

Обычные гнутые профили являются теплопроводным включением и увеличивают тепловой поток при толщине профиля 100мм, 150мм и 200мм, соответственно, на 20,2%; 27,5% и 32,8% по сравнению с однородной ограждающей конструкцией аналогичной толщины и применяемых материалов.

Результаты расчетов свидетельствуют, что термопрофили практически не влияют на величину теплового потока по сравнению с аналогичной однородной конструкцией. Так расчетное сопротивление для ограждающей конструкции с термопрофиля толщиной, соответственно, 100мм, 150мм и 200мм, соответственно уменьшается на 1,2%; 3,3% и 5,7%.

Линейный коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции с каркасом из термопрофиля (ТПП-100;ТПП-150;ТПП-200), толщиной 1,5 мм, на 95,2%; на 91,3%; на 87,4% меньше аналогичной ограждающей конструкции с каркасом из профиля (ПП-100;ПП-150;ПП-200).

**Выводы.** Теплотехнические расчеты, выявили что, ограждающая конструкция с применением каркаса из термопрофиля значительно эффективней аналогичной конструкции из профиля без просечек. Теплотери ограждающей конструкции с каркасом из термопрофиля незначительны, в следствии этого не являются «мостиком холода», в отличие от аналогичных профилей без просечек. Внедрение термопрофиля в ограждающие конструкции в практику жилищного строительства Украины является актуальным и обоснованным.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Никифорова Т.Д. Совершенствование методики расчета и рационального проектирования термореновации крупнопанельных жилых зданий: Дис...канд. техн. наук: 05.23.01.- Днепропетровск, 2001.- 188 с.
2. 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.

УДК 691

#### ТРЕСЛОЙНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ СТЕНОВЫЕ ПАНЕЛИ

д.т.н., проф. Савицкий Н.В., аспирант Сопильняк А.М.

*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры*

**Постановка проблемы.** С целью экономии топливно-энергетических ресурсов на эксплуатацию вновь строящихся зданий с 1 апреля 2007 года вступили в действие новые требования по энергосбережению, определенные в ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», согласно которым требования по сопротивлению теплопередачи стен увеличилось в 1,2 раза. Эти нормативные изменения дали новый толчок строительной индустрии к созданию и применению энергоэффективных конструкций.

До настоящего времени основные конструктивные системы из железобетона были ориентированы на индустриальные методы возведения

зданий. В то же время при изготовлении ограждающих применялись трудоемкие процессы с использованием мелкоштучных элементов. Необходимо применять индустриальные ограждающие конструкции-панели.

**Связь с научными и практическими заданиями и анализ последних исследований и публикаций.** Традиционные однослойные панели при соответствии новым требованиям увеличиваются по толщине, а соответственно и по массе, что является нерациональным. Например, для условий второй температурной зоны, толщина стены жилого здания из полнотелого силикатного кирпича ( $\rho=1800\text{кг/м}^3$ ) должна быть 2,04 м, из полнотелого глиняного кирпича ( $\rho=1800\text{кг/м}^3$ ) должна быть 1,9 м, панель из керамзитобетона ( $\rho=1000\text{кг/м}^3$ ) должна быть 0,96 м.

При этом увеличение толщины и массы ограждающих конструкций требует применение кранов и других транспортных средств с повышенной грузоподъемностью в массовом сборном строительстве, а на производстве – изменение опалубочных форм, материало-, энерго- и трудозатрат, что влечет за собой увеличение стоимости единицы полезной площади здания.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что применять кирпич и керамзитобетон в соответствии с новыми нормами целесообразно только в конструктивных слоях ограждающих конструкций.

Одним из наиболее перспективных направлений обеспечения современных требований по теплозащите зданий без существенного увеличения материалоемкости, трудозатрат, а главное стоимости, является применение многослойных ограждающих железобетонных конструкций с эффективными теплоизоляционными материалами.

В практике строительства используются различные виды трехслойных железобетонных стеновых панелей жилых, общественных, промышленных и сельскохозяйственных зданий. В качестве эффективного утеплителя применяют теплоизоляционные материалы (минераловатные, стекловолокнистые и полимерные), перечень которых приведен в приложении ДБН В.2.6-31:2006, а также тяжелый и легкий бетон раной плотности (табл. 1).

Наружный и внутренний слой трехслойной железобетонной панели соединяются между собой с помощью связей, обеспечивающих независимую или совместную их работу. Применяются различные типы связей:

- связи сдвига (стальные стержни и железобетонные брусья);
- связи в виде стальных вертикальных ферм с треугольной решеткой;
- комбинированные (стальные подвески и распорки).

Во всех перечисленных конструкциях вертикальная нагрузка воспринимается одним внутренним (со стороны помещения) несущим слоем.

Как показывает практика решения стен с утеплителем из полимерных материалов недолговечны из-за разрушения утеплителя при эксплуатации, а это значит, что возникает необходимость неоднократного ремонта стен.

Таблица 1

**Теплотехнические характеристики трехслойных стеновых панелей**

Эскиз связей	Характеристика связей слоев	Вид утеплителя	Толщина панели	Приведенное сопротивление теплопередачи в условиях нормальной эксплуатации
1	2	3	4	5
	гибкие стальные	пенополистерольный пенопласт	300	2.3
			350	3.0
		минераловатные прошивные маты	300	1.7
			350	2.2
400	2.7			
	железобетонные брусья	пенополистерольный пенопласт	300	1.9
			350	2.5
		минераловатные прошивные маты	300	1.4
			350	1.9
400	2.3			
	стальные подвески и распорки	пенополистерольный пенопласт	300	1.64
			350	2.3
			400	2.64
	сцепление слоев	низкотеплопроводный полистеролбетон	300	2.3
			350	2.9
			400	3.56

Другим недостатком трехслойных конструкций с гибкими связями является повышенная трудоемкость защиты по периметру полимерного утеплителя негорючим минераловатным с целью обеспечения пожарной безопасности, и сложность выдержки проектного качества из-за протечек бетона в местах установки связей, между плитами утеплителя, а также бортами форм.

К преимуществам трехслойных панелей с эффективным утеплителем и связями сдвига можно отнести простоту конструкции связей, которые представлены в виде стальных шпилек, защищенных от коррозии, и их

установку. А недостатком является большие теплотери из-за большого диаметра тех же связей [2].

Трехслойные панели со связями сдвига в виде железобетонных брусьев появились сравнительно недавно. Основным преимуществом железобетонных связей является защита арматуры от коррозии. Но из-за деформаций разности температур слоев панели могут привести к взаимному смещению, а следственно и к образованию трещин.

Трехслойные панели с минераловатным утеплителем и связями в виде стальных ферм (треугольная решетка) из нержавеющей стали, которые обеспечивают передачу вертикальных усилий от наружного слоя при небольшом диаметре решетки.

Наиболее перспективной в целостности и термической однородности конструкции является трехслойные панели с монолитной связью слоев и утеплителя из низкотеплопроводных бетонов. Но опыт их применения пока еще ограничен. Такие панели были применены преимущественно в северных регионах России [3], а также имеется некоторый опыт применения в западных странах [4].

**Изложение основного материала исследований.** Целью данной работы было исследование трехслойных панелей с гибкими связями на совместную работу внешних слоев, как по вертикали так и по горизонтали.

В качестве исследуемой модели была принята панель, конструкция которой представлена на рис.2.

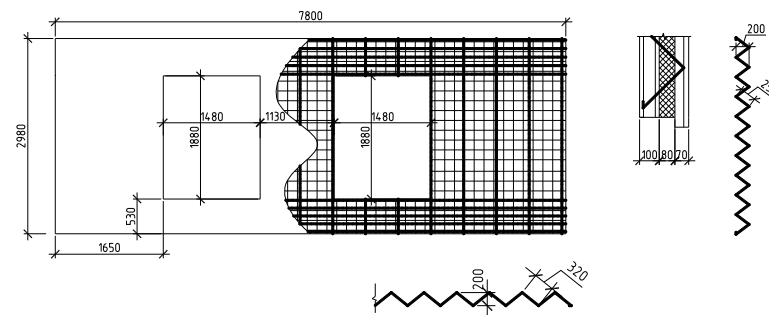


Рис. 2. Конструкция трехслойной панели.

Внутренний (толщиной 100 мм) и внешний (толщиной 70 мм) слой выполнены из тяжелого бетона и армированы сетками со стержнями диаметром 4 мм. Средний слой- карбомидный пенопласт, а по контуру- минераловата. Гибкие связи представлены стержнями из нержавеющей стали диаметром 6 и 8 мм соответственно для вертикальных и горизонтальных, которые располагаются вертикально с шагом 500 мм и горизонтально с шагом 150 мм в уровнях под и над окнами. К панели приложены такие нагрузки:

- вертикальная (вес вышележащей панели равный 9141 кг и приложенная к внутреннему слою модели);
- собственный вес панели;
- ветровая (равная  $123 \text{ кг/м}^2$ ).

Для исследования совместной работы внутреннего и внешнего слоев панели был использован программный комплекс «Лира». Принятая конструкция была смоделирована в этой программе.

Применение данного программного комплекса позволило увидеть работу исследуемой панели под действие нагрузок и распределение усилий в стержнях связей визуально, и получить численные результаты: в вертикальных стержнях связей максимальное усилие на сжатие  $N^B = 94 \text{ кг}$ , а для горизонтальных  $N^Г = 79 \text{ кг}$ .

**Обсуждение результатов.** Проанализировав полученные результаты, принимая во внимание, что панель имеет значительные расстояния между осями закрепления ( $l = 6,84 \text{ м}$ ), два окна и учитывая высотность здания (80.0 м), горизонтальные гибкие связи необходимы для совместной работы внутреннего и внешнего слоев панели для восприятия ветровой нагрузки в высотных зданиях.

**Вывод.** Поэтому, на основе проведенного исследования можно сделать вывод, что при проектировании трехслойных ограждающих конструкций необходимо учитывать совместную работу слоев конструкции, как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, учитывая все факторы воздействия на данную конструкцию.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будівель та споруд. Теплова ізоляція будівель. - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006.-70с.
2. Король Е.А. Трехслойные ограждающие железобетонные конструкции из легких бетонов и особенности их расчета: Монография. /М.: издательство АВС,2001.-256 с.
3. Стронгин Н.С.,Баулин Д.К. Легкобетонные конструкции крупнопанельных, жилых домов. - М.: Стройиздат, 1984.-184 с.
4. Dal D. Durisol. Lightweight Precast Concrete // Paper trade. – 1950. - Vol. 130. - № 23.

#### УДК 624.01

#### НАДЕЖНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

д.т.н., проф. Савицкий Н.В.,к.т.н., доц. Тытук А.А., к.т.н. Шевченко Т.Ю.  
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

**Постановка проблемы и её связь с важными научными и практическими задачами.** Увеличение степени сложности конструкций жилых и общественных зданий, а также инженерных сооружений не вызывает сомнений. Современное здание можно отнести к сложнейшей технической системе: соединению множества различных компонентов (конструкций).

Между собой конструкции находятся в сложной связи и подвергаются воздействию различных нагрузок.

**Цель исследования** – развитие методики анализа надежности сложных технических систем.

#### Изложение основного материала.

1. Перед началом анализа сложной системы (здания), состоящей из большого количества элементов (конструкций), необходимо осуществить **разделение системы на крупные подсистемы**, которые в свою очередь делятся на группы элементов.

Любое членение системы условно, но при этом обязательным является учет функциональной взаимосвязи отдельных частей. Функциональный элемент системы это такая часть системы, которая влияет на надежность всей системы [1].

2. При анализе надежности сложной системы главной задачей является **выявление взаимосвязи и степени влияния частей системы на надежность всей системы**. Поэтому показатели надежности отдельных частей или элементов необходимо **дифференцировать** в зависимости от их вклада в обеспечение надежности всей системы.

Надежность системы зависит от вида соединения элементов. Различают системы с последовательным, параллельным и смешанным соединением элементов.

При последовательном соединении отказ системы определяется отказом любого из звеньев (элементов) системы.

При параллельном соединении отказ системы происходит, когда отказывает последнее звено (элемент). В строительных конструкциях параллельное соединение (резервирование) обычно не предусматривается. Однако элементы здания, имеющие большие запасы прочности или легкие режимы, могут быть представлены в качестве резервных элементов.

3. Поскольку несущие конструктивные системы практически проектируются невосстанавливаемыми, то **за показатель надежности по прочности системы в целом и ее элементов можно принять вероятность безотказной работы в течение заданного срока службы** [1].

Для показателей надежности возможны две формы представления: вероятностная и статистическая. Вероятностная форма удобна при аналитических расчетах надежности, статистическая при экспериментальном исследовании надежности.

Вероятность безотказной работы объекта в интервале времени от 0 до  $t_0$  может быть представлена:

а) вероятностная форма (1):

$$P(t_0) = P(0; t_0) = P\{\xi \geq t_0\} = 1 - F_1(t_0) \quad (1)$$

где  $P(t_0)$  -вероятность того, что объект проработает без наступления отказа в течение заданного промежутка времени  $t_0$ , начав работать в момент времени  $t = 0$  ;