

УДК 365.644: 69.059.7

**ОСОБЕННОСТИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ СТАРОЙ ПОСТРОЙКИ ПОСЛЕ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ**

*Г.А. Молодченко, д.т.н., профессор, А.Н. Сироменко, аспирант  
Харьковская национальная академия городского хозяйства, Харьков*

В настоящее время все в большей степени приобретает остроту проблема сохранения существующих зданий старой постройки и обеспечения их нормальных эксплуатационных качеств. Это связано с необходимостью сохранения сложившегося архитектурного ансамбля городов, поддержания в работоспособном состоянии памятников архитектуры. Ряд конструктивных элементов таких зданий, в том числе и несущих, исчерпали свой эксплуатационный ресурс и требуют либо усиления, либо замены новыми, что влечет за собой проведение полной или частичной реконструкции. Особую сложность представляет реконструкция зданий, связанная с надстройкой этажей, заменой деревянных перекрытий на более тяжелые железобетонные сборные, монолитные или комбинированные по металлическим несущим балкам прокатного профиля. Эти вопросы находят свое развитие в работах [1,2,3,4].

Как правило, рассматриваются вопросы конструктивного решения усиления или изменения расчетных схем самих перекрытий и в меньшей степени уделяется внимание опорным элементам – стенам, простенкам и особенностям их конструкций.

Ниже приводятся результаты изучения напряженного состояния в кирпичных простенках на примере жилого дома дореволюционной постройки после проведения в нем ряда реконструкций. Первоначально здание построено как четырехэтажное двухпролетное с продольными несущими стенами по жесткой конструктивной схеме. Конструкции стен облегченные, выполнены из красного глиняного обожженного кирпича колодезной кладкой с заполнением внутреннего пространства кирпичным боем на растворе, толщина наружной стены принята  $\delta=70\text{см}$ .

Через 40 лет эксплуатации здание подверглось реконструкции путем надстройки 2-х этажей с устройством между 4 и 5 этажами монолитного железобетонного пояса по периметру стен. Еще через сорок лет проведена вторая реконструкция, в результате чего деревянные перекрытия 1-4 этажей были заменены сборными железобетонными круглопустотными плитами типа ПК, а перекрытия пятого и шестого этажей выполнены комбинированными – монолитными железобетонными по несущим стальным балкам прокатного профиля.

Для проведения анализа выполнено численное исследование напряженно-деформированного состояния фрагмента поперечного разреза здания, приведенного на рис.1.

В расчетах принята конечно-элементная модель, состоящая из простенков, стен и перекрытий в пределах третьего этажа. Рассматривается плоская задача в плоскости XOZ.

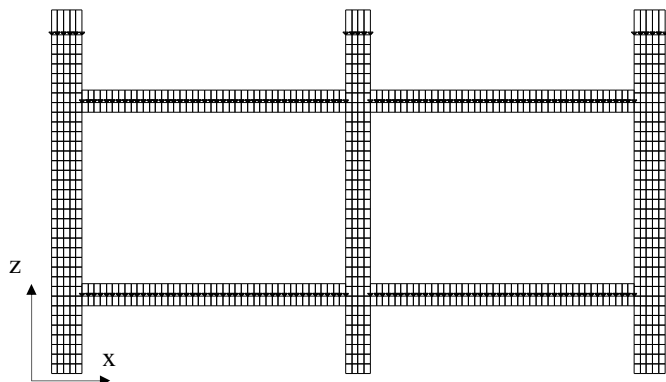


Рис. 1. Принятая расчетная схема здания.

По оси  $Y$  размер системы принят равным 92 см, исходя из реальных данных по ширине кирпичного простенка главного фасада здания. Действительная схема опирания панели перекрытия на кирпичный простенок и ее формализация в конечно-элементной модели представлены на рис.2,а и б.

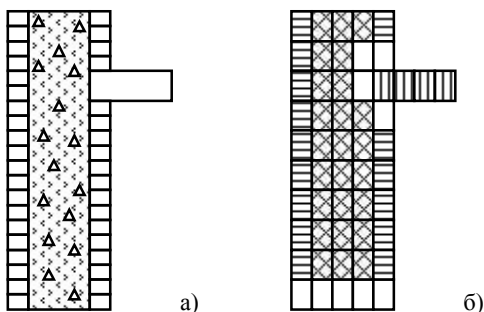


Рис. 2. Фрагмент узла опирания панели перекрытия на простенок (а) и его представление в МКЭ (б).

Крайние наружный и внутренний слои кладки представляют колодезную систему, середина которой заполнена кирпичным боем на растворе. Для исключения влияния опорного защемления плит перекрытия и с учетом технологии замены плит, предполагающей пробивку горизонтального паза в простенке для создания опорной площадки, жесткость конечных элементов вокруг опорного узла принята минимальной.

Условные обозначения принятых жесткостей элементов и величины их модулей упругости приведены в табл. 1.

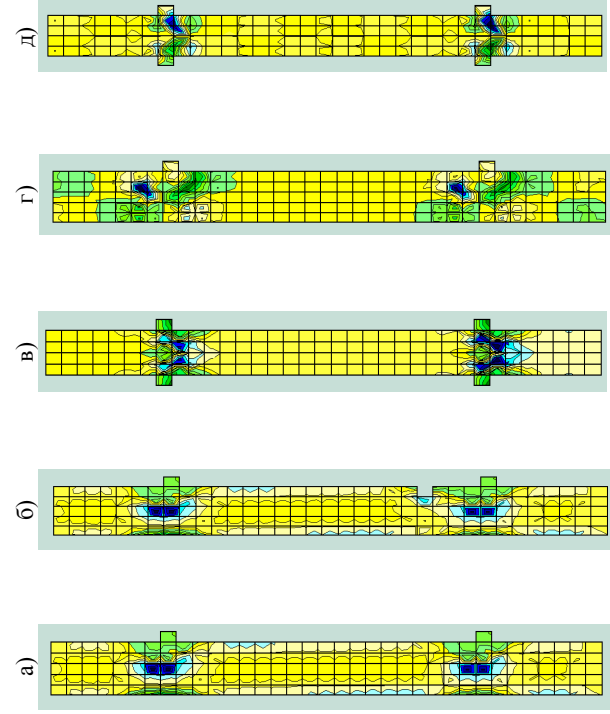


Рис. 3. Распределение нормальных  $\sigma_z$  (а, б, в) и касательных  $\tau_{xz}$  (г, д) напряжений в наружной и внутренней продольных стенах здания

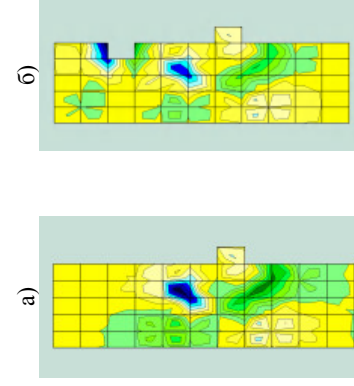






Рис. 4. Распределение касательных напряжений  $\tau_{xz}$  в области опирания плит перекрытия на стену (а); то же , с учетом ослабления стены

Таблица 1

№ п/п	Обозначение	Модуль упругости	Значения модулей в соответствии со СНиП	Примечание
1		$E_1$	$1,9 \cdot 10^3$ МПа	Колодезная кладка
2		$E_2$	$0,5 E_1$	Кирпич. бой на растворе
3		$E_3$	$27 \cdot 10^3$ МПа	Бетон класса В25
4		$E_4$	$0,01 E_2$	Условная жесткость

На представленный фрагмент системы (рис.1) действуют распределенные вдоль оси X погонные нагрузки, вычисленные с учетом реальных геометрических размеров сечений стен с учетом грузовой площади простенка и грузовой ширины конструкций междуэтажных железобетонных перекрытий. При этом, при грузовой ширине для нагрузок от плит перекрытия ( $b_{sup}=2,18$  м) и для нагрузок от веса стены ( $b_{sup}=0,92$  м) значения погонных нагрузок ( $g+V$ )<sub>поп.</sub> соответственно составили 16,7кН/мп. и 939кН/мп.

Распределение нормальных  $\sigma_z$  и касательных  $\tau_{xz}$  напряжений в наружной и в средней продольной стенах представлены на рис.3. В расчетах принимались два варианта конструктивных схем для наружной стены (простенка). Первый из них (рис.3,а,г) представлял полный элемент в пределах нижнего и верхнего перекрытий. Во втором варианте рассмотрено ослабление стены за счет устройства горизонтального паза для прокладки труб отопления (рис.3,б) на уровне низа подоконника.

Из анализа полученного решения следует, что наибольшая концентрация нормальных напряжений в сечениях наружной стены находится в местах установки сборных железобетонных плит перекрытий и достигает 3,3 МПа в центре сечения. При ослаблении сечения (второй вариант) характер распределения практически не меняется, однако в уровне горизонтального паза максимальные нормальные напряжения достигают значений до 2,2 МПа. Нормальные напряжения в средней продольной стене, рис.3,в, также имеют наибольшие значения в уровне опирания плит перекрытия, а их характер распределения свидетельствует о высокой степени концентрации.

Характер распределения касательных напряжений в области узла сопряжения плиты перекрытия с наружной стеной свидетельствует об их наибольшей концентрации в области над и под заделкой перекрытия, что представляется вполне логичным. Так, из схемы распределения  $\tau_{xz}$  (рис.4,а) следует, что наибольшие их значения наблюдаются в слоях слабого заполнения кирпичным боем, примыкающих к колодезной кладке, что обусловлено разными жесткостными характеристиками этих материалов. Различие в распределении касательных напряжений в узле без горизонтального паза (рис. 4,а) и с ним (рис. 4,б) в большей части относится к

местной концентрации в области самого паза, а его наличие не является основополагающим при оценке потери прочности стены.

Рассмотрим далее распределение напряжений  $\sigma_z$  в среднем участке наружной стены (между перекрытиями) обратившись к графикам, приведенным на рис.5.

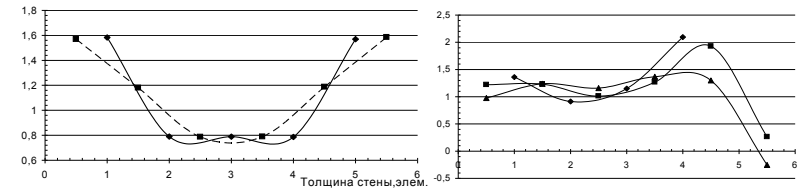


Рис.5. Эпюры напряжений  $\sigma_z$  (МПа) по толщине наружной стены: - - на границах конечных элементов; — в центрах элементов

Рис.6 Эпюры напряжений  $\sigma_z$  (МПа) по толщине стены: в середине, сверху и снизу горизонтального паза

Во-первых, все эпюры практически симметричны относительно вертикальной оси, проходящей через центр среднего конечного элемента (элемент №3). Этот факт свидетельствует об отсутствии эксцентриситета усилия на рассматриваемом уровне по высоте. Во-вторых, величины напряжений  $\sigma_z$  в крайних элементах и на их границе равны, как и равны эти напряжения в среднем элементе. Различие в максимальных напряжениях колодезной части кладки и кирпичного боя составляет 1:0,5, что соответствует соотношению модулей упругости составляющих стены.

На рис.6 приведены эпюра напряжений  $\sigma_z$  на участке стены, где выполнен горизонтальный паз. В середине этого сечения будем иметь 4 конечных элемента, а на верхней и нижней гранях сечения с пазом – пять элементов. Как следует из этих графиков (рис. 6), имеет место общий эксцентриситет внешней нагрузки и концентрация напряжений в месте опирания плит перекрытия.

Проведенный неполный анализ напряженно-деформированного состояния фрагмента кладки здания старой постройки после реконструкции позволяет заключить следующее:

- способ монтажа сборных железобетонных плит в сплошных горизонтальных штрабах колодезной кладки существенно усложняет напряженное состояние, создавая значительную концентрацию в узлах опирания перекрытий на стены;
- концентрация напряжений (нормальных и касательных) на участках, примыкающих к горизонтально образованному пазу в значительной степени снижает прочность кладки и может способствовать перенапряжению всего сечения;
- напряжения  $\sigma_z$  в элементах колодезной кладки распределяются пропорционально их жесткости.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Барашиков А.Я., Блалы эль Мустафа. Расчет прочности железобетонных балок, усиленных эффективными материалами в растянутой зоне // Збірник наукових праць. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Вип. 10. – Рівне: УДУВГП, 2003. – С.252-258.
2. Гнідець Б. Підсилення залізобетонних конструкцій зі зміною статичної схеми і регулюванням зусиль // Збірник наукових праць. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Вип. 10. – Рівне: УДУВГП, 2003. – С.259-266.
3. Шагин А.Л., Избаш М.Ю. Усиление эксплуатируемых балочных конструкций локальным обжатием // Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць(будівництво). Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій Держбуду України (у 2-х томах, т.2). Вип.62 – Київ, НДБК,2005. – С.316-321.
4. Катруца Ю.А., Лисенный А.М. Усиление перекрытий ярусом Одесского театра оперы и балета созданием преднапряженных сталежелезобетонных систем перекрытий с использованием временных опор для регулирования напряжений // Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць(будівництво). Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій Держбуду України (у 2-х томах, т.1). Вип.59 – Київ, НДБК,2003. – С.503-510.

УДК: 691.624.016.5.001.4

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА СЕРИИ Б 1.020.1-7 С ПЛОСКИМИ СБОРНО- МОНОЛИТНЫМИ ПЕРЕКРЫТИЯМИ ПОД НАГРУЗКОЙ**

*Мордич А.И., канд.техн.наук, Белевич В.Н., Навой Д.И, инженеры  
УП «Институт БелНИИС», Минск, Беларусь*

**Введение.** В УП «Институт БелНИИС» разработана, исследована и утверждена в 1999 году приказом Минстройархитектуры РБ Унифицированная архитектурно-строительная конструктивная система многоэтажных зданий серии Б1.020.1-7 [1] на основе железобетонного каркаса с плоскими сборно-монолитными дисками перекрытий с применением многопустотных плит и поэтажно опертых наружных стен из легких материалов. Эта система апробирована в условиях экспериментального проектирования и серийного строительства многократными натурными испытаниями [2] статическим нагружением перекрытий фрагментов каркаса и получила широкое распространение на стройках Беларуси и России. Начато освоение серии предприятиями Украины.

Конструктивной особенностью каркаса являются плоские сборно-монолитные диски перекрытий, защемленные в колоннах. Они образованы многопустотными плитами (в т.ч. безопалубочного формования – ПБФ),