

УДК 624.04

^{1,*}Антошина Т. В., ²Псюк В. В., ²Балашова О. С., ²Псюк М. Ю.

¹Научно-производственный центр «Сваркон»,

²Донбасский государственный технический университет

*E-mail: antava25xx@yandex.ru

УЧЕТ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ НЕСУЩЕГО КАРКАСА ЗДАНИЯ С ОБЛЕГЧЕННОЙ КЛАДКОЙ СТЕН

В данной статье рассматривается вопрос совместной работы несущего каркаса малоэтажного жилого здания с облегченной кладкой стен и её влияние на пространственную устойчивость здания в целом. Рассмотрены основные положения по моделированию совместной работы несущего каркаса с облегченной кладкой стен в ПК «Лира». Выполнен анализ полученных результатов и предложены рекомендации по расчету и учету совместной работы несущего каркаса малоэтажного жилого здания с облегченной кладкой стен.

Ключевые слова: несущий каркас, пространственная устойчивость, армирование балок, стеновое заполнение.

Постановка проблемы и её связь с научными и практическими задачами.

В последние годы происходит увеличение спроса населения на строительство малоэтажных жилых домов по индивидуальным проектам. И на рынке появилось большое количество фирм, предлагающих готовые архитектурно-конструктивные типовые решения. При этом конструктивные решения элементов несущих конструкций принимаются либо на основе примитивных расчетов отдельных элементов конструкций, либо конструктивно. Наиболее часто выполняется только привязка данного типового решения к существующим инженерно-геологическим условиям площадки строительства. Отсутствие на этапе проектирования полноценно выполненного расчета системы «основание — фундамент — здание» не позволяет оценить в полной мере прочность, устойчивость, деформативность и пространственную жесткость несущего каркаса здания. Всё это приводит к появлению дефектов не только в процессе эксплуатации, но и на этапе строительства малоэтажных жилых домов. В дальнейшем это приводит к дополнительным материальным затратам, необходимым для устранения данных дефектов.

При этом практически отсутствует изучение влияния совместной работы каркасов малоэтажных зданий и облегченного стенового заполнения с комбинированной стропильной системой покрытия.

Целью данной работы является оценка влияния стенового заполнения из облегченных материалов на пространственную жесткость несущего каркаса дома, а также оценка совместной работы каркаса дома и облегченного стенового заполнения с комбинированной стропильной системой покрытия.

Цель достигалась решением следующих **задач**:

- создание пространственных моделей здания на основе метода конечных элементов для оценки совместной работы каркаса дома и облегченного стенового заполнения с комбинированной стропильной системой покрытия в ПК «Лира»;

- анализ устойчивости схемы и армирования каркаса дома.

В качестве **объекта исследования** выбрано здание малой этажности индивидуальной застройки — трехэтажный жилой дом (включая мансардный этаж) с цокольным этажом.

Предмет исследования — пространственная жесткость и устойчивость карка-

са дома с учетом упругого основания балок от демпферного слоя стен.

Методика исследования — математическое моделирование малоэтажного здания методом конечных элементов, анализ полученных результатов.

Изложение материала. Стены подземной части дома выполнены из монолитного железобетона, каркас дома выполнен из монолитного железобетона, стены надземной части дома выполнены из газобетонных блоков плотностью D500, покрытие выполнено из мягкой кровли. Для возможности свободной планировки мансардного этажа предусмотрена комбинированная стропильная система, состоящая из основных несущих элементов — металлических колонн, балок и рам, объединенных с деревянными конструкциями лежней, мауэрлатов, затяжек, распорок и стропил.

Конструктивная схема цокольного этажа дома представляет собой схему с частичным каркасом, с несущими стенами в обоих направлениях и центральными колоннами. Пространственная жесткость цокольного этажа обеспечивается непосредственно жесткостью монолитных железобетонных стен в обоих направлениях, а также горизонтальным жестким диском перекрытия на отм. $\pm 0,000$. В качестве горизонтального жесткого диска служит монолитная железобетонная плита перекрытия с ребрами жесткости из балок.

Конструктивная схема надземной части дома — каркасная с заполнением стен из облегченных материалов. Пространственная жесткость надземной части дома обеспечивается жесткостью пространственной каркасной рамы (с работой рам в обоих направлениях за счет жестких узлов стыковки балок с колоннами) с горизонтальными жесткими дисками перекрытий, а также дополнительной жесткостью стен из облегченной кладки и стропильной системой дома. Расчет пространственной схемы малоэтажного жилого дома с учетом влияния грунтовых условий выполнялся в ПК «Лира 9.6». Решению фундаментной части

дома с учетом грунтовых условий будет посвящено отдельное исследование.

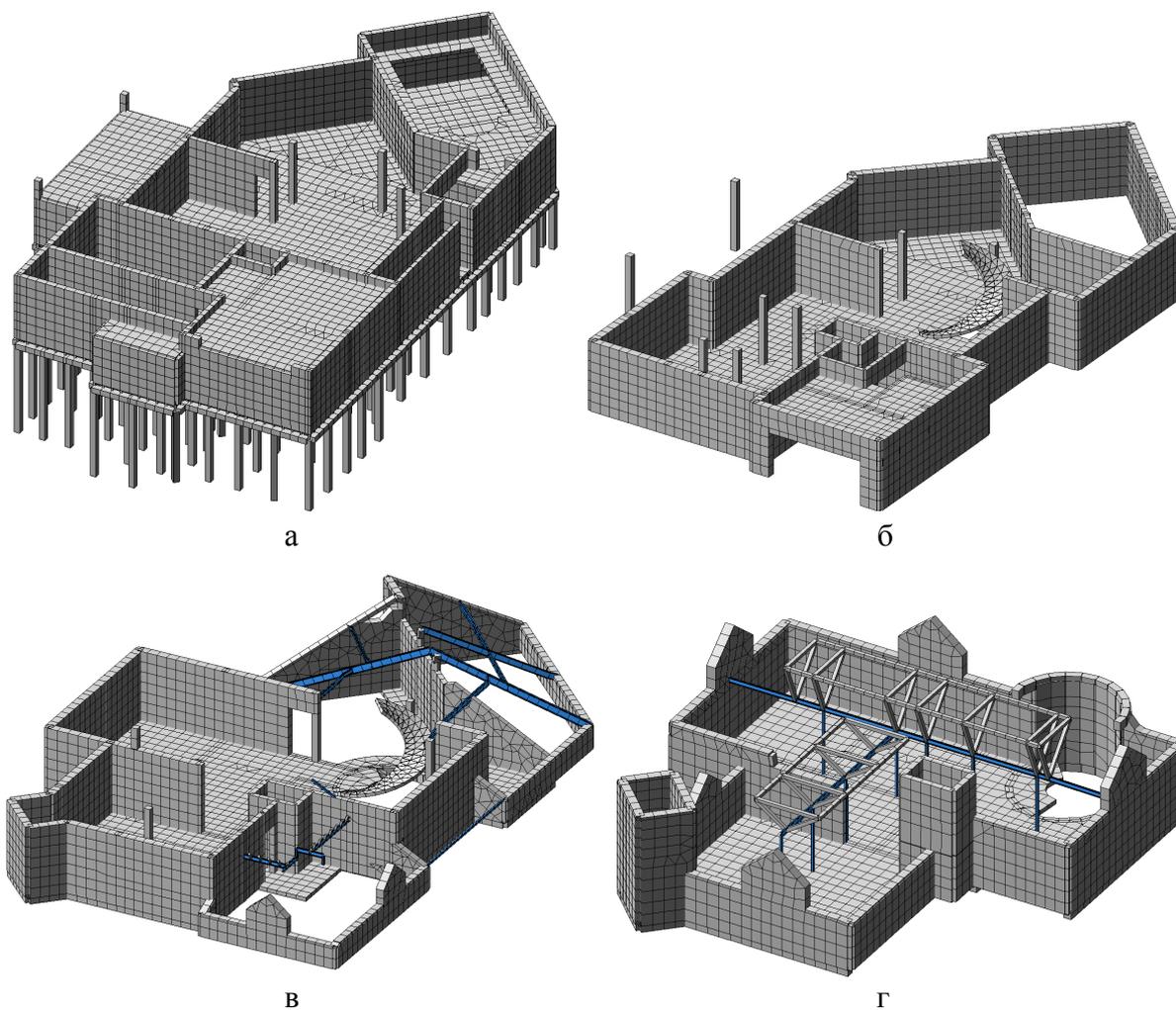
В расчетной схеме элементы стен, перекрытий, лестниц и кровельного покрытия моделировались конечными элементами типа КЭ41, 42 — четырехугольный и треугольный элементы оболочки соответственно; колонны, балки и элементы стропильной системы моделировались стержневыми элементами типа КЭ4 — стержневой элемент фермы и КЭ10 — стержневой элемент общего назначения. Для обеспечения совместной работы стенового заполнения из облегченных материалов с колоннами каркаса дома, а также формирования упругого основания для балок каркаса от демпферного слоя стен применялись элементы типа КЭ55 — элемент упругой связи. Расчетные схемы этажей каркаса дома со стеновым ограждением и основными несущими элементами стропильной системы представлены на рисунках 1 и 2.

При расчете малоэтажного жилого дома задавались следующие нагрузки: собственный вес элементов и боковое давление грунтового основания; снеговая нагрузка; полезная нагрузка и ветровая нагрузка в соответствии с требованиями СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [1]. Расчет армирования железобетонных элементов каркаса, стальных и деревянных элементов стропильной системы выполнялся по основным загружениям, учитывающим одновременное воздействие нескольких нагрузок в соответствии с требованиями СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции» [2], СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» [3] и СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции» [4].

Для оценки влияния заполнения стен из облегченных материалов и работы стропильной системы на пространственную жесткость каркаса дома при расчете на устойчивость рассматривалось два варианта расчетных схем: в первом варианте жесткость стен из газоблока и деревянного покрытия со стропилами задавалась единичной; во втором варианте задавались

реальные жесткостные характеристики для газоблока и дерева. В результате расчетов получены следующие показатели устойчи-

вости расчетной схемы: для первого варианта коэффициент запаса устойчивости составил 2,06; для второго — 2,94.



а) цокольный этаж; б) первый этаж; в) второй этаж; г) мансардный этаж

Рисунок 1 — Расчетные схемы этажей дома

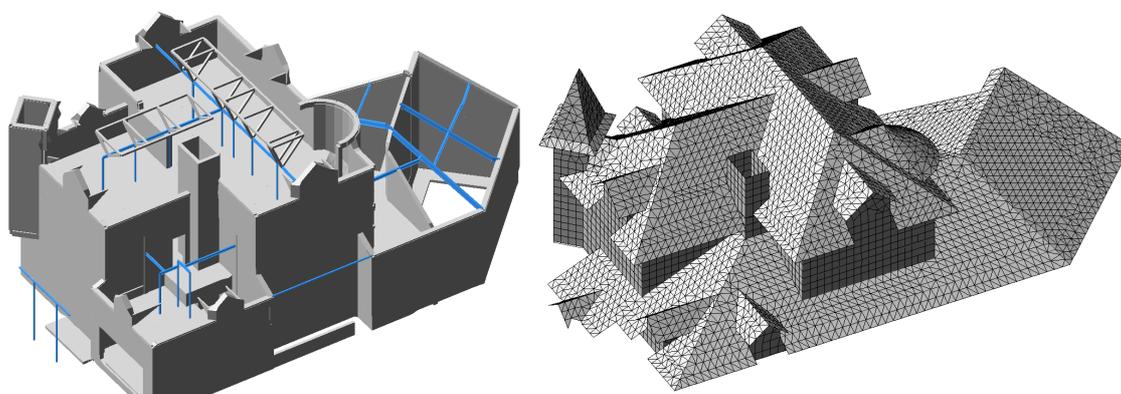


Рисунок 2 — Расчетная схема основных несущих элементов стропильной системы и покрытия

СТРОИТЕЛЬСТВО

Также выполнялся расчет армирования железобетонного каркаса по двум вариантам. Следует отметить, что для первого варианта (работа только железобетонного каркаса) требуемое продольное армирование балок перекрытий было больше, чем для второго варианта с учетом упругого основания балок от демпферного слоя стен. При этом требуе-

мое поперечное армирование в зависимости от вариантов менялось по длине балок, но максимальные значения не менялись.

Расчет армирования железобетонных элементов выполнялся в программе ЛИР-АРМ; результаты расчета продольного армирования балок перекрытия второго этажа для двух вариантов представлены на рисунках 3 и 4.

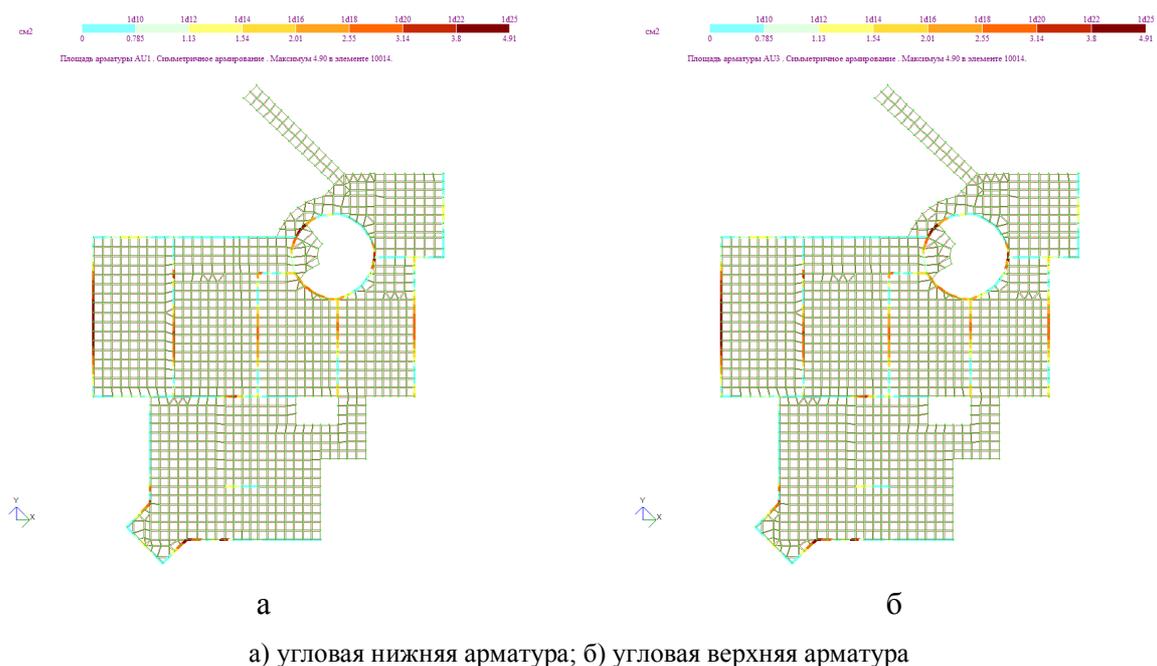


Рисунок 3 — Результаты армирования балок перекрытия с единичной жесткостью облегченных стен

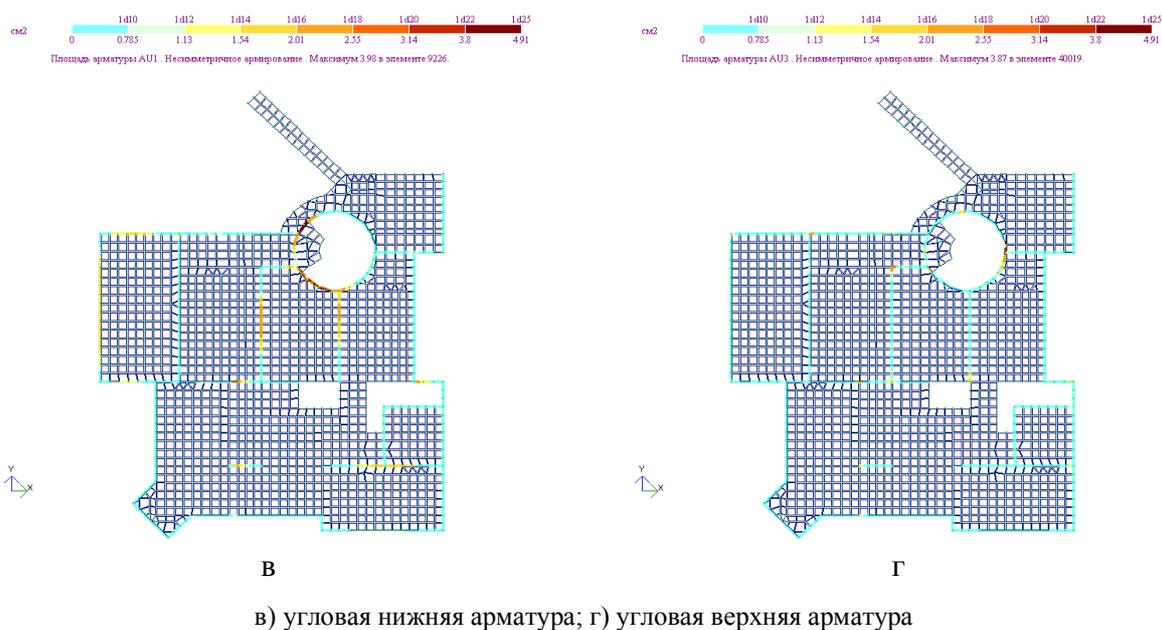


Рисунок 4 — Результаты армирования балок перекрытия с реальной жесткостью облегченных стен

В результате проведенных исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. Совместная работа каркаса со стропильной системой и заполнением стен из облегченных материалов повышает пространственную устойчивость здания в целом для данного объекта исследований примерно в 1,5 раза.

2. Для подобных объектов при формировании пространственных расчетных схем для расчета железобетонных каркасов желательнее рассматривать два вариан-

та: работа только несущего каркаса здания и совместная работа каркаса и стенового легкого заполнения.

3. Для свободной планировки мансардных этажей можно применять совмещенную стропильную систему, состоящую из металлического каркаса и деревянных стропил.

4. Предложенная методика расчета с учетом совместной работы несущего каркаса малоэтажных зданий и облегченной кладкой стен позволяет снизить расход арматуры.

Список источников

1. СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия : актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. М. : ФГУП «Стандартинформ», 2018. 73 с.

2. СП 63.13330.2018. Свод правил. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. М. : ФГУП «Стандартинформ», 2019. 119 с.

3. СП 16.13330.2017. Свод правил. Стальные конструкции : актуализированная редакция СНиП II-23-81*. М. : ФГУП «Стандартинформ», 2017. 145 с.

4. СП 64.13330.2017. Свод правил. Деревянные конструкции : актуализированная редакция СНиП II-25-8. М. : ФГУП «Стандартинформ», 2017. 102 с.

© Антошина Т. В.

© Псюк В. В., Балашова О. С., Псюк М. Ю.

Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. АДСК ДонГТУ Бондарчуком В. В., д.т.н., проф. каф. ПСО ЛГАУ им. К. Е. Ворошилова Давиденко А. И.

Статья поступила в редакцию 06.12.2023.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Антошина Татьяна Валентиновна, гл. инженер проекта
Научно-производственный центр «Сваркон»,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия,
e-mail: antava25xx@yandex.ru

Псюк Виктор Васильевич, канд. техн. наук, доцент, зав. каф. промышленного строительства
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

Балашова Ольга Стефановна, канд. техн. наук, доцент каф. инженерной механики и строительства
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

Псюк Марина Юрьевна, старший преподаватель каф. промышленного строительства
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

***Antoshina T. V.** (Scientific production center “Svarkon”, Alchevsk, Lugansk People’s Republic, Russia, *e-mail: antava25xx@yandex.ru), **Psiuk V. V., Balashova O. S., Psiuk M. Yu.** (Donbas State Technical University, Alchevsk, Lugansk People’s Republic, Russia)

ACCOUNTING THE JOINT OPERATION OF THE SUPPORTING FRAME OF A LOW-RISE RESIDENTIAL BUILDING WITH HOLLOW WALL MASONRY

This article considers the issue of joint operation of the supporting frame of a low-rise residential building with hollow wall masonry and its impact on the spatial stability of building as a whole. The article considers the basic provisions on modeling the joint operation of the supporting frame with hollow wall masonry in PC «Lyra». The analysis of the obtained results is carried out and recommendations on calculation and account the joint operation of the supporting frame of a low-rise residential building with hollow wall masonry are offered.

Key words: supporting frame, spatial stability, reinforcing of beams, filler-wall.

References

1. SP 20.13330.2016. Code specification. Loads and actions: revised edition SNiP 2.01.07-85*. M. : FGUP “Standartinform”, 2018. 73 p.
2. SP 63.13330.2018. Code specification. SNiP 52-01-2003. Concrete and reinforced concrete constructions. The main provision. M. : FGUP “Standartinform”, 2019. 119 p.
3. SP16.13330.2017. Code specification. Steel constructions: revised edition SNiP II-23-81*. M. : FGUP “Standartinform”, 2017. 145 p.
4. SP 64.13330.2017. Code specification. Wood structures: revised edition SNiP II-25-8. M. : FGUP “Standartinform”, 2017. 102 p.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Antoshina Tatiana Valentinovna, Project engineer
Scientific production center “Svarkon”,
Alchevsk, Lugansk People’s Republic, Russia,
e-mail: antava25xx@yandex.ru

Psiuk Viktor Vasiliyevich, PhD in Engineering, Assistant professor, Head of the Department of Industrial Engineering
Donbas State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People’s Republic, Russia

Balashova Olga Stephanovna, PhD in Engineering, Assistant professor of the Department of Mechanical Engineering and Civil Engineering
Donbas State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People’s Republic, Russia

Psiuk Marina Yurievna, Senior lecturer of the Department of Industrial Engineering
Donbas State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People’s Republic, Russia