

УДК 692.231.3

КОНСТРУИРОВАНИЕ ОГРАЖДАЮЩИХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КАРКАСА ИЗ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*м.н.с. Несин А.А., к.т.н. Рутштейн В.М. *, д.т.н., проф. Савицкий Н.В.
ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства
и архитектуры», г. Днепрпетровск
Сочинский государственный университет, г. Сочи

Актуальность. Анализ проектных решений ограждающих конструкций, с учетом требований ДБН В.2.6-31: 2006 «Теплова ізоляція будівель» [1], показывает, что устройство традиционных однослойных сплошных ограждающих конструкций экономически нецелесообразно. Одним из возможных решений проблемы является использование в ограждающих конструкциях технологии легких стальных тонкостенных конструкций.

Суть этой технологии заключается в использовании панелей, изготовленных из легких стальных оцинкованных профилей с заполнением межпрофильного пространства эффективным утеплителем. Для снижения теплопроводности гнутых профилей в их стенках в процессе прокатки выполняется перфорация в виде продольных просечек. Перфорированные профили, так называемые термопрофили (рис. 1), обладают меньшей теплопроводностью, благодаря увеличению пути прохождения теплового потока между полками профиля.

Связь с научными и практическими заданиями. Работа выполнялась в соответствии с госбюджетными научно-исследовательскими темами Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины «Високоєфективні конструкції малоповерхових будівель для будівництва доступного соціального житла», № госрегистрации 0109U001396 и «Создание методологии рационального проектирования ресурсосберегающих архитектурно-конструктивно-технологических систем для строительства доступного жилья», № госрегистрации 0111U000455.

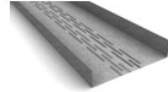
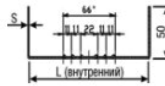
Целью исследований является определение минимального сечения профиля ограждающей панели для условий г. Днепрпетровска.

Изложение основного материала. Ограждающая панель с каркасом из термопрофилей представляют собой новую альтернативу при строительстве наружных стен современного многоэтажного здания. Панели имеют небольшой вес, малую толщину и допускают применение различных материалов для наружной и внутренней отделки.

Основными элементами ограждающей стеновой панели являются вертикальные несущие стойки с поперечным сечением ТС (или ТН) (рис.1). Горизонтальные элементы с поперечным сечением ТН применяется на верхней и нижней кромке каркаса и над оконными проемами (рис.2). Жесткость термопрофильного каркаса обеспечивается облицовочными плитными материалами, покрывающим каркас с обеих сторон.

Термопрофили направляющие для строительных конструкций

ТН



Термопрофили стоечные для строительных конструкций

ТС

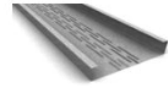
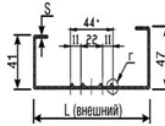


Рис.1. Профили с перфорированной стенкой – термопрофили ТН,ТС

Для обшивки с внутренней стороны используется гипсокартонные листы. Между обшивкой находится теплоизолирующий слой из эффективного утеплителя (эковаты или минераловатных плит), толщиной 80 - 200 мм.

Для обшивки с наружной стороны можно использовать различные фасадные материалы: аквапанели, композитные материалы, магнетитовые плиты, OSB листы и т.д.

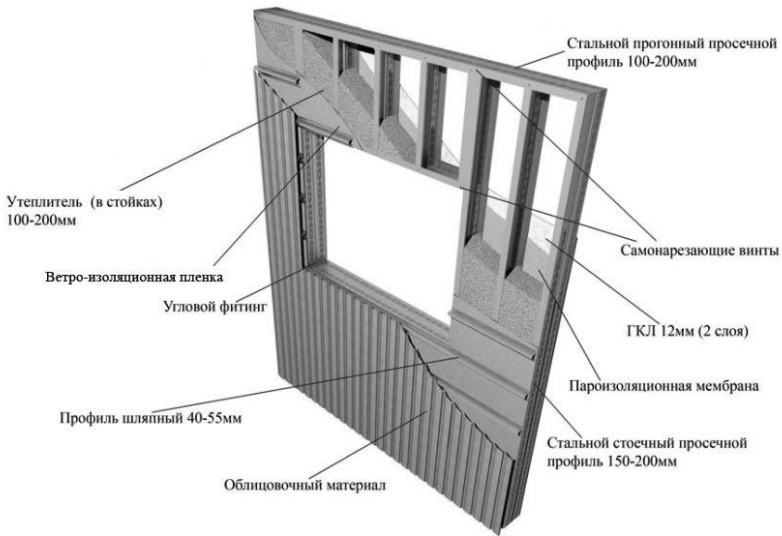


Рис.2. Принципиальная конструкция ограждающей панели

Согласно ДБН В.1.1-7-2002 «Защита от пожара. Пожарная безопасность объектов строительства» [2] по условной высоте здания классифицируют как:

- а) малоэтажные – до 3-х этажей включительно;
- б) многоэтажные – до 9-ти этажей включительно;

- в) повышенной этажности – до 16-ти этажей включительно;
- г) высотные – свыше 16-ти этажей.

Расчет прочности элементов каркаса был выполнен для четырех типоразмеров ограждающих панелей с каркасом из термопрофилей: 5700 x 2700 мм, 5700 x 3000 мм, 5700 x 3300 мм и 5700 x 3600 мм (рис.3) для 3, 5, 9, 23 и 33 этажных зданий. Шаг профилей принят равным 600 мм. Класс стали термопрофилей принят С255, с расчетным сопротивлением $R_y=250$ МПа. В качестве эффективного утеплителя была принята эковата с коэффициентом теплопроводности $0,041$ Вт/м²К и плотностью 55 кг/м³.

Расчет ограждающей панели выполнен для условий г. Днепропетровска (2 климатический район [3], 3 ветровой район [4]) на следующие нагрузки:

Постоянные:

- собственный вес оцинкованных профилей и утеплителя;
- нагрузки от оконного заполнителя;
- нагрузки от теплового радиатора в подоконной зоне;
- нагрузки от внешней (магnezитовая плита, металлические направляющие профили) и внутренней обшивки (гипсокартонная плита).

Кратковременные:

- ветровая нагрузка.

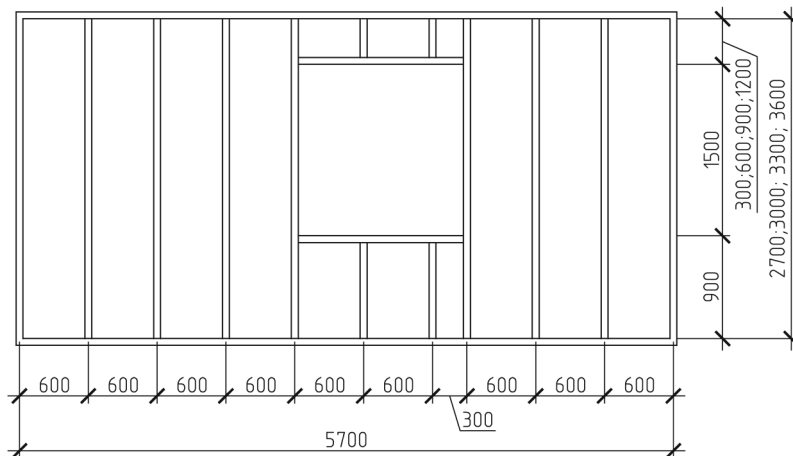


Рис. 3. Конструкция ограждающей стеновой панели с каркасом из изогнутых оцинкованных профилей для 4-х типоразмеров

В зависимости от характера нагрузок и целей расчета использовались два вида расчетных значений - предельное расчетное и эксплуатационное значение нагрузки, согласно ДБН В.1.2-2: 2006 [4].

Статический расчет элементов ограждающей панели выполнялся с помощью расчетного комплекса «Лири 9.6». Расчетная модель представлена в

виде конечно-элементной плоской схемы. Работа элементов каркаса моделировалась универсальным пространственным стержневым конечным элементом КЭ 10.

Статический расчет выполнен на основные сочетания нагрузок с учетом соответствующих коэффициентов.

Теплотехнический расчет ограждающей панели (определение минимальной толщины утеплителя для обеспечения $R_{q \min}$, $m^2 K/Вт$) выполнялся согласно требований ДБН В.2.6-31:2006. Для г. Днепропетровска значение $R_{q \min}$ для внешних стен составляет $2,5 m^2 K/Вт$,

Для обоснования теплотехнической эффективности ограждающих панели с каркасом из термопрофилей были проведены численные [5] и натурные испытания [6] панелей с каркасом из термопрофилей и аналогичных конструкций с каркасом с профилей без прорезей.

В табл. 1 приведены результаты подбора сечения профилей для 3, 5, 9, 23 и 33 этажных зданий.

Аналогичные расчеты ограждающих стеновых панелей с применением каркаса из гнутых оцинкованных профилей были проведены для всех ветровых районов и типов окружающей местности Украины в соответствии с ДБН В.1.2-2: 2006 [4], для 3, 5, 9, 23 и 33 этажных зданий.

Таблица 1
Результаты подбора сечений профилей ограждающей панели
для условий г. Днепропетровска

Кол-во этажей	Геометрические размеры панели, м	Тип окружающей местности			
		1	2	3	4
3 эт.	5,7 x 2,7 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,0 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,3 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,6 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
5 эт.	5,7 x 2,7 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,0 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,3 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,6 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
9 эт.	5,7 x 2,7 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,0 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,3 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,6 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0
23 эт.	5,7 x 2,7 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,0 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,3 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,6 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0

Кол-во этажей	Геометрические размеры панели, м	Тип окружающей местности			
		1	2	3	4
33 эт.	5,7 x 2,7 м	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,0 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,3 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 0,7
	5,7 x 3,6 м	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0	ТС100 - 1,0

Примечание:

ТС100-1,0 – термoproфиль стоечный высотой поперечного сечения 100 мм, толщиной металла 1 мм.

Выводы. Из условий обеспечения прочности и термической изоляции разработано 4 типоразмера ограждающих стеновых панелей жилых и общественных зданий с применением легких стальных тонкостенных конструкций для строительства 3, 5, 9, 23 и 33 этажных зданий.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6-31: 2006 Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель.- К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006 – 70 с.
2. ДБН В.1.1-7-2002 Защита от пожара. Пожарная безопасность объектов строительства.- К.: Держбуд України, 2002 – 40 с.
3. ДСТУ – Н Б В.1.1-27:2010 захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.- К.: Мінрегіонбуд України, 2011 – 123 с.
4. ДБН В.1.2-2:2006 Система обеспечения надежности и безопасности строительных объектов. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования.- К.: Минстрой Украины, 2006 – 78 с.
5. Савицкий Н.В., Несин А.А. Ограждающая конструкция с каркасом из термопрофилей. Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. научных трудов. Вып. 50,-Дн-вск, ПГАСА, 2009.- с.479-482;
6. Савицкий Н.В., Несин А.А. Экспериментальное исследование теплотехнической эффективности термопрофилей. Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. научных трудов. Вып. 51,-Дн-вск, ПГАСА, 2010.- с.431-437;