можно приближенно представить как совокупность напряжений от момента  $M_1$ , при нагружении которым еще соблюдается условие местной устойчивости стенки в сжатой зоне (Рис. 1б) и момента  $M_2$ , при дальнейшем нагружении которым это условие не выполняется (Рис. 1в). Тогда несущая способность стержня может приближенного определяться условиями прочности в растянутой и сжатой зонах:

$$\sigma_{p1} + \sigma_{p2} \leq [\sigma]; \quad \sigma_{c1} + \sigma_{c2} / \phi \leq [\sigma], \quad (1)$$

где  $\sigma_{p1} = M_1 / W_p$ ;  $\sigma_{c1} = \sigma_{кр} = M_1 / W_c$ . Здесь  $\sigma_{p1}, \sigma_{p2}, \sigma_{c1}, \sigma_{c2}$  - максимальные напряжения в растянутой и сжатой зонах от моментов  $M_1$  и  $M_2$ ;  $W_p$  и  $W_c$  - моменты сопротивления расчетного сечения в растянутой и сжатой зонах;  $\phi$  - коэффициент снижения допускаемого напряжения, зависящий от гибкости сжатого пояса (в пределах длины  $\ell$  отсека), который условно превращается в сжатый стержень после потери стенкой местной устойчивости.

Обозначив через  $F_p, F_c, \delta, h$  - площади растянутого и сжатого поясов, толщину и высоту стенки, из условий равновесия сечения получим:

$$\sigma_{c2} F_c = \sigma_{p2} (F_p + \delta h / 2); \quad M_2 = \sigma_{p2} (F_p h + \delta h^2 / 3) \quad (2)$$

Тогда из условий (1), записанных в виде равенств и условий (2) имеем:

$$F_p = \frac{M}{[\sigma] h} \cdot \frac{1 - M_1 / M}{(1 - \sigma_{p1} / [\sigma])} - \frac{\delta h}{3}$$

$$F_c = \frac{M}{[\sigma] h \phi} \cdot \frac{1 - M_1 / M}{(1 - \sigma_{c1} / [\sigma])} \cdot \frac{1 + \delta h / (2 F_p)}{1 + \delta h / (3 F_p)}$$

При исходных значениях  $[\sigma]$ ,  $M$ ,  $h$  и  $\delta$ , определив  $\sigma_{c1} = \sigma_{кр}$  и задав начальные значения  $\phi$  и соотношения  $\sigma_{p1} / [\sigma] \approx \sigma_{c1} / [\sigma] \approx M_1 / M$ , можно вычислить  $F_p$  и  $F_c$ , последовательно уточняя их значения в процессе итерационного перерасчета и формируя при этом сечение, включая размеры и форму сжатого пояса с последовательным уточнением коэффициента  $\phi$ .

На Рис. 1г-д показано, как балка симметричного двутаврового сечения в результате предлагаемого расчета трансформируется в балку несимметричного сечения с мощным верхним поясом и более тонкой стенкой. При этом общая площадь сечения уменьшается, т.е. уменьшается вес конструкции.

Теоретическое снижение площади сечения происходит по мере уменьшения толщины стенки до значения  $\delta = 0$ . Однако в рассматриваемой конструкции стенка работает также и на поперечную нагрузку, выполняет технологические и конструктивные функции, поэтому, в данном случае, ее толщина может выбираться скорее из технологических и конструктивных соображений.

В реальных балочных конструкциях, воспринимающих поперечную нагрузку, следует укреплять вертикальные стенки балок дополнительными ребрами жесткости, таким образом, чтобы эти ребра совместно с основными элементами балки (поясами) образовывали каркас геометрически неизменной формы [2], который воспринимает основную часть поперечной нагрузки и позволяет сохранить несущую способность за пределами местной устойчивости стенок.

#### Список литературы

1. Вершинский А. В., Гохберг М. М., Семенов В. П. Строительная механика и металлические конструкции. Л.: Машиностроение, 1984. 230 с.
2. Недоводеев В. Я. К вопросу о влиянии дополнительного каркаса на металлоемкость крановых мостов сплошного сечения // Современные проблемы проектирования и эксплуатации транспортных и технологических систем: тр. международной НТК. СПб.: Изд-во политехнического ун-та, 2006. С. 113-115.