

УДК 69.01

## ДВУХСЛОЙНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СТЕН ДЛЯ ВНОВЬ СТРОЯЩИХСЯ ЗДАНИЙ

*Болдырева Ольга Вячеславовна,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции».*

### **Аннотация**

Предлагается новая конструкция лёгких трёхслойных стен для многоэтажных каркасных зданий, состоящая из сборных двухслойных элементов заводского изготовления. Несущий остов здания – монолитный рамный пространственный каркас с произвольной сеткой колонн. Возведение каркаса предусмотрено с использованием несъемной утепленной опалубки заводского изготовления. Исследования эксплуатационных характеристик стен предлагаемой конструкции подтвердили её достаточные теплоизоляционные качества, благоприятный воздушно-влажностный режим и требуемую теплоустойчивость.

**Ключевые слова:** рамный каркас, стеновые панели, несущая способность, эксплуатационные характеристики.

## TWO-LAYER WALL ELEMENTS FOR NEWLY CONSTRUCTED BUILDINGS

*Boldyreva, Olga Vajcheslavovna,*

*Penza state University of architecture and construction, Penza,*

*Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Building structures”.*

### **Abstract**

A new design of light three-layer walls for multi-storey frame buildings, consisting of prefabricated two-layer elements of factory production. The bearing

frame of the building is a monolithic frame frame with an arbitrary grid of columns. The construction of the frame is provided with the use of non-removable insulated formwork factory-made. Studies of the performance characteristics of the walls of the proposed design confirmed its sufficient thermal insulation properties, favorable air humidity conditions and the required heat resistance.

**Keywords:** frame frame, wall panels, bearing capacity, performance characteristics.

Разработано новое конструктивное решение и комплект сборных элементов для многоэтажных сборно-монолитных жилых зданий высотой 9-13 этажей при высоте этажа 3 м и предназначено для III климатического района. Разработка позволяет снизить стоимость и резко облегчить коробку зданий при обеспечении широких эксплуатационных и архитектурно-планировочных возможностей жилья. Резкое облегчение стен позволяет существенно сэкономить арматуру несущего каркаса здания.

В качестве несущего остова выбран монолитный рамный каркас, элементы которого располагаются преимущественно в плоскостях наружных и межквартирных стен; ориентация несущих и связевых ригелей выбирается с учетом конкретного планировочного решения. Сетка колонн может быть как регулярной, так и нерегулярной; максимальное расстояние между осями колонн увязывается с длиной пустотных панелей перекрытий и с учетом ширины ребер несущих ригелей, как правило, не превышает 7,5 м (7,2+0,3 м). Пролеты несущих ригелей ограничиваются из соображений экономии арматуры и предотвращения перегрузки колонн. Конфигурация ригелей по длине в пролетах может быть как прямолинейной, так и ломаного очертания; возможно устройство консольных участков. Связевые ригели размещаются в плоскости перекрытий. Диск перекрытий предпочтительно устраивать из сборных панелей, хотя возможен и монолитный вариант.

Возведение каркаса предусмотрено в основном с использованием несъемной опалубки заводского изготовления; при этом наружные и

внутренние стены здания выполняют функции поддерживающих лесов, поэтажно фиксируя проектное положение элементов опалубки и временно воспринимая все монтажные нагрузки (в том числе и вес панелей перекрытий). Общая конструктивная схема здания и ее основные элементы представлены на рисунке 1.

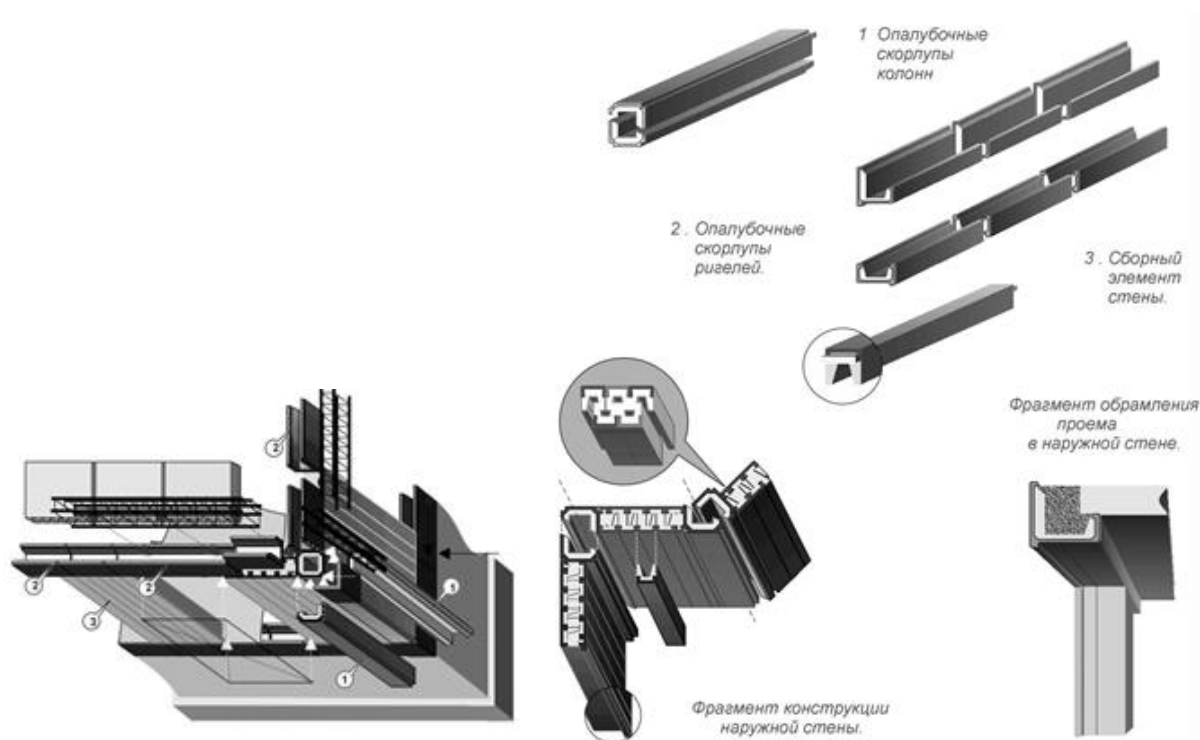


Рисунок 1 – Конструктивная схема здания и ее основные элементы

После сборки стена представляет собой легкую трехслойную конструкцию толщиной 500 мм с поверхностными бетонными слоями, внутренним утеплением из пенополистирола и вертикальными пустотами высотой на этаж, поэтажно закрепленную ригелями. Прочность и устойчивость каждого из поверхностных слоев при совместном действии собственного веса, нагрузки от свежееотформованного монолитного ригеля с опалубкой и ветра обеспечиваются благодаря швеллерной форме бетонной части сечений стеновых элементов и их раскреплению в ригелях. Термическое сопротивление различных участков стен находится в диапазоне от 3 до  $5,2 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$ . Монолитный каркас здания вместе с керамзитобетонными скорлупами ригелей и колонн расчленяет стены на отдельные изолированные отсеки, устройство которых

требуется по противопожарным нормам. Комплект сборных стеновых элементов состоит из десяти видов изделий.

Строповка изделий при распалубке и монтаже осуществляется за стальные торцевые пластины. Во избежание повреждений полистирольных вкладышей хранение стеновых элементов и их доставка к месту монтажа предусмотрены в вертикальном положении в плотно упакованных специальных контейнерах.

Из отформованных натуральных стеновых элементов смонтирован фрагмент стены (рисунок 2) с использованием специальных направляющих пазов, имитирующих пазы, образуемые выступающим над плоскостью перекрытия зубом скорлупы ригеля и специальными прикрепляемыми к перекрытию направляющими рейками. Взаимное положение стеновых элементов фиксируется заведением в направляющие пазы торцевых выступов элементов, обрамленных металлическими пластинами; кроме того, плотное прилегание боковых граней утепляющих вкладышей благодаря специально подобранной геометрии обеспечивает хорошую устойчивость стены в процессе монтажа.

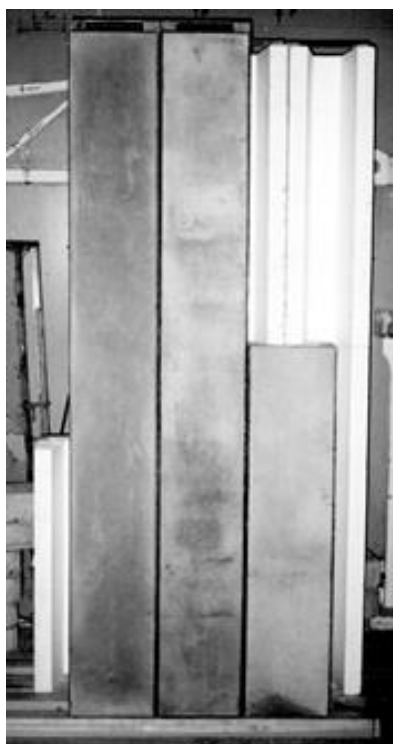


Рисунок 2 – Демонстрационный фрагмент стены

При возведении каркаса наружные и внутренние стены здания выполняют функции поддерживающих лесов, поэтажно фиксируя проектное положение опалубки каркаса. Одновременно с нагрузкой от собственного веса, таким образом, стеновые элементы воспринимают нагрузки от опалубки ригеля на стадии монтажа, свежееотформованного монолитного ригеля и нагрузки от панелей перекрытия, опирающихся на скорлупы ригелей.

Целью экспериментов было изучение напряженно-деформированного состояния (НДС) системы “стеновой элемент-ригель” с определением несущей способности элемента, характера развития трещинообразования и разрушения материала элемента. Поэтому во всех опытах натурные элементы доводились до разрушения.

Существенным достоинством элементов предлагаемой конструкции является простота и низкая металлоемкость оснастки для их изготовления. В частности, опытное бетонирование стеновых элементов осуществлялось в металлической раме массой 90 кг (рисунок 3). Наиболее простой способ изготовления с немедленной распалубкой изделий путем опрокидывания и разборки оснастки сразу после бетонирования, позволяющей свести к минимуму количество форм.

Испытательная установка представляет собой металлическую раму (арматурные тяжи и две траверсы из профиля), в которую помещаются испытываемый элемент и домкрат.

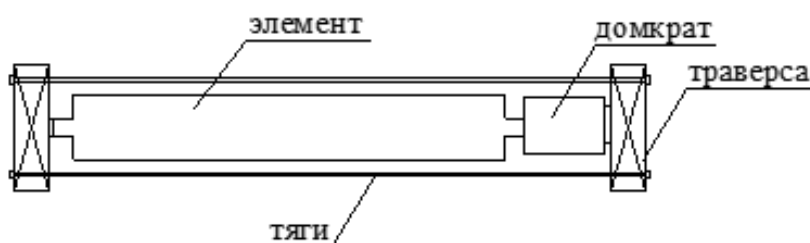


Рисунок 3 – Схема установки

Нагрузка на элемент прикладывалась через две закладные детали в виде пластин толщиной 6 мм и размерами в плане 298x50мм и часть бетонного

сечения, на которое передавалась нагрузка гидравлическим домкратом. Для более точного способа передачи нагрузки был забетонирован небольшой фрагмент ригеля, размером 100x100x300 мм. Геометрические размеры испытываемой модели элемента соответствуют натурным размерам 2420x298мм.

Все изделия запроектированы из керамзитобетона класса В20, D1400, с арматурой из арматуры класса В500 диаметром 3 и 5 мм. В качестве материала для натуральных элементов стены использовался керамзитобетон фракций 5-15мм насыпной плотностью 500кг/м<sup>3</sup>. Состав бетона подбирался из условия нормального твердения 28 суток. Деформация бетона стенового элемента измерялись при помощи тензорезисторов 2ПКБ-10-200В, которые были наклеены на его лицевую и боковые поверхности по краям и в середине элемента. Измерение деформаций бетона было выполнено с целью исследования изменения жесткости элемента, напряжений и характера развития микро и макротрещин в процессе его активного нагружения. Во всех опытах деформации элемента измерялись индикатором часового типа ИЧ-10 с точностью 0,01 мм. Величина приложенной нагрузки контролировалась с использованием динамометров Токарева. Нагрузка прикладывалась ступенями по 5-10% от ожидаемой предельной.

Испытания элемента, обрамляющего проем, проведены на максимальную нагрузку от ригелей и панелей перекрытия над оконным проемом. Испытания рядового элемента проведены на ветровую нагрузку и нагрузку от ригелей и плит перекрытия. Было проведено две серии опытов с различными элементами.

В первом случае стеновой элемент испытывался на нагрузку, испытываемую элементом на момент возведения несущего каркаса здания. Во втором случае элемент испытывался на совместную нагрузку: на момент возведения здания и ветровую.

Интервалы между ступенями загрузки составляли 10 минут. Начиная с нагрузки 40 кН, отсчеты брались как вначале, так и в конце каждой ступени.

Первые трещины в контурных элементах появились при нагрузке на первый образец 92 кН, на второй – 95 кН. Первые трещины в рядовых элементах появились при нагрузке на первый образец 35 кН, на второй – 34 кН. Первый образец элемента, обрамляющего проем, разрушился при нагрузке 111 кН, второй при нагрузке 115 кН. Первый образец рядового элемента разрушился при нагрузке 51 кН, второй при нагрузке 52 кН.

#### Выводы:

1) Элементы обладают абсолютно надежной несущей способностью, превышающей их собственный вес в 150 раз и более.

2) Значительна жесткость панелей. Так, нагрузка, при которой прогиб достигал предельной величины  $1/350$ , примерно в 90 раз превысила его собственный вес.

3) Удешевление коробки зданий и ее резкое облегчение достигаются значительным сокращением объемов ограждающих конструкций, имеющих высокое сопротивление теплопередаче ( $3...5 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$ ) и минимальную массу ( $170\text{кг/м}^3$ ), в сочетании с использованием экономичного каркаса, простой технологии возведения и отделки.

4) Варианты объемно-планировочных решений иллюстрируют свободу выбора конфигурации зданий, возможности произвольного размещения проемов в наружных стенах, устройство эркеров с панорамным остеклением, консольных участков этажей.

#### Библиографический список:

1. Баранова Т.И., Пульпинский Я.С., Болдырева О.В. Совершенствование формообразования новых конструктивных решений стеновых панелей // Сборник материалов Международной научно-технической конференции. «Проблемы современного строительства». Пенза: ПГУАС, 2009. С.49-53с.

2. Баранова Т.И., Сильванович Т.Г., Болдырева О.В. Формообразование конструктивных элементов утепленных каркасных зданий (КЭ УКЗ) // Сборник

материалов IX Международной научно-технической конференции. «Эффективные строительные конструкции: теория и практика». Пенза: ПГУАС, 2009. С.21-26.

3. Сильванович Т.Г., Болдырева О.В. Новые конструктивные решения стеновых панелей // Сборник материалов научно-методической конференции «Магистры – будущая кадровая основа строительной отрасли». Пенза: ПГУАС, 2009. С.56-61.