

УДК 624.042.1

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ
НА ПРИМЕРЕ СТРОЯЩЕГОСЯ ТОРГОВОГО ЦЕНТРА**

Артюшин Дмитрий Викторович,

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

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции».

Коновалов Павел Владимирович,

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

студент.

Аннотация

Разработана расчетная модель каркасного здания торгового центра. Выявлен характер фактической работы его основных несущих конструкций. Предложены оптимальные конструктивные решения проектируемых конструкций здания.

Ключевые слова: исследование, каркасное здание, расчетная модель, несущие конструкции.

**RESEARCH OF THE ACTUAL WORK OF BEARING
CONSTRUCTIONS OF FRAME BUILDINGS FOR EXAMPLE
UNDER CONSTRUCTION SHOPPING CENTRE**

Artyushin Dmitriy Viktorovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Building constructions».

Konovalov Pavel Vladimirovich,

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,
student.*

Abstract

The settlement model of the frame building of shopping center is developed. The nature of the actual work of his main bearing designs is revealed. Optimal constructive solutions of the projected structures of the building are proposed.

Keywords: research, frame building, settlement model, bearing constructions.

Сегодня промышленный «пейзаж» с различными крупными торговыми центрами в городе не является чем-то необычным, однако еще сравнительно недавно подобные объекты не были характерны для нашей страны. С урбанизацией и изменением ритма жизни современного человека связано уменьшение количества небольших магазинов и появление крупных сетевых супермаркетов и торговых центров, что обусловлено в первую очередь тем, что для потребителя наиболее важным в конечном итоге является комфорт и экономия времени. В связи с этим отечественные проектировщики всё чаще сталкиваются с разработкой подобных проектов, а также проблемой правильного и целесообразного выбора конструкций и материалов, поскольку ошибки, допущенные на стадии проектирования, могут привести к снижению долговечности и крупным затратам на ремонт и эксплуатацию зданий.

В данной статье приводятся результаты оптимизации вариантов конструктивных решений несущих конструкций строящегося торгового центра общей площадью около 3000 кв. м в районе улицы Фурманова, 19 Ленинского района г. Пензы в окружении существующей многоэтажной жилой застройки, полученные на основании исследований их действительной работы. На первом этаже здания планируется разместить входные группы для посетителей, коридоры, бутики, санузлы для посетителей и персонала, кладовые,

электрощитовую, помещения для персонала, загрузочные ramпы; на втором – административные и бытовые помещения. На главном фасаде торгового центра, показанном на рисунке 1, предусматриваются две основные входные группы для посетителей – одна является акцентом угла здания, другая располагается правее центра здания.

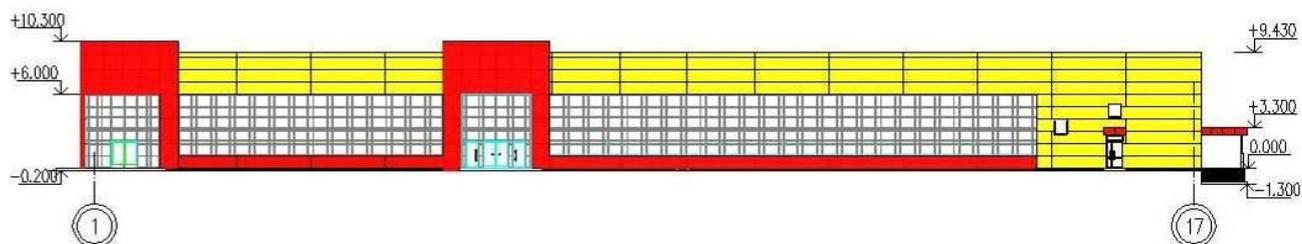


Рисунок 1 – Общий вид строящегося торгового центра

Основное здание высотой 9,43 м имеет прямоугольную форму в плане с размерами в осях 24,0×90,0 м. Здание с полным каркасом, большепролетное, с сеткой колонн 6,0×24,0 м и поперечным расположением ферм покрытия.

Для определения и анализа фактической работы несущих конструкций торгового центра была построена расчетная модель здания, представленная на рисунке 2, и выполнен расчет в программном комплексе ЛИРА-САПР. В результате получены величины напряжений (перемещений), а также выявлен характер их распределения в исследуемых несущих элементах здания.

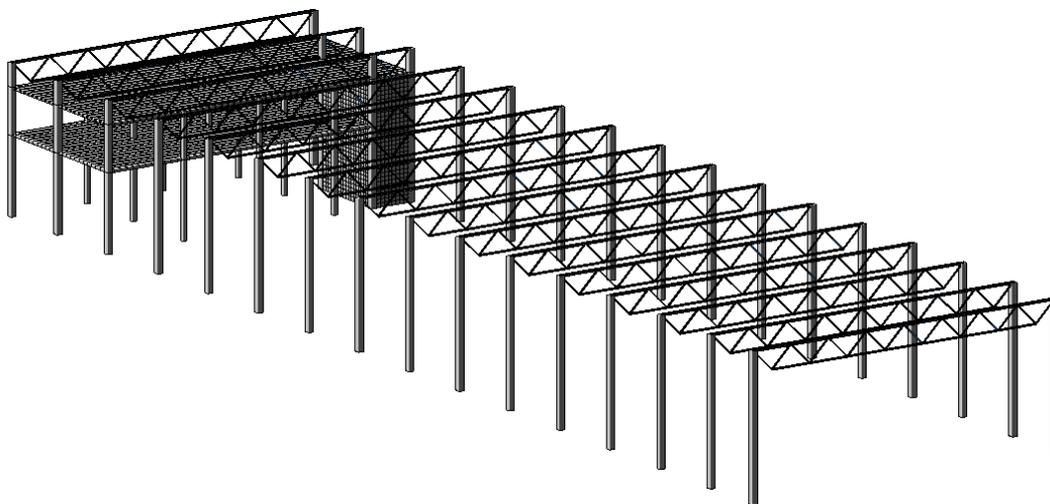


Рисунок 2 – Расчетная модель здания торгового центра

Пространственная жесткость здания обеспечивается за счет совместной работы фундаментов, колонн, дисков перекрытия и покрытия, диафрагм жесткости, запроектированных в виде монолитных стен лестничных клеток, а также связей. В качестве связей по верхним поясам ферм выступают прогоны из швеллеров №28.

По результатам анализа технико-экономических показателей в качестве основного варианта несущей конструкции покрытия здания принята стальная ферма с параллельными поясами (что обусловлено снижением типоразмеров решетки), элементы которой представляют собой спаренные равнополочные уголки из стали ВСт3-сп5 (ГОСТ 27772-88) сечениями [1]:

- верхний пояс 2 L 140×9;
- нижний пояс 2 L 90×9;
- сжатые раскосы 2 L 75×6;
- растянутые раскосы 2 L 63×4.

Сопоставление экономической эффективности изготовления на все здание в целом 17-ти стальных ферм покрытия из спаренных уголков и из профильных труб прямоугольного сечения (основной и второй рассматриваемый варианты, соответственно) показало целесообразность применения вышеуказанных типов сечений, поскольку при этом достигается экономия ориентировочно в сумме 85 тыс. руб.

Максимальное перемещение элементов фермы по вертикальной оси Z

$f = 92,8 \text{ мм} < \frac{1}{250} l = \frac{24000}{250} = 96,0 \text{ мм}$ не превышает предельно допустимого значения [2], рисунок 3.

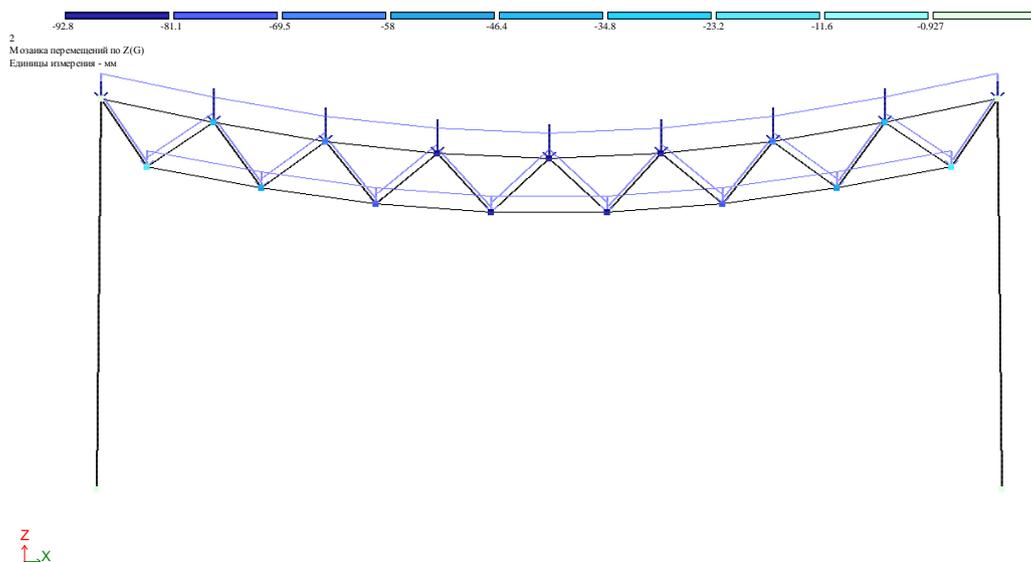


Рисунок 3 – Схема перемещений элементов фермы покрытия по оси Z

На основе результатов статического расчета и анализа напряженного состояния несущих железобетонных конструкций здания запроектированы монолитные колонны и безбалочное межэтажное перекрытие [3], для которых принят тяжелый бетон и стальная арматура классов В25 и А500(А240), соответственно.

Монолитные колонны здания запроектированы по результатам сравнения процентов фактического армирования поперечных сечений двух рассматриваемых вариантов – размерами 400×400 мм и 300×300 мм. Так, для первого варианта процент армирования составил $\mu=1,15\% < \mu_{\max}=3,0\%$; для второго же – $\mu=3,04\% > \mu_{\max}=3,0\%$, т.е. сечение оказывается переармированным. Для армирования колонн использованы вязанные каркасы с продольной рабочей арматурой из 8Ø16А500 и хомутами Ø8А240 с шагом $s=200$ мм, рисунок 4. Применение вязанных каркасов обусловлено тем, что такой способ соединения арматуры не снижает ее прочность под воздействием высокой температуры за счет изменения структуры стали, а также является достаточно технологичным и современным.

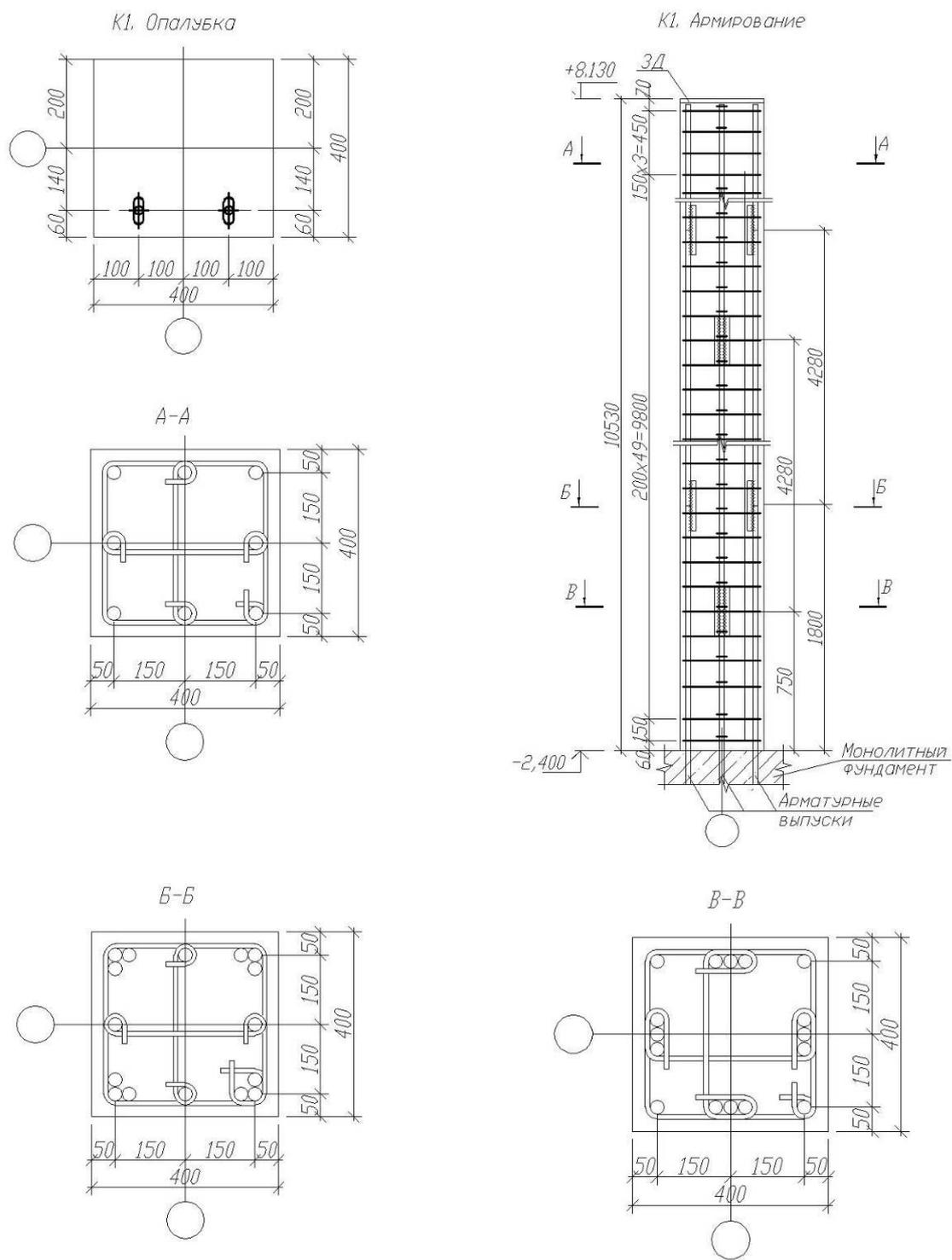


Рисунок 4 – Опалубка и схемы армирования колонны

Армирование безбалочного межэтажного перекрытия выполнено отдельными стержнями из арматуры $\varnothing 12A500$ с шагом 200 мм у верхней и нижней граней плиты в соответствии с мозаикой напряжений и перемещений, показанной на рисунке 5. В местах сопряжений плиты перекрытия с монолитными колоннами выявлены зоны концентрации напряжений σ_x , σ_y и τ_{xy}

(рисунок 5, а-в), в связи с чем в указанных зонах предусмотрено дополнительное армирование из стержней $\varnothing 10A500$ также с шагом $s=200$ мм. Такой вариант, в целом, дает до 35% экономии расхода арматуры по сравнению с другим рассмотренным вариантом в виде сплошного армирования плиты у верхней и нижней грани стержнями $\varnothing 18A500$ с шагом $s=200$ мм, принятыми по расчету на величину максимального усилия. Фрагмент армирования плиты безбалочного межэтажного перекрытия показан на рисунке 6.

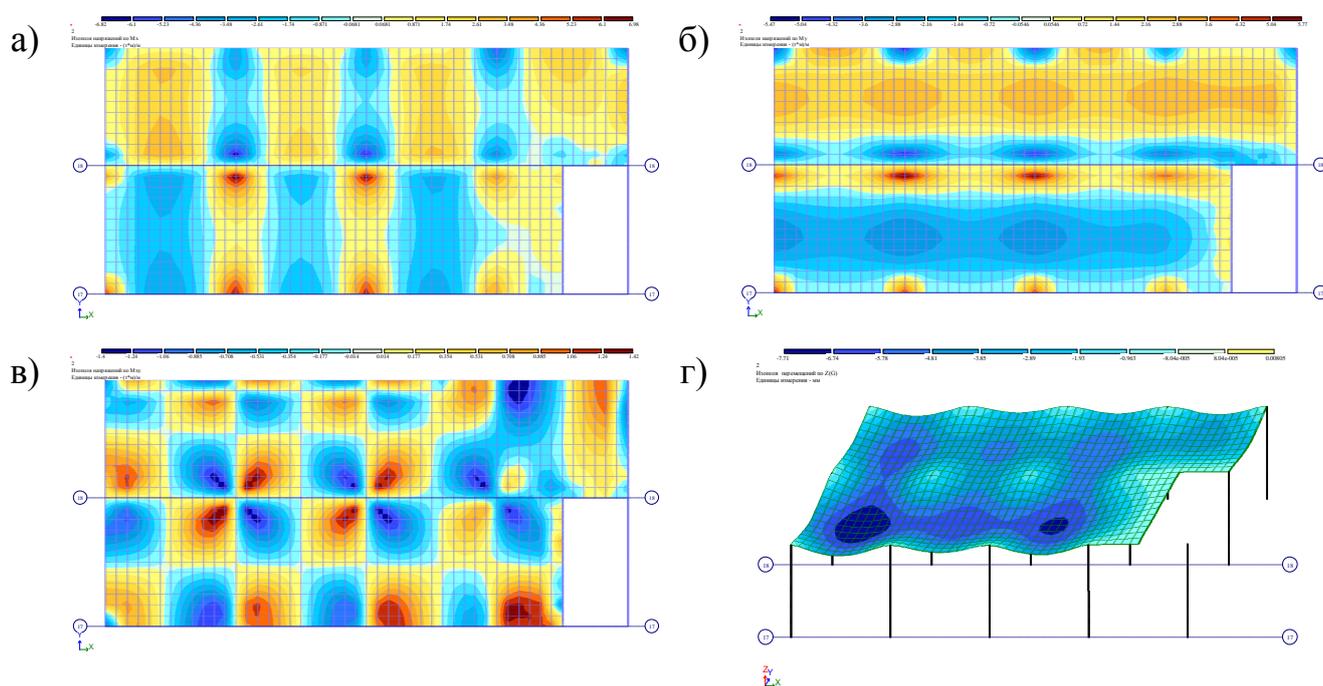


Рисунок 5 – Мозаика напряжений в межэтажном перекрытии (а – σ_x ; б – σ_y ; в – τ_{xy}) и изополя перемещений по оси Z (г)

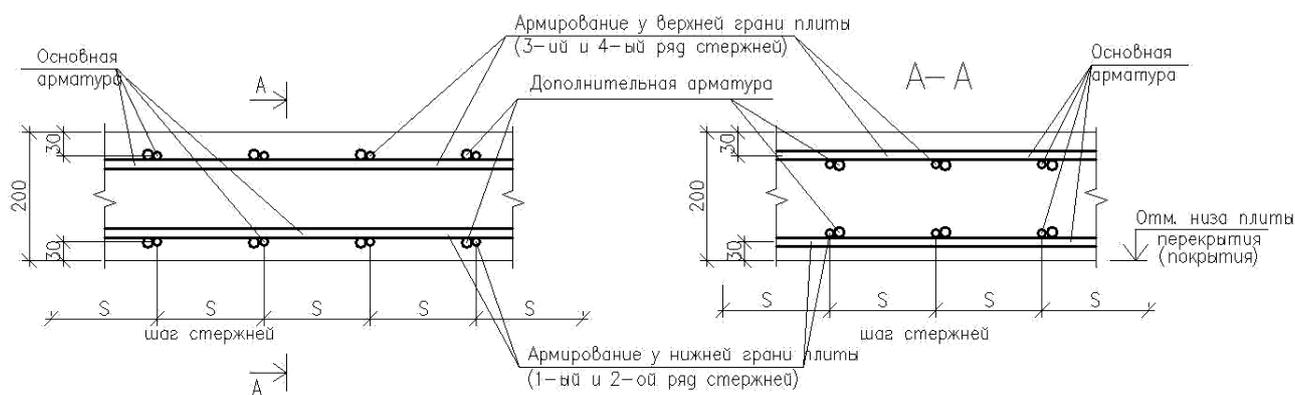


Рисунок 6 – Фрагмент армирования плиты безбалочного межэтажного перекрытия

Таким образом, на основании результатов расчета с учетом конструктивных требований и оптимальных технико-экономических показателей запроектированы следующие несущие и ограждающие конструкции здания торгового центра:

– отдельно стоящие монолитные железобетонные фундаменты под колонны размерами в плане 2,1×2,1 м и 1,8×1,8 м, высотой 0,5 м;

– монолитные железобетонные колонны сечением 0,4×0,4 м, высотой 10,53 м;

– монолитное железобетонное безбалочное межэтажное перекрытие толщиной 200 мм;

– стальные фермы покрытия пролетом 24 м;

– наружные стены из стеновых сэндвич-панелей толщиной 150 мм;

– внутренние перегородки (толщиной 120-250 мм) из глиняного обыкновенного кирпича;

– рулонная кровля по системе «ТЕХНОНИКОЛЬ» с организованным внутренним водостоком.

Предложенные конструктивные решения основных элементов строящегося торгового центра в полной мере и при минимальных материалозатратах учитывают характер действительной работы его основных несущих конструкций, а также гарантируют их безопасность на период всей эксплуатации здания [4-6].

Библиографический список:

1. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. М.: Минрегион России, 2011.

2. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. М.: Минрегион России, 2011.

3. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. М.: Минрегион России, 2012.

4. Баранова Т.И., Новиков В.А., Артюшин Д.В. Развитие экспериментальной базы аналоговых моделей узлов сопряжения колонн и балок монолитных каркасов // Вестник Отделения строительных наук Российской академии архитектуры и строительных наук. 2005. № 9. С. 67.

5. Баранова Т.И., Артюшин Д.В., Агуреев А.И. Совершенствование метода расчета монолитных узлов сопряжения железобетонных балок на основе аналоговых расчетных стержневых моделей // Academia. Архитектура и строительство. 2007. № 1. С. 74-78.

6. Баранова Т.И., Гучкин И.С., Артюшин Д.В., Попов Д.В. Инженерные методы восстановления поврежденных конструкций в период строительства железобетонных каркасных зданий // Региональная архитектура и строительство. 2008. № 2. С. 32-34.