

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАТИВНОСТИ ТОРМОЗНОЙ БАЛКИ НА МЕСТНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ СТЕНКИ ПОДКРАНОВОЙ БАЛКИ

Ю.Г.Перетяцько, к.т.н. проф., Д.Л.Чередник, к.т.н. проф.,
С.Б.Агеенко, к.т.н. доц., И.Ю.Ляшенко, к.т.н. доц.

*Харьковский национальный университет строительства
и архитектуры*

Постановка проблемы. В нормативной и учебной литературе [1...7] отсутствуют какие либо указания по выполнению проверок местной устойчивости стенок подкрановых балок, укрепленных промежуточными поперечными ребрами. Как правило, традиционно теория, либо примеры расчетов данных конструкций, заканчиваются проверками их прочности, а остальные проверки как бы отождествляются с расчетами сварных главных балок балочных клеток. Учитывая подвижность системы грузов, действующих на подкрановые балки, возникает ряд **проблематичных** и **весьма актуальных** вопросов: от каких положений грузов, в каких отсеках балок и как происходит местная потеря устойчивости стенки? Влияют ли поперечные горизонтальные крановые нагрузки и деформативность тормозных балок на местную устойчивость стенки?

Результаты исследования по первому из поставленных проблемных вопросов авторами представлены в [8].

Цель работы заключается в исследовании влияния поперечных горизонтальных крановых нагрузок, действующих на подкрановую балку совместно с вертикальными, а также деформативности тормозных балок на местную устойчивость стенки. **Объектом исследования** является сварная разрезная подкрановая балка пролетом 12м несимметричного двутаврового сечения с уширенным верхним поясом и тормозной балкой (рис.1). Балка рассчитана на действие 2-х сближенных четырехколесных мостовых кранов грузоподъемностью $Q=300/50$ кН среднего режима работы 4К-6К. Пролет здания 24м. Материал балки – сталь марки С 255 с расчетным сопротивлением $R_y=24$ кН/см².

Окончательно принятые размеры поперечного сечения балки (рис. 1) следующие: $t_w=1,2$ см, $h_w=130$ см; $b_{f,e}=47$ см, $b_{f,u}=24$ см; $t_f=2$ см; высота балки $h=134$ см. Промежуточные поперечные ребра

установлены с шагом 2,0м и не доведены до нижнего пояса на 6см. Тормозная балка: швеллер №30; горизонтальный лист толщиной 10мм, подкрепленный через 1,0м поперечными ребрами 70х6мм.

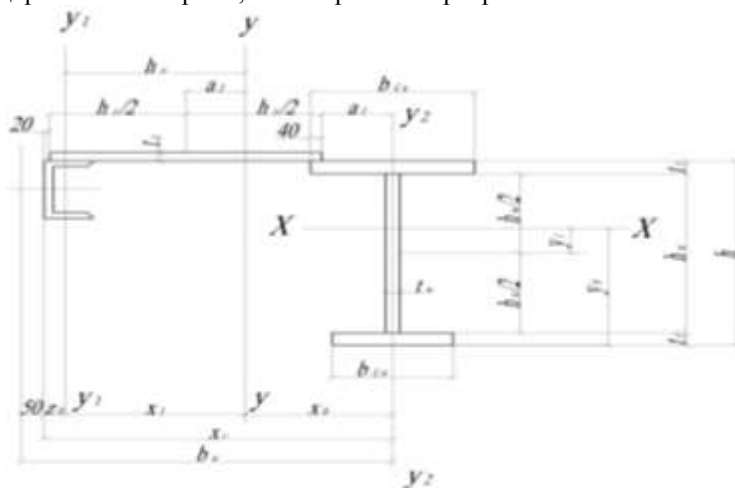


Рис. 1. Поперечное сечение подкрановой балки с тормозной балкой

Решение задачи. Для решения данной задачи в SCADe была построена конечноэлементная модель исследуемой подкрановой балки (рис. 2). Конечные элементы приняты оболочечного типа размерами 2х4см.

Исследования проведены численно для **19-ти положений** системы грузов на подкрановой балке. В **1-ом**, начальном, положении сближенные краны установлены в соответствии с теоремой Винклера (рис. 3, 4). В этом положении под критическим грузом F_2 имеет место максимальный изгибающий момент M_{\max} . **19-е**, конечное, положение сближенных кранов обеспечивает на левой опоре максимальную поперечную силу Q_{\max} (рис. 5, 6). Размещение грузов на балке фиксировалось расстоянием x от левой опоры балки до груза F_2 (см. табл. 1). Все вертикальные сосредоточенные силы равны: $F=324\text{кН}$, а соответствующие горизонтальные - $H=35,2\text{кН}$.

Результаты исследований. Для всех **19-ти** положений грузов в SCADe проведены расчеты устойчивости балки, в результате которых определены значения коэффициентов запаса устойчивости $K_{уст}$ (см. табл. 1) и соответствующие формы местной потери устойчивости стенки. В отличие от случая абсолютно жесткой тормозной балки в горизонтальной плоскости, когда местная потеря устойчивости проис-

ходила не только в опорных, но и промежуточных отсеках стенки [8], при учете реальной деформативности тормозной балки местная потеря устойчивости стенки во всех 19-ти положениях системы грузов на подкрановой балке реализовывалась в левом ее опорном отсеке (см. рис. 7). На рис. 8. представлено деформирование конструкции в горизонтальной плоскости от системы заданных сил по рис. 3, 4 (вид сверху).

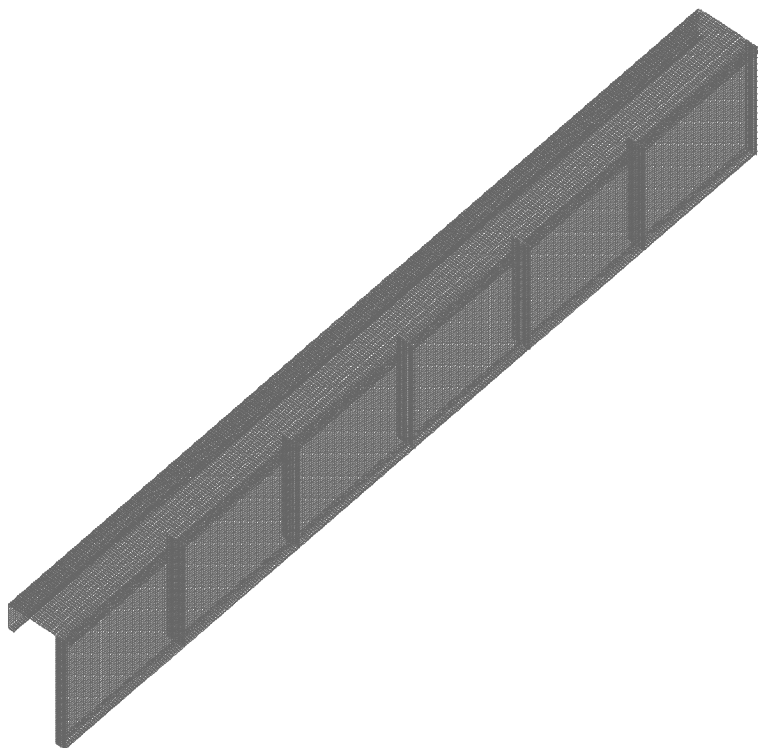


Рис. 2. Общий вид конечноэлементной модели подкрановой балки

Выводы

1. Значение коэффициента запаса местной устойчивости стенки $K_{уст}$ зависит от местоположения системы грузов мостовых кранов. Так, в 17-ом положении грузов $K_{уст}$ имеет наименьшее значение $K_{уст}=1,812$ (при шаге поперечных ребер тормозной балки 1,0м) .

2. Отсек, в котором возможна местная потеря устойчивости стенки зависит от значения изгибной жесткости в горизонтальной плоскости тормозной балки. В данном, частном случае конструкции, местная потеря устойчивости стенки во всех 19-ти положениях системы грузов на подкрановой балке реализовывалась в левом ее опорном отсеке. В случае абсолютно жесткой тормозной балки местная потеря устойчивости происходила не только в опорных, но и промежуточных отсеках стенки [8].

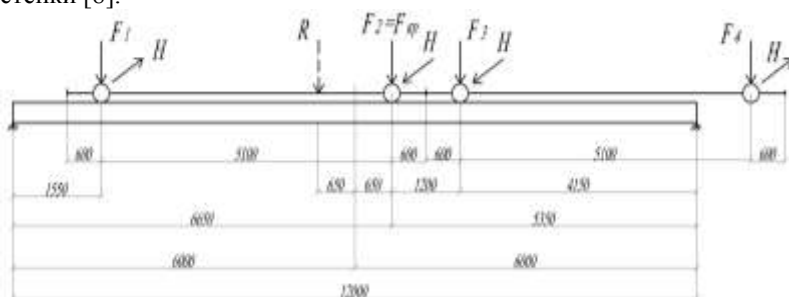


Рис. 3. Размещение системы вертикальных грузов на балке по теореме Винклера

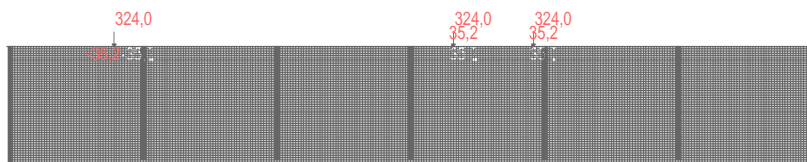


Рис. 4. 1-е положение грузов на подкрановой балке: $x_1=6,64\text{м}$.

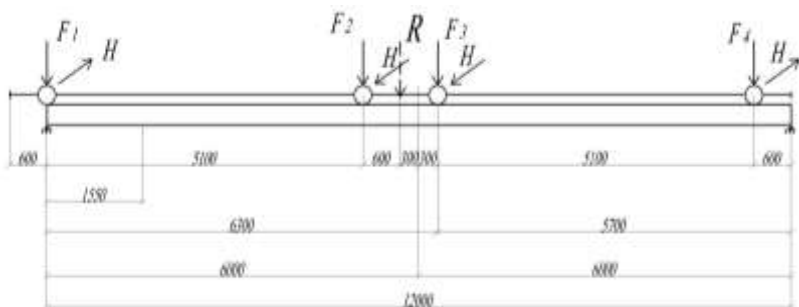


Рис. 5. Размещение системы грузов на балке для определения Q_{\max}

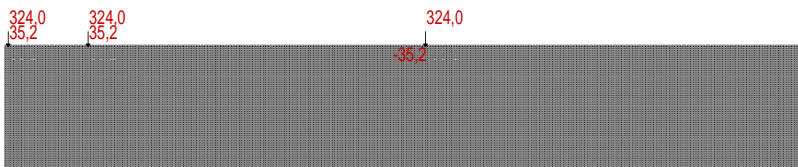


Рис. 6. 19-е положение грузов на балке: $x_{19}=0,04$ м.

Таблица 1. - Коэффициенты запаса местной устойчивости стенки

№ положения грузов	x, м	$K_{уст}$		
		Нагрузки F . Тормозная балка абсолютно жесткая, [8]	Нагрузки $F+H$. Тормозная балка реальной жесткости с поперечными ребрами:	
			через 1,0м	через 0,5м
1	6,64	3,032	2,070	2,080
2	6,48	2,905	2,017	2,031
3	6,08	2,549	1,880	1,900
4	5,68	2,437	1,934	1,948
5	5,48	2,612	2,075	2,085
6	5,28	2,505	2,236	2,241
7	5,12	2,373	2,285	2,290
8	5,04	2,354	2,524*	2,744
9	4,64	2,539	2,402*	2,598
10	4,24	2,876	2,319*	2,471
11	3,84	2,915	2,285*	2,363
12	3,44	2,993	2,261	2,271
13	2,84	2,876	2,158	2,168
14	2,24	2,964	2,075	2,085
15	1,84	2,764	2,002	2,012
16	1,24	2,402	1,875	1,890
17	0,84	2,148	1,812	1,831
18	0,44	2,202	1,968	1,982
19	0,04	2,441	2,222	2,231

3. При шаге поперечных ребер тормозной балки 1,0м в 8-ом, ..., 11-ом положениях системы грузов происходила местная потеря устойчивости листа тормозной балки (см. рис. 9). В табл. 1 соответствующие значения $K_{уст}$ конструкции отмечены «*». Очевидно, что для местной устойчивости стенки эти значения еще выше, хотя, как следует из табл. 1, частота поперечных ребер тормозной балки незначительно влияет на значения $K_{уст}$.

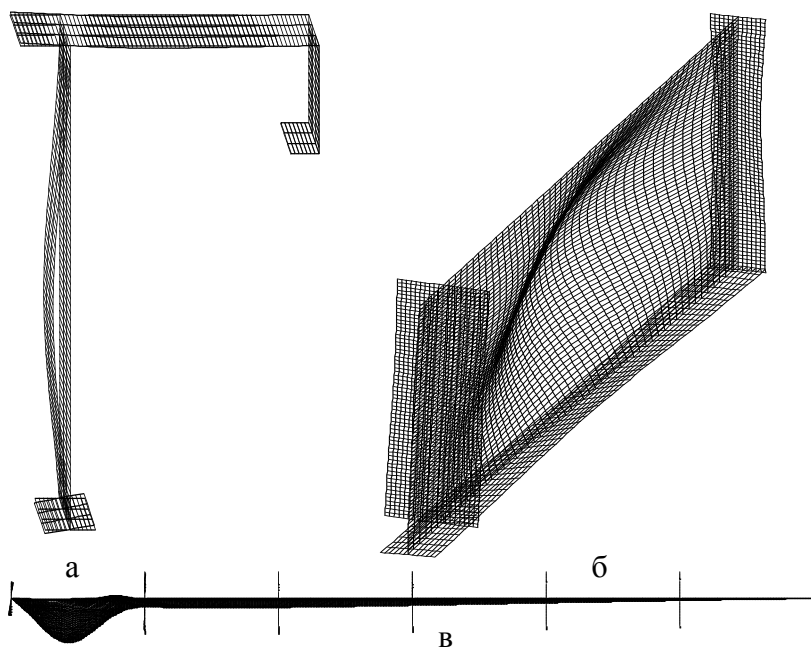


Рис. 7. Форма местной потери устойчивости стенки в левом опорном отсеке: а – поперечное сечение; б – пространственный вид (без верхней полки); в – стенка, вид сверху.

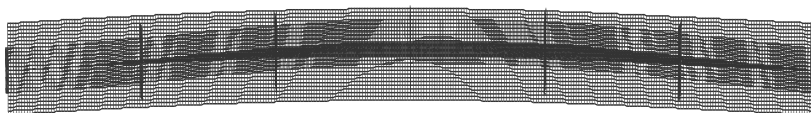


Рис. 8. Деформирование конструкции в горизонтальной плоскости от системы заданных сил по рис. 3, 4. Вид сверху.

4. Выше приведены результаты расчетов для случая, когда поперечные силы H в местах приложения вертикальных сил F_2 и F_3 (рис. 3) были направлены на тормозную балку, а в местах приложения сил F_1 и F_4 – в противоположную сторону (см. [1], рис. 7.1, а). При изменении направлений на противоположные для сил H характер потери местной устойчивости стенки остается прежним, а значения $K_{уст}$ повышаются.

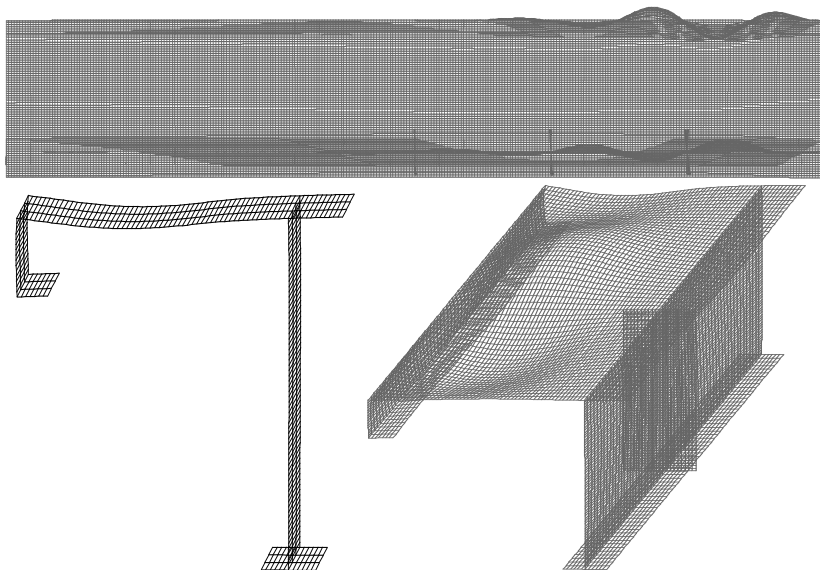


Рис. 9. Форма местной потери устойчивости листа тормозной балки: вид сверху, поперечное сечение, фрагмент конструкции

Summary

In this paper numerically using SCAD explore the local stability of the wall crane beams span 12m with bilateral transverse ribs depending on the change of position of the movable crane loads.

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінрегіонбуд України, 2006.- 59с.
2. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014.- 198с.
3. Нілов О.О., Пермяков В.О., Шимановський О.В., Білик С.І., Лавріненко Л.І., Белов І.Д., Володимирський В.О. Металеві конструкції: Загальний курс: Підручник для вищих навчальних закладів.-К.: Видавництво «Сталь», 2010.-869с.
4. Металлические конструкции. В 3т. Т.2. Конструкции зданий: Учеб. Для строит. вузов/ В.В. Горев, Б.Ю.Уваров, В.В. Филиппов, Б.И. Белый и др.-М.: Высш. шк. , 2004.-528с.
5. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції: Підручник.-Львів, Світ, 2002.-312с.
6. Металлические конструкции: Общий курс: Учеб. для вузов/Г.С. Ведеников, Е.И. Беленя, В.С. Игнатъева и др.-М.: Стройиздат, 1998.-760с.
7. Муханов К.К. Металлические конструкции: Учеб. для вузов.- М.: Стройиздат, 1978.-572с.
8. Перетяцько Ю.Г., Чередник Д.Л., Абдаллах А.А., Ассаад М.М. Исследование местной устойчивости стенки подкрановой балки. // Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА, 2015. -№2(80) – с.106-113.