

УДК 624.014 : 693.977
**АНАЛИЗ РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ КАРКАСОВ МАЛОЭТАЖНЫХ
ЗДАНИЙ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ХОЛОДНОГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ**

д.т.н., проф. Н.В. Савицкий*, инж. О.Г. Зинкевич*,
к.т.н. А.Н. Зинкевич**

**Приднепровская государственная академия строительства и
архитектуры*

***Днепропетровский национальный университет железнодорожного
транспорта им. акад. Лазаряна*

Введение

В последнее время для возведения малоэтажных зданий все в большем объеме используются каркасы из тонкостенных холодногнутых профилей. С использованием рассматриваемых конструкций могут быть выполнены здания различного назначения с достаточно высокими темпами строительства. Кроме того, поскольку конструкции обладают небольшим собственным весом (для конструкций стен и перекрытий 40-90 кг/м²) их рационально использовать для надстроек при реконструкции зданий.

Постановка проблемы

Работа тонкостенных холодногнутых профилей рассмотрена во многих публикациях, где освещены вопросы общей и местной устойчивости элементов, определение редуцированных характеристик, моделирование МКЭ. В то же время, недостаточно внимания уделено вопросам совместной работы элементов каркаса с обшивкой, в качестве которой могут использоваться плиты OSB, гипсо-волоконистые, гипсокартонные листы и др. В [1] рассмотрена работа тонкостенных балок прогонов с учетом влияния прикрепленного к ним настила на общую устойчивость изгибаемого элемента.

Для более эффективного использования тонкостенных холодногнутых профилей в каркасах малоэтажных зданий необходимо учитывать раскрепление элементов каркаса при их соединении с обшивкой.

Цель работы

Цель данной работы заключалась в сопоставлении несущей способности элементов каркаса (предельных усилий, вызывающих потерю устойчивости по разным формам) при отсутствии (или потере) раскрепления обшивкой с максимальными усилиями от нагрузок.

Рассматривалось двухэтажное здание с варьированием пролетов (рис. 1), стеновые конструкции которого состоят из вертикальных фахверковых элементов и распорок (рис. 2), несущие конструкции перекрытия и покрытия - легкие фермы (рис. 3). Шаг несущих элементов 0.6 м.

Для выполнения конструктивных элементов каркаса использовались С-образные профили (сортамент приведен в [2]) с толщиной листа 0.8 и 1.2 мм.

Сравнение несущей способности с максимальными усилиями производилось для основных элементов каркаса, подверженных сжимающим усилиям: фахверкового элемента стеновой конструкции и сжатого пояса фермы перекрытия (покрытия).

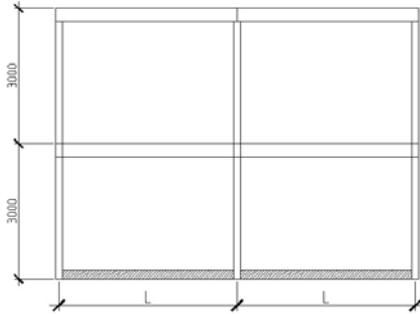


Рис.1. Разрез здания

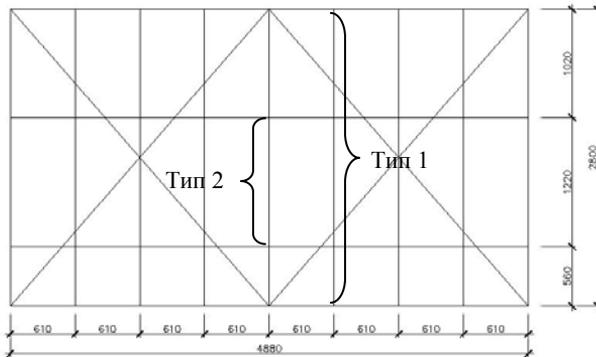


Рис. 2. Типовая схема стеновой конструкции

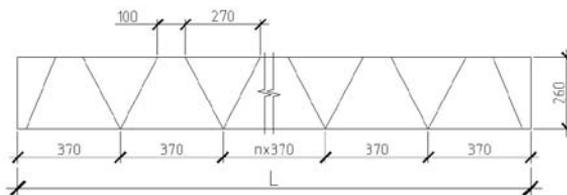


Рис. 3. Типовая схема фермы перекрытия (покрытия).

Методика расчета

Максимальные усилия в сжатом поясе фермы перекрытия (покрытия) приведены в табл. 1, в фахверковом элементе стеновой конструкции - в табл. 2.

Таблица 1

Максимальные сжимающие усилия в сжатом поясе фермы

Пролет, м	N_{max} , кН
2	4.2
3	7.6
4	14.6
5	23.6
6	30.8

Таблица 2

Продольное усилие (N, кН) в фахверковом элементе стеновой конструкции

Пролет, м	Второй этаж	Первый этаж	
		жилье	офисные
2	2.9/4.36	6.05/9.22	6.32/9.76
3	3.63/5.82	7.64/12.39	8.04/13.20
4	4.36/7.28	9.22/15.56	9.76/16.64
5	5.09/8.74	10.81/18.73	11.48/20.08
6	5.82/10.2	12.39/21.9	13.20/23.52

Примечание: в числителе приведены нагрузки на фахверковый элемент наружной стены, в знаменателе - внутренней.

Элементы каркаса рассчитывались как центрально сжатые. Предельные нагрузки определялись в соответствии с СНиП II-23-81*. Редуцированная площадь сечений профилей определялась по методике Еврокод 3 [3].

Предельные осевые нагрузки на вертикальный фахверковый элемент стеновой конструкции определялись для:

- изгибной формы потери устойчивости в плоскости большей жесткости N_{cr1} (тип 1 расчетная длина 3 м, см. рис. 2);
- изгибной формы потери устойчивости в плоскости меньшей жесткости N_{cr2} (тип 2 расчетная длина 1.2 м, см. рис. 2);
- изгибно - крутильной формы потери устойчивости N_{cr3} ;
- местной потери устойчивости короткого элемента ($L=350$ мм) N_{cr4} .

Предельные сжимающие усилия в элементе сжатого пояса определялись для изгибной формы потери устойчивости в плоскости большей жесткости пояса N_{cr5} (из плоскости фермы). Расчетная длина сжатого пояса принималась равной величине пролета фермы.

Предполагается, что предельная нагрузка при местной потере устойчивости короткого элемента N_{cr4} , соответствует характеру работы элементов, раскрепленных листами обшивки и является максимальной для рассматриваемого элемента. Расчетная длина элементов принимается равной расстоянию между соединениями (саморезами, заклепками и т.д.).

Результаты

Результаты определения предельных нагрузок для фахверкового элемента стеновой конструкции приведены в табл. 3. Предельные усилия в сжатом поясе ферм приведены в табл. 4.

Таблица 3

Предельные нагрузки на фахверковый элемент

Профиль	Предельные нагрузки на фахверковый элемент (центральное сжатие), кН			
	N_{cr1}	N_{cr2}	N_{cr3}	N_{cr4}
90x47x0.8	11.8	10.4	10.5	19
90x47x1.2	23.3	18.6	15.2	41
140x47x0.8	18.7	11.8	11.9	22
140x47x1.2	34.2	19.2	13.5	49

Таблица 4

Предельные усилия в сжатом поясе ферм

Профиль	Предельное усилие в элементе сжатого пояса фермы N_{cr5} , кН при расчетной длине L , м				
	2	3	4	5	6
	90x47x0.8	14.65	11.8	8.4	5.71
90x47x1.2	26.53	20.94	14.74	9.86	7
140x47x0.8	16.8	15.5	13.9	11.6	9.4
140x47x1.2	30.8	28.3	25.4	21.4	16.9

Исходя из полученных результатов, учет раскрепления элементов каркаса позволяет значительно повысить их несущую способность, исключая отдельные формы потери устойчивости и сокращая расчетную длину. При этом, элементы обшивки не включены в работу комплексного элемента, а выполняют функцию связи, воспринимающей в точках закрепления условную поперечную силу.

Раскрепление фахверкового элемента стеновой конструкции обшивкой препятствует потере устойчивости при изгибной форме в плоскости меньшей жесткости и изгибно - крутильной форме. Это позволяет не учитывать при подборе сечения предельные нагрузки N_{cr2} и N_{cr3} , снижающие несущую способность фахверкового элемента до 50% (табл. 3).

Выводы

1. Учет раскрепления листами обшивки элементов каркасов из тонкостенных холодногнутых профилей позволяет более рационально использовать их сечение.

2. Надежность эксплуатации рассматриваемых зданий в значительной степени будет зависеть от надежности и долговечности соединений элементов каркаса с обшивкой. Этот вопрос особенно важен при нормировании нагрузок

на элементы каркаса при ремонте или реконструкции, предусматривающих демонтаж фрагментов обшивки.

3. В дальнейшем, необходимо разработать методику, учитывающую влияние податливости соединений на работу раскрепленных элементов каркаса.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Айрумян Э.Л. Особенности расчета стальных конструкций из тонкостенных гнутых профилей // Монтажные и специальные работы в строительстве. - 2008. - №3. - с. 2-7.

2. Савицкий Н.В., Бородин А.А., Зинкевич А.Н., Тытюк Е.В., Токарь Е.Л., Зинкевич О.Г. Испытание металлических профилей фирмы «Bade celik» // Сб. научн. тр.: Строительство. Материаловедение. Машиностроение., Вып. №43. – Дн-ск: ПГАСА, 2007. - с.449-458.

3. Eurocode 3 : Design of steel structures. EN 1993-1-3 : 2004. Part 1-3: General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting. Stage

34. CEN. European Committee for Standardisation.

УДК 624.014 : 693.977

Анализ работы элементов каркасов малоэтажных зданий из тонкостенных холодногнутох профилей / Савицкий Н.В., Зинкевич О.Г., Зинкевич А.Н. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. Вып. №__ ч. __. – Дн-вск., ПГАСА, 2009. - С.____, табл. 4. - рис. 3. - Библиогр.: 3 назв.

В статье показана необходимость учета раскрепления листами обшивки элементов каркасов из тонкостенных холодногнутох профилей для более рационального использования сечений. Выполнено сопоставление несущей способности элементов каркаса (предельных усилий, вызывающих потерю устойчивости по разным формам) при отсутствии (или потере) раскрепления обшивкой с максимальными усилиями от нагрузок для двухэтажного здания.