

УДК 69.002.05

О. В. Бурлаченко, С. А. Чебанова, Р. А. Меняйлова, А. В. Шестаков

Волгоградский государственный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ

В данном исследовании предлагается анализ рассмотренной методологической базы с учетом обзора существующих проектов по строительству зданий с применением легких стальных тонкостенных конструкций, реализуемых в России. Приводятся результаты сравнительного экономического анализа применения легких стальных тонкостенных конструкций и стандартных материалов в зависимости от таких параметров, как срок строительства и стоимость. Определена возможная технико-экономическая эффективность применения данной технологии. Представлены рекомендации по совершенствованию применения данной технологии и пути ее дальнейшего развития.

К л ю ч е в ы е с л о в а: легкие стальные тонкостенные конструкции, календарный план, скоростное строительство, срок, стоимость и трудоемкость строительства, каркас здания, технико-экономические показатели.

Введение

Строительство зданий из легких металлоконструкций становится все более актуальным в современном мире. Легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК) — это современный подход к строительству, который позволяет возводить здания и сооружения с минимальными затратами времени и ресурсов. Основные подходы применения ЛСТК включают в себя использование:

- легких стальных профилей вместо традиционных массивных бетонных или кирпичных конструкций. Это позволяет снизить массу здания, уменьшить нагрузку на фундамент и сократить сроки строительства;
- современных технологий и материалов, таких как сэндвич-панели, которые обеспечивают высокую тепло- и звукоизоляцию зданий;
- автоматизированных систем проектирования и производства, что ускоряет процесс создания проекта и снижает вероятность ошибок.

В целом применение ЛСТК значительно ускоряет процесс строительства, снижает затраты на материалы и уменьшает воздействие на окружающую среду. Эта технология имеет ряд преимуществ перед традиционными методами строительства, такими как использование тяжелых бетонных конструкций или кирпичной кладки.

Основная часть

Строительство зданий из легких металлоконструкций является актуальным и перспективным направлением, которое предлагает ряд преимуществ в области эффективности, скорости, гибкости и экологичности строительства [1—4].

Анализ работ [1, 5—7] показывает, что в Российской Федерации доля ЛСТК в строительстве каркасных зданий занимает последние места и только начинает свою интеграцию. Цифры, взятые из анализа данных [8], представ-

лены в виде гистограмм сравнения на рис. 1, 2. Это обусловлено отсутствием адекватной нормативной базы, свойствами материалов, особенностями логистики и прочими, на данный момент не выполняемыми критериями, однако начало данная технология в нашей стране получила сравнительно недавно и стремительно развивается.

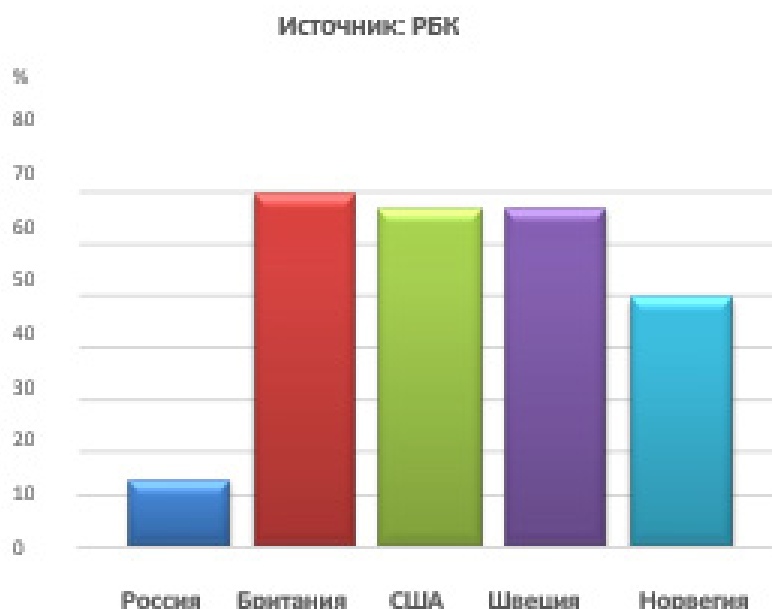


Рис. 1. Доля строительства многоэтажных жилых и общественных зданий на основе металлокаркаса из гнутых профилей, РБК



Рис. 2. Доля строительства многоэтажных жилых и общественных зданий на основе металлокаркаса из гнутых профилей, отраслевые оценки

Не должно остаться без внимания то, что данная технология относится к технологиям скоростного строительства. Скоростное строительство — это технология возведения зданий и сооружений, подразумевающая максимально эффективное использование времени и ресурсов для ускорения процесса строительства. Скоростное строительство включает в себя ряд мер и подходов, направленных на оптимизацию каждого этапа — от проектирования до сдачи объекта в эксплуатацию.

Отличительный и современный подход к применению ЛСТК в качестве основных конструкций в России иллюстрирует планируемый к строительству жилой комплекс «Победа», расположенный в Волгоградской области. Решения по генеральному плану можно видеть на рис. 3 [9].

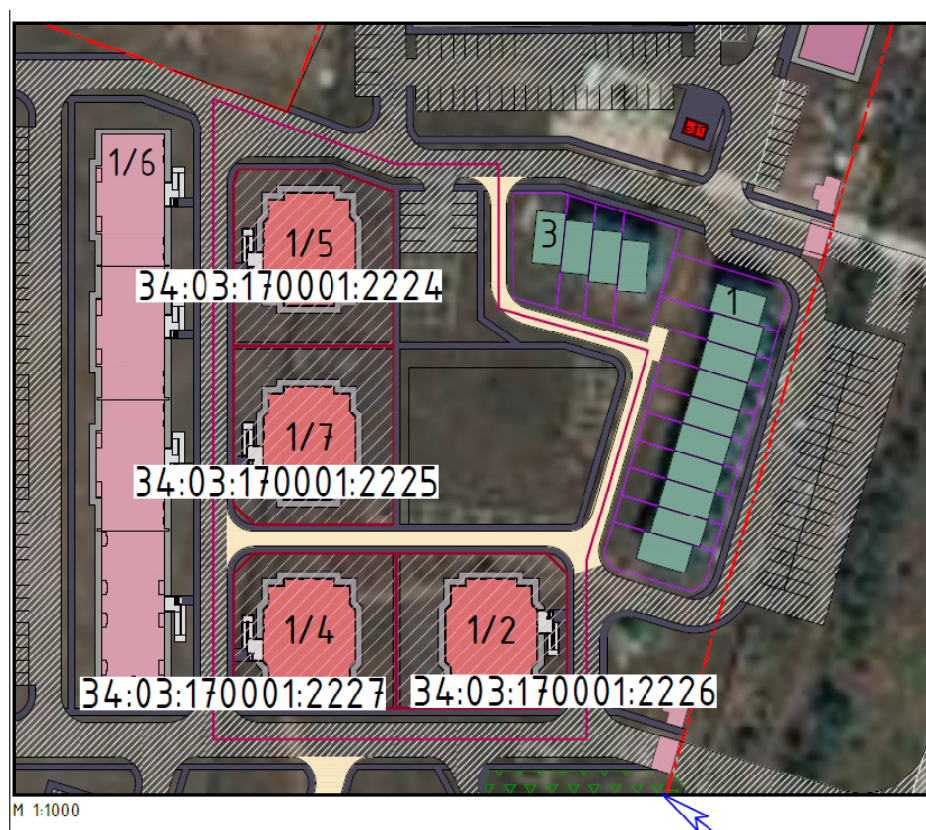


Рис. 3. Фрагмент генплана ЖК «Победа»

Авторами работы [9] детально уточнены и предложены современные технологические решения строительно-монтажных работ с применением ЛСТК, а также выявлены недостатки и достоинства ЛСТК-элементов на основании действующего проекта строительства современного многоквартирного малоэтажного жилого комплекса.

Односекционный жилой дом имеет три этажа и выполнен в виде прямоугольника с центральной частью, выступающей на фасаде в виде ризалитов. На главном и дворовом фасадах здания ризалиты расположены симметрично

по центру и имеют скошенные углы 45° , что добавляет выразительности пластическому рисунку фасадов.

Отличительной особенностью применения ЛСТК является возможность создания уникальных форм зданий любой сложности. Это является одновременно и достоинством, и недостатком из-за отсутствия поточного производства элементов, что увеличивает срок поставки ЛСТК-конструкций. Однако невзирая на данный факт, общий срок строительства по сравнению с аналогичными ЖК «Победа» зданиями, возведенными с применением кирпича или монолитного железобетона много меньше [2, 9—11].

По результатам методического и методологического анализа для подтверждения оптимальности предлагаемой технологии использования ЛСТК в качестве конструкции каркаса, в т. ч. при строительстве социального жилья, проводится апробация данного способа на здании-аналоге с бескаркасной конструктивной системой с несущими стенами из силикатного и керамического кирпича [12, 13].

На основании проведенных сравнительных расчетов тривиального способа возведения здания из стандартных конструкций и здания с применением ЛСТК авторами получены результаты, отражающие разницу технологий и преимущества применения ЛСТК в качестве каркасов зданий.

Объектом исследования стало трехэтажное жилое здание на 21 квартиру в ЖК «Победа» (рис. 4—6), расположенное в г. Волгограде. Расчетно-конструктивные особенности приняты согласно действующему ПОС. Все работы производились поточным методом в 2 смены.



Рис. 4. Здание $1043,3 \text{ м}^2$, выбранное в качестве объекта исследования

Технико-экономические показатели составляются, исходя из данных ПОС по строительству в ЖК «Победа» и по подготовленному календарному плану на строительство здания-аналога с применением кирпича.



Рис. 5. Фотография объекта с площадки строительства из ЛСТК профилей ЖК «Победа», Волгоград, 2023 г.



Рис. 6. Фотография объекта с площадки строительства ЖК «Победа», Волгоград, 2023 г.

Формулы, применяемые при подготовке технико-экономических показателей:

$$q = \frac{Q_{об}}{Q}, \quad (1)$$

где Q — строительный объем здания, m^3 ; $Q_{об}$ — общая трудоемкость работ по объекту, чел.-дней.

$$K_n = \frac{N_{\max}}{N_{\text{cp}}}, \quad (2)$$

$$N_{\text{cp}} = \frac{Q_{\text{об}}}{T_{\text{пр}}}, \quad (3)$$

где K_n — коэффициент неравномерности движения рабочей силы; $N_{\max}$ — максимальное количество рабочих в самую нагруженную смену; N_{cp} — среднее количество рабочих в смену за весь период строительства; $T_{\text{пр}}$ — продолжительность строительства объекта, дней.

Заключение

На основании проведенного анализа установлена эффективность и перспективность применения ЛСТК-зданий ввиду преимуществ по следующим параметрам:

- срок строительства ЛСТК-здания меньше срока для стандартного кирпичного дома аналогичной формы на 49,07 %;
- общая стоимость проведения строительно-монтажных работ ЛСТК-здания меньше на 32,8 %;
- общая трудоемкость сокращается на 28,51 %.

Таким образом, доказана эффективность применения ЛСТК в качестве каркаса здания по технико-экономическим показателям. Важно отметить, что существует множество вариаций для дальнейшего изучения и совершенствования организационно-технологических решений строительства зданий с применением ЛСТК с целью поиска оптимального и универсального решения строительства, а также повышения технико-экономической эффективности создания жилья социального назначения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Shukhardin A., Nefedov G. Gravit Fire Simulation of Light Gauge Steel Frame Wall System with Foam Concrete Filling // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies. 2018. Pp. 836—844.
2. Kim T. S., Kuwamura H. Finite element modeling of bolted connections in thin-walled stainless steel plates under static shear // Thin-Walled Structures. 2007. Vol. 45. Iss. 4. Pp. 407—42.
3. Zhou X., Li G. A macro-element based practical model for seismic analysis of steel-concrete composite high-rise buildings // Engineering Structures. 2013. Vol. 49. Pp. 91—103.
4. Celikog M., Naimi S. Building construction in North Cyprus: Problems and Alternatives Solutions // Procedia Engineering. 2011. Vol. 14. Pp. 2269—2275.
5. Айрумян Э. Л., Каменников Н. И., Липленко М. А. Перспективы ЛСТК в России // Стройпрофиль. 2013. № 10. С. 12.
6. Жмарин Е. Н., Рыбаков В. А. ЛСТК — инструмент для реализации программы «Доступное и комфортное жилье» // Стройпрофиль. 2007. № 7(61). С. 118—119.
7. Советников Д. О., Виденков Н. В., Трубина Д. А. Легкие стальные тонкостенные конструкции в многоэтажном строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 3(30). С. 153—165.
8. Chebanova S. A., Polyakov V. G., Azarov A. V. Designing of organizational and technological solutions for construction in constrained urban environments // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety. 2019. Vol. 687. Pp. 044004.
9. Поляков В. Г., Чебанова С. А., Шестаков А. В. Перспектива применения легких стальных тонкостенных конструкций в Волгоградской области // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. Вып. 1(90). С. 33—42.

10. *Burlachenko O. V., Zlobin V. N., Burlachenko A. O.* Technical Support for the Health of the Reducers of Construction Machines on the Basis of Application Device for the Application of Hard Coatings // *Materials Science Forum*. 2019. Vol. 945. Pp. 724—728.

11. *Kaklauskas A., Naimaviciene J., Krutinis M., Zavadskas E. K.* Model for a complex analysis of intelligent built environment // *Automation in construction*. 2010. Vol. 19. Iss. 3. Pp. 326—340.

12. Bearing capacity of rafter systems made of steel thin-walled structures in attic roofs / V. A. Rybakov, M. Al Ali, A. P. Panteleev, K. A. Fedotova, A. V. Smirnov // *Magazine of Civil Engineering*. 2017. Vol. 8. Iss. 76. Pp. 28—39.

13. *Chen Ju., Young B.* Cold-formed steel lipped channel columns at elevated temperatures // *Engineering Structures*. 2007. Vol. 29. Iss. 10. Pp. 1161—1174.

© Бурлаченко О. В., Чебанова С. А., Меняйлова Р. А., Шестаков А. В., 2024

Поступила в редакцию
в марте 2024 г.

Ссылка для цитирования:

Бурлаченко О. В., Чебанова С. А., Меняйлова Р. А., Шестаков А. В. Исследование эффективности применения легких стальных тонкостенных конструкций в строительстве зданий средней этажности // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 2(95). С. 6—13. DOI: 10.35211/18154360_2024_2_6.

Об авторах:

Бурлаченко Олег Васильевич — д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологий строительного производства, зам. директора по научной работе, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; ORCID: 0000-0003-1477-2709; burlachenkoov@vgasu.ru

Чебанова Светлана Александровна — канд. техн. наук, доц. каф. технологий строительного производства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; sveta_nes@mail.ru

Меняйлова Регина Анатольевна — канд. экон. наук, доц. каф. городского строительства, экономики и управления проектами, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; menyailova@gmail.com

Шестаков Андрей Викторович — магистрант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

**Oleg V. Burlachenko, Svetlana A. Chebanova, Regina A. Menyailova,
Andrey V. Shestakov**

Volgograd State Technical University

THE INVESTIGATION OF THE LIGHT THIN-WALLED STEEL STRUCTURES USE EFFECTIVENESS IN THE CONSTRUCTION OF MEDIUM-RISE BUILDINGS

This study offers an analysis of the considered methodological base, taking into account a review of existing projects in our country for the construction of buildings using light steel thin-walled structures. The results of light steel thin-walled and standard materials use comparative economic analysis, depending on parameters such as construction time and cost, are also presented. The possible technical and economic efficiency of this technology application has been determined. The paper also highlights recommendations for improving the use of this technology and ways to further develop this area.

Key words: light steel thin-walled structures, calendar plan, high-speed construction, time, cost and labor intensity of construction, building frame, technical and economic indicators.

For citation:

Burlachenko O. V., Chebanova S. A., Menyailova R. A., Shestakov A. V. [The investigation of the light thin-walled steel structures use effectiveness in the construction of medium-rise buildings]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2024, iss. 2, pp. 6—13. DOI: 10.35211/18154360_2024_2_6.

About authors:

Oleg V. Burlachenko — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; ORCID: 0000-0003-1477-2709; burlachenkoov@vgasu.ru

Svetlana A. Chebanova — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; sveta_nes@mail.ru

Regina A. Menyailova — Candidate of Economics, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; menyailova@gmail.com

Andrey V. Shestakov — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation