

УДК 624.014.7

В. Г. Поляков, С. А. Чебанова, А. В. Шестаков

Волгоградский государственный технический университет

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В строительстве постоянно требуется применение новаторских технологий проектирования и возведения зданий и сооружений, связанных не только с быстрой окупаемостью, экологической безопасностью, но и с военными конфликтами, природными катаклизмами и просто техногенными авариями, а также с сокращением сроков строительства. В статье рассмотрен мировой опыт строительства и эксплуатации жилых и общественных зданий на каркасах из легких металлоконструкций. Изложены проблемные моменты применения легких стальных тонкостенных конструкций в строительстве.

Ключевые слова: строительство зданий и сооружений, легкие стальные тонкостенные конструкции, проектирование строительства зданий и сооружений.

Основным материалом для быстровозводимых зданий является сталь. Инновационное направление в этой области представлено каркасными зданиями с использованием легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК). Строительство зданий из ЛСТК активно применяется во всем мире (рис. 1) [1, 2].

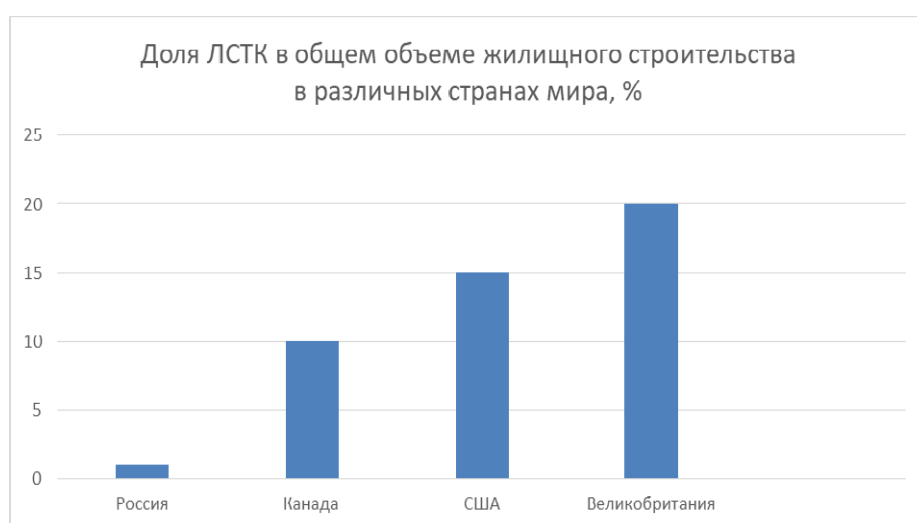


Рис. 1. Доля ЛСТК в общем объеме жилищного строительства в различных странах мира, %

Мировой опыт строительства и эксплуатации многоэтажных жилых и общественных зданий на каркасах из легких металлоконструкций высотой в десять и более этажей насчитывает несколько десятков лет. За это время накоплена статистика, свидетельствующая о безопасности, надежности и высокой энергоэффективности таких зданий.

По существующей технологии ЛСТК можно возводить здания любой конфигурации, высотности и этажности. В России основной областью применения технологии ЛСТК является малоэтажное строительство, хотя есть примеры использования данного метода при возведении многоэтажных зданий, например шестиэтажное здание в деревне Кривское Калужской области (сдано в 2018 г.), которое на текущий момент является самым высоким в России жилым зданием, реализованным на несущем каркасе из легких металлических холодногнутых оцинкованных профилей (рис. 2) [3, 4].



Рис. 2. Жилой дом, Калужская область, деревня Кривское

Раньше использование ЛСТК вызывало определенные трудности, связанные с возникновением мостиков холода, сейчас с появлением термопрофиля, который уменьшает естественную теплопроводность металла на 80...90 % [2, 5, 6], эта проблема решается. То есть данный способ строительства стал реальной альтернативой традиционным методам возведения зданий. Простота применения ЛСТК-профиля позволяет обеспечить высокое качество возводимых объектов, экономичность и простой процесс постройки практически любых сооружений, получить теплые и достаточно долговечные здания. На российском рынке немало производителей, выпускающих ЛСТК, различие заключается в их специализации: для гражданского или промышленного строительства (например, завод шоковой заморозки в Дзержинском районе Волгограда, введен в эксплуатацию в 2021 г.), а также в степени готовности поставляемых элементов конструкций [3]. Волгоградская область обладает огромным количеством земли для возведения жилых микрорайонов малой этажности с развитой микроструктурой различного назначения, и применение технологии ЛСТК в данных условиях является оправданным.

Большие перспективы для использования технологии строительства из ЛСТК-профиля связаны с появлением проекта ЖК «Победа» (рис. 3, 4)¹.

¹ Первый этап строительства. Конструктивные и объемно-планировочные решения. 15 П-1/2-21кв-КР. Моск. обл., 2022.

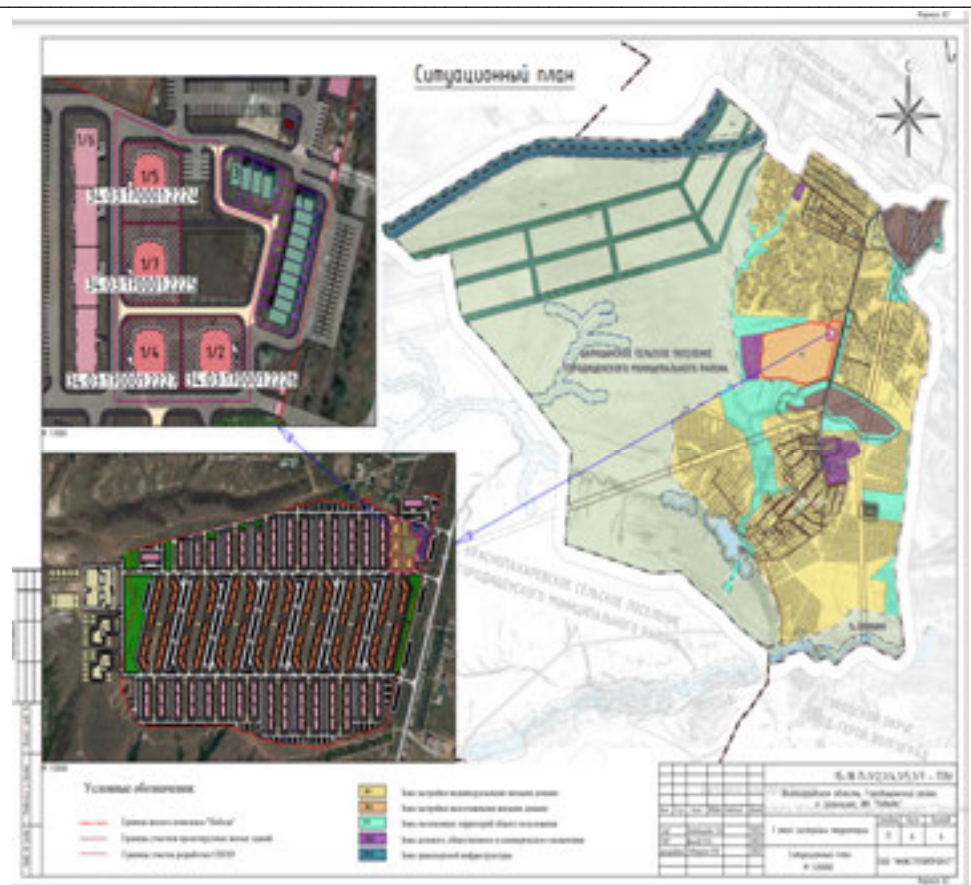


Рис. 4. Ситуационный план ЖК «Победа» с указанием пилотной застройки из четырех 21-квартирных домов с применением ЛСТК-профилей

Возводимые здания — односекционный многоквартирный малоэтажный жилой дом (этажностью в надземных три этажа) на 21 квартиру, размещаемый по адресу: Волгоградская область, Городищенский район, п. Царицын, ЖК «Победа», дом 1/2, 1/4, 1/5, 1/7. Общая площадь жилого дома 1326,0 м².

Здание односекционного жилого дома представляет собой компактный трехэтажный объем, имеющий в плане прямоугольник с выступающими в центральной части стен ризалитами. По двум сторонам здания (главный и дворовый фасады) ризалиты, расположенные симметрично в центре, имеют скошенные под 45° углы, что дополняет пластический рисунок фасадов.

По боковым фасадам симметрично выступают два прямоугольных ризалита, перекрытые пониженными относительно боковых фронтонов участками кровли, что также служит дополнительной гранью восприятия архитектурного образа, не нарушая при этом его архитектурных функций. Жилой дом перекрыт двухскатной крышей с двумя врезанными в скаты фронтонами по главному и дворовому фасадам. Здание жилого дома спроектировано на базе ЛСТК и представляет собой пространственную конструкцию из стоек ЛСТК и ригелей ЛСТК с монолитными поэтажными дисками перекрытий и встроенной железобетонной лестницей с кирпичными стенами.

Основная несущая система — несущий каркас из стальных оцинкованных холодногнутых профилей швеллерного С-образного сечения, повышенной жесткости из стали, толщиной не менее 1 мм. Композиционно здание жилого дома представляет трехэтажный объем, со сторонами 24,65 м и 20,29 м в осях, перекрытый двухскатной крышей с двумя врезанными в скаты фронтонами по главному и дворовому фасадам.

Конструкции покрытия — пространственный каркас из стропильных ферм на базе профиля ЛСТК, установленных с шагом 1045...1560 мм. Высота этажа между верхними отметками поэтажных перекрытий 2,9 м.

Высота здания в верхнем коньке кровли от отм. $\pm 0,000$ составляет 11,530 м.

Данная конструктивная схема принята исходя из достаточно легкого веса основных конструкций панелей, максимально соответствующего простым в исполнении фундаментам, оптимальным, в свою очередь, с точки зрения геологии участка застройки. Также конструкции из ЛСТК просты в монтаже, каркас собирается в короткие сроки. Стойки и ригели из профилей ЛСТК изготавливаются в собственном производственном цехе на территории стройплощадки и перевозятся на стройплощадку собственным грузовым автотранспортом. Для устройства стального каркаса применяются стальные оцинкованные холодногнутые профили, изготовленные из стали тонколистовой оцинкованной с непрерывных линий по ГОСТ 14918—2020, групп ХП и ПК, высшего или первого класса по толщине цинкового покрытия (масса цинкового покрытия, нанесенного с двух сторон, не менее 258 г/м^2 заготовки), нормальной разнотолщинности НР, нормальной точности прокатки по толщине БТ, нормальной плоскостности ПН с обрезной кромкой 0.

Номенклатура используемых в проекте профилей:

- профили стоечные ПГС-150С; ПГС-100С; ПГС-80С;
- профили направляющие ПГС-150 Ш; ПГС-100Ш; ПГС-80Ш;
- профиль шляпный ПШ $85 \times 35 \text{ мм}$;
- пластина, перфорированная $100 \times 100 \text{ мм}$;
- пластина, перфорированная $100 \times 200 \text{ мм}$.

Расчет каркаса ведется с учетом, что внутри каркас обшит листами ГКЛ, ГКЛВ — в два слоя, а снаружи — плитами OSB-3, прикрепленными непосредственно к стойкам каркаса.

Вертикальные стойки каркаса стен устанавливаются на опоре в швеллерную направляющую и накрываются сверху такой же направляющей. Благодаря направляющим происходит распределение вертикальной нагрузки на стойки. Горизонтальные несущие элементы укладываются между вертикальными элементами. С точки зрения статики ЛСТК каркаса существенно отличаются от каркасных металлических (сварных) конструкций. Нагрузку воспринимает не каркас, независимый от ограждающей конструкции здания, а стойки стен. Несущая конструкция состоит из двухмерных строительных элементов, которые одновременно выполняют несущую и ограждающую функции (рис. 5).

Крепление нижней направляющей к фундаменту осуществляется через уплотнительную ленту из пенополиэтилена «Линотерм-П» толщиной 10 мм, стальными распорными анкер-болтами, через шайбу из оцинкованной

Архитектурный облик жилого дома, размещение жилых комнат в структуре квартир, а также размещение оконных проемов в жилых помещениях дают возможность достаточно свободно ориентировать дома данного типа по сторонам света, что обеспечивает нормативную инсоляцию квартир (рис. 6 и 7).

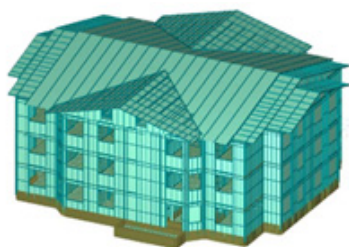


Рис. 6. Общий вид 21-квартирного дома



Рис. 7. Цветовое решение фасадов 21-квартирного дома из ЛСТК-профиля

Архитектурный облик дома также во многом зависит от применяемой для наружных ограждающих и внутренних несущих стен и перегородок системы металлокаркасных панелей из ЛСТК с заполнением их минватой. В основной объем дома встроена эвакуационная лестница в кирпичном исполнении.

На каждом этаже проектируемого дома имеется просторный холл ($2,9 \times 8,3$ м), куда выходят двери квартир и эвакуационная лестница. Каждая квартира снабжена совмещенным санузлом площадью $4,3 \dots 4,7$ м², в котором свободно размещаются ванна, унитаз, умывальник, полотенцесушитель, оборудовано место для подключения стиральной машины.

Выделим основные достоинства и недостатки зданий из ЛСТК (табл.) [7].

Основные достоинства и недостатки зданий из ЛСТК

Преимущества использования ЛСТК	Недостатки технологии ЛСТК
1. Уменьшение стоимости строительства; снижение затрат на устройство фундаментов вследствие уменьшения массы здания; сокращение затрат на грузоподъемную технику; малые сроки строительства	1. Сложность проектирования и прохождения экспертизы — отсутствие действующей нормативной базы
2. Эффективное энергосбережение при меньшей толщине конструкции; использование энергоэффективного утеплителя; снижение затрат на отопление; увеличение внутренней площади здания	2. Возможность повреждения конструкций при транспортировке и выгрузке — тонкий профиль достаточно легко деформировать
3. Всесезонное строительство — отсутствие «мокрых» работ позволяет вести строительство с одинаковым качеством в любых условиях	3. Повышенные требования к пожарной безопасности
4. Высокая скорость и точность возведения; использование большого количества элементов заводского изготовления	
5. Экологичность — применение материалов, имеющих 100%-ю повторную переработку	

Раньше одним из недостатков зданий из ЛСТК считалась малая долговечность, которая оценивалась сроком в 50 лет, однако сейчас с развитием строительных материалов срок службы повысился до 100 лет. Что касается нормативной базы, то уже существует проект СП «Конструкции стальные тонкостенные из холодногнуто́х оцинкованных профилей и гофрированных листов». В нем даны основы расчета тонкостенных конструкций, методы определения редуцированных характеристик сечений и расчет соединений. После утверждения данного свода правил в технологии ЛСТК практически не останется слабых мест и ее можно будет широко применять в различных регионах нашей страны². Как видно, преимуществ больше, чем недостатков, и по существующей технологии ЛСТК можно возводить здания любой конфигурации, высотности и этажности [3, 8—14].

В современных условиях необходимо осваивать данный метод строительства. Мировые вызовы — пандемии, эпидемии, локальные войны — диктуют свои условия возведения временных зданий, сооружений и капитально-го строительства в сжатые сроки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вержбовский Г. Б., Колесова Е. В. Легкокаркасные металлодеревянные здания // Научное издание. 2012. № 3.
2. Кузьменко Д. В., Ватин Н. И. Новый тип ограждающей конструкции — термопанель // Быстровозводимые здания. 2008. № 6(68). С. 32—36.
3. 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.

² СП (проект, первая редакция). Конструкции стальные тонкостенные из холодногнуто́х оцинкованных профилей и гофрированных листов. М., 2014.

4. Bearing capacity of rafter systems made of steel thin-walled structures in attic roofs / V. A. Rybakov, M. Al Ali, A. P. Pantelev, K. A. Fedotova, A. V. Smirnov // Magazine of Civil Engineering. 2017. No. 8(76). Pp. 28—39.
5. Kornilov T. A., Nikiforov A. Y. Thermal protection of low-rise buildings from light steel thin-walled structures // Magazine of Civil Engineering. 2018. No. 8(84). Pp. 140—149.
6. Анализ эффективности применения отдельных конструктивных решений стальных прогонов в покрытиях арочного типа / А. В. Голиков, А. А. Байрамов, Ю. А. Мельникова, П. В. Якимив, А. С. Соловьева // Вестн. Инженер. шк. Дальневост. федер. ун-та. 2022. № 3(52). С. 47—63.
7. Рыбаков В. А. Основы строительной механики легких стальных тонкостенных конструкций : учеб. пособие. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2001. 207 с.
8. Чебанова С. А., Поляков В. Г., Азаров А. В. Designing of organizational and technological solutions for construction in constrained urban environments // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 687 : International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (ICCATS-2019), Chelyabinsk, Sept. 25—27, 2019. Iss. 4. Construction technology and organization / Eds. : A. A. Radionov, D. V. Ulrikh. Published by IOP Publishing, 2019. DOI: 10.1088/1757-899X/687/4/044004. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/687/4/044004/pdf>.
9. Litvinova N. A., Azarov V. N. An effective way to clean the supply air along the height of buildings with the help of a ventilation system valve // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2022. No. 3(55). Pp. 40—54.
10. Manzhilevskaya S., Petrenko L., Azarov V. Vertical distribution of fine dust during construction operations // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2021. Vol. 1259. Pp. 324—331.
11. Манжильевская С. Е., Петренко Л. К., Азаров В. Н. Monitoring Methods for Fine Dust Pollution During Construction Operations // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies (EMMFT-2019), Voronezh, Nov. 28—30, 2019 : proceedings / Eds. : V. Murgul, V. Pukhkal. Cham (Switzerland) : Springer Nature Switzerland AG, 2021. Vol. 2. Pp. 332—340. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-57453-6_29.
12. Чебанова С. А., Азаров А. В., Беккер М. Е. Особенности и проблемы организационно-технологических решений строительства в стесненных условиях // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура. 2019. № 4(77). С. 146—152.
13. Mobile Unit for Coating Application on Outdoor Safety Barriers / Н. А. Фоменко, О. В. Бурлаченко, В. Г. Поляков, С. А. Чебанова, Ю. В. Гущина // Russian Engineering Research. 2022. No. 42(11). Pp. 1154—1157. DOI: 10.3103/S1068798X22110077.
14. Голиков А. В., Губанов В. В., Гаранжа И. Atypical structural systems for mobile communication towers // XXI International Scientific Conference on Advanced in Civil Engineering “Construction — The Formation of Living Environment” (FORM 2018), Moscow, Apr. 25—27, 2018. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Publishing IOP, 2018. Vol. 365(5). URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/365/5/052010/pdf>.

© Поляков В. Г., Чебанова С. А., Шестаков А. В., 2023

Поступила в редакцию
в декабре 2022 г.

Ссылка для цитирования:

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.

Об авторах:

Поляков Владимир Геннадьевич — д-р техн. наук, проф., проф. кафедры городского строительства, экономики и управления проектами, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; polana58@mail.ru

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

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

Vladimir G. Polyakov, Svetlana A. Chebanova, Andrei V. Shestakov

Volgograd State Technical University

THE PROSPECT OF USING LIGHT STEEL THIN-WALLED STRUCTURES IN THE VOLGOGRAD REGION

In construction, the use of innovative technologies for the design and construction of buildings and structures is constantly required, associated not only with quick payback, environmental safety, but also with military conflicts, natural disasters, and simply man-made accidents, as well as with a reduction in construction time. The article considers the world experience of construction and operation of residential and public buildings on frames of light metal structures. The problematic aspects of the use of light steel thin-walled structures in construction are described.

Key words: construction of buildings and structures, light steel thin-walled structures, design of construction of buildings and structures.

For citation:

Polyakov V. G., Chebanova S. A., Shestakov A. V. [The prospect of using light steel thin-walled structures in the Volgograd region]. *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], 2023, iss. 1, pp. 33—42.

About authors:

Vladimir G. Polyakov — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; polana58@mail.ru

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

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