

УДК 692.232.45

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОГРАЖДАЮЩИХ
ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КАРКАСА ИЗ
ГНУТЫХ ОЦИНКОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ**

*Д.т.н., проф. Савицкий Н.В., к.т.н., доц., Никифорова Т.Д.,
м.н.с. Несин А.А., м.н.с. Сопильняк А.М., Береза И.В.**

*ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства
и архитектуры», г. Днепропетровск
Международная корпорация «Сталдом»

Актуальность. Повышение теплозащитных свойств ограждающих конструкций жилых многоэтажных зданий остается одной из основных задач при создании энергоэффективных зданий.

Около 68 % теплопотерь здания происходит через ограждающие конструкции [1], поэтому разработка рационального типа ограждающих панелей для строительства жилых многоэтажных зданий одна из основных задач энергоэффективного строительства.

Изготовление энергоэффективного ограждения возможно из различных стеновых и теплоизоляционных материалов, однако с точки зрения экономической целесообразности имеет значение стоимость производства, затраты на устройство и эксплуатационные характеристики.

Решением проблемы является использование в ограждающих конструкциях технологии легких стальных тонкостенных конструкций [2,3].

Связь с научными и практическими заданиями. Работа выполнялась в соответствии с госбюджетной научно-исследовательской темой Министерства образования и науки Украины «Розробка наукових засад створення високотехнологічних соціокомплексів на основі концепції стійкого розвитку», № госрегистрации 0113U000129.

Целью исследований является определение рационального шага стоек в каркасе ограждающей панели.

Изложение основного материала. Ограждающая конструкция с каркасом из гнутых оцинкованных профилей представляет собой самонесущую навесную панель, предназначенную для строительства многоэтажных зданий.

Основными элементами стеновой панели являются вертикальные несущие стойки – термопрофили (профили с перфорированной стенкой) с поперечным сечением ТС (или ТН) (рис.1). Горизонтальные элементы с поперечным сечением ТН применяются на верхней и нижней кромках каркаса и над оконными проемами. Жесткость термопрофильного каркаса обеспечивается облицовочным плитным материалом, покрывающим каркас с обеих сторон.

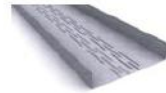
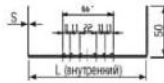
В качестве обшивки с внутренней стороны используется гипсокартонные листы. Между обшивкой находится теплоизолирующий слой из эффективного утеплителя, толщиной 100 - 300 мм. Для обшивки с

наружной стороны используются различные фасадные материалы: магнезитовые, цементно-минеральные плиты, OSB листы и т.п.

Расчет прочности и подбор сечений профилей ограждающей панели с каркасом из термопрофилей был выполнен для панели с габаритными размерами 5700 x 2700 мм, при этом шаг термопрофилей в каркасе варьировался с шагом 150 мм от 450 мм до 1200 мм.

Термопрофили направляющие для строительных конструкций

ТН



Термопрофили стоечные для строительных конструкций

ТС

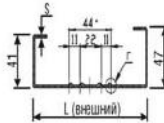


Рис.1. Профили с перфорированной стенкой – термопрофили ТН, ТС

Класс стали термопрофиля принят С255, с расчетным сопротивлением $R_y=250$ МПа. В качестве эффективного утеплителя использовалась эковата с коэффициентом теплопроводности $\lambda=0,04$ Вт/м $^{\circ}$ К и плотностью 60 кг/м 3 .

Расчет ограждающей панели выполнен для условий г. Днепропетровска (2 климатический район [4], 3 ветровой район (1 тип местности) [5]) на следующие нагрузки и воздействия:

постоянные:

- собственный вес оцинкованных профилей и утеплителя;
- нагрузка от оконного заполнителя;
- нагрузка от внешней (магнезитовая плита, металлические направляющие профили) и внутренней обшивки (гипсокартонная плита).

кратковременные:

- ветровая нагрузка.

Статический расчет элементов ограждающей панели выполнялся с помощью расчетного комплекса «Лира 9.6». Расчетная модель представлена в виде плоской конечно-элементной схемы. Ограждающая панель рассчитана для 3, 5, 9, 23 и 33 этажных жилых зданий.

Подбор и проверка несущей способности элементов ограждающей панели выполнена по ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009 [6].

Критерием к определению рационального шага термопрофилей в каркасе ограждающей панели является минимальный расход металла. Масса 1 м.п. термопрофилей ТС 100-0,7 мм – 1,065 кг и ТС100 - 1,0 – 1,51 кг. В результате расчетов определен общий расход термопрофилей каркаса ограждающей панели в зависимости от шага стоек.

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

Доказана численными [2] и натурными [3] испытаниями теплотехническая эффективность ограждающих панели с каркасом из

термопрофилей по отношению к аналогичным конструкциям с каркасом из профилей без прорезей в стенке.

Таблица 1

Результаты подбора сечений термопрофилей ограждающей панели для условий г. Днепрпетровск

Кол-во этажей	Шаг термопрофилей в ограждающей конструкции					
	450 мм	600 мм	750 мм	900 мм	1050 мм	1200 мм
3 эт	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7
5 эт	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7
9 эт	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-1,0
24 эт	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-1,0	ТС100-1,0
33 эт	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-0,7	ТС100-1,0	ТС100-1,0	ТС100-1,0

На рис. 2 показан график расхода термопрофилей при проектировании ограждающей панели для 24 этажного здания.

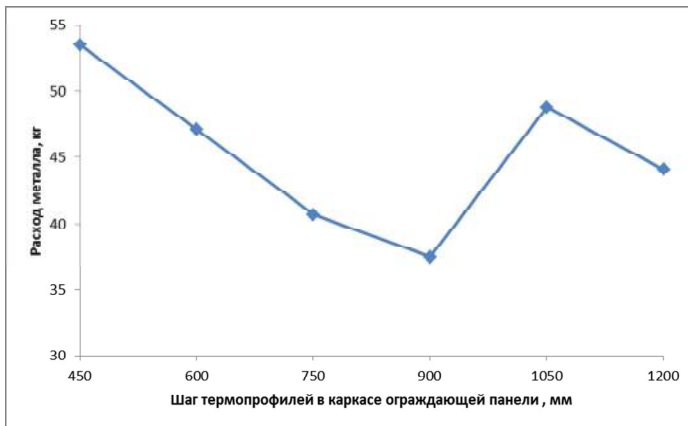


Рис. 2. Расход термопрофилей при проектировании ограждающей конструкции для 24 этажного здания

Ограждающие панели с каркасом из термопрофилей, расположенных непосредственно в их теплоизоляционных слоях, являются термически

неоднородными конструкциями, что обуславливает необходимость расчета приведенных значений термического сопротивления.

Определение приведенного значения термического сопротивления ограждающей панели с каркасом из термопрофилей выполнялся по методике изложенной в прил. И ДБН В.2.6-31:2006 [8]. Линейный коэффициент теплопередачи определялся численным методом в программном комплексе Elcut [7].

В таблице 2 представлены значения приведенного термического сопротивления теплоизоляционного слоя ограждающей панели при различном шаге термопрофилей в каркасе.

Таблица 2.

Приведённое значение термического сопротивления теплоизоляционного слоя ограждающей панели при различном шаге термопрофилей

Толщина теплоизоляции (высота стенки термопрофиля), мм	Толщина стенки и профиля, мм	Расчетный коэффициент теплопроводности утеплителя (λ), Вт/м ² К	Приведенное термическое сопротивление теплоизоляционного слоя ($R_{\Sigma \text{ пр.}}$), м ² ·К/Вт при различном шаге термопрофилей, мм					
			450	600	750	900	1050	1020
100	0,7	0,04	2,53	2,62	2,65	2,65	2,65	2,65
	1,0		2,52	2,61	2,63	2,64	2,65	2,65
	1,5		2,51	2,60	2,62	2,63	2,64	2,65
	2,0		2,50	2,59	2,61	2,62	2,63	2,64
150	0,7		3,63	3,78	3,85	3,89	3,90	3,90
	1,0		3,58	3,76	3,84	3,88	3,89	3,90
	1,5		3,55	3,74	3,82	3,87	3,88	3,90
	2,0		3,54	3,73	3,81	3,86	3,88	3,90
200	0,7		4,65	4,90	5,00	5,08	5,12	5,14
	1,0		4,54	4,84	4,98	5,06	5,10	5,13
	1,5		4,49	4,81	4,96	5,04	5,09	5,12
	2,0		4,48	4,80	4,95	5,03	5,08	5,11
250	0,7		5,59	5,98	6,16	6,26	6,32	6,35
	1,0		5,44	5,88	6,10	6,22	6,29	6,33
	1,5		5,34	5,82	6,06	6,19	6,27	6,32
	2,0		5,33	5,81	6,05	6,18	6,26	6,30
300	0,7	6,51	7,03	7,28	7,43	7,51	7,56	
	1,0	6,27	6,87	7,18	7,35	7,46	7,52	
	1,5	6,13	6,78	7,12	7,32	7,42	7,49	
	2,0	6,12	6,77	7,11	7,30	7,41	7,48	

Выводы. Определен рациональный шаг термопрофилей в каркасе ограждающей панели с габаритными размерами 5700 x 2700 мм для строительства 3, 5, 9, 23 и 33 этажных жилых зданий. Получены приведённые значения термического сопротивления теплоизоляционного слоя ограждающей панели при различном шаге термопрофилей.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Фурсов Ю.В. Энергосберегающие фасадные конструкции. Дис...канд. техн. наук: 05.23.01.- Харьков, 2009.- 182 с.
2. Ограждающая конструкция с каркасом из термопрофилей / Савицкий Н.В. , Несин А.А. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. №50 – Дн-вск: ПГАСА, 2009.– С. 479-481.
3. Экспериментальное исследование теплотехнической эффективности термопрофилей / Савицкий Н.В., Несин А.А., Береза И.В. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. №56 – Дн-вск: ПГАСА, 2009.– С. 431-436.
4. 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.
5. ДБН В.1.2-2:2006 Система обеспечения надежности и безопасности строительных объектов. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования.- К.: Минстрой Украины, 2006 – 78 с.
6. ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009 Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів.- К.: Мінрегіонбуд України, 2010 – 55 с.
7. Расчет задачи двумерного теплообмена в программных комплексах / Савицкий Н.В. , Несин А.А. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. №61 – Дн-вск: ПГАСА, 2011.– С. 387-390.
8. 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.