

УДК 624.07

**ПОВЕДЕНИЕ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ****BEHAVIOR OF LIGHT STEEL THIN WALLED STRUCTURES AT  
IN CREASED TEMPERATURES****Леонова Анна Николаевна**доцент кафедры строительных конструкций,  
Кубанский государственный технологический университет  
lan.75@mail.ru**Федоров Артем Александрович**бакалавр  
Кубанский государственный технологический университет  
faa1410@rambler.ru**Миронова Ирина Анатольевна**бакалавр  
Кубанский государственный технологический университет  
mircha1903177@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается поведение легких стальных тонкостенных конструкций в условиях повышенных температур и воздействия прямого огня на изделие. Анализируются современные методы защиты ЛСТК при воздействии повышенных температур. Приводятся результаты испытаний на огнестойкость элементов ЛСТК. Рассматриваются решения по огнезащите элементов стены и их систем креплений.

**Ключевые слова:** легкие стальные тонкостенные конструкции, строительство, огнестойкость.

**Leonova Anna Nikolaevna**Associate Professor of the Department of  
Building Structures,  
Kuban State Technological University  
lan.75@mail.ru**Fedorov Artem Aleksandrovich**Bachelor,  
Kuban State Technological University  
faa1410@rambler.ru**Mironova Irina Anatolevna**Bachelor,  
Kuban State Technological University  
mircha1903177@mail.ru

**Annotation.** The article examines the behavior of light steel thin-walled structures under conditions of elevated temperatures and exposure to direct fire on the product. Analyzed are modern methods of protection of light steel structures when exposed to elevated temperatures. The results of tests for fire resistance of LSTK elements are presented. Solutions for fire protection of wall elements and their fastening systems are considered.

**Keywords:** light steel thin-walled structures, construction, fire resistance.

**В** связи с сильным увеличением спроса на гражданское малоэтажное строительство в некоторых регионах страны в последнее время, многие стараются найти идеальное решение для возведения частных домов по параметрам цена/качество. Таким решением стало использование легких стальных тонкостенных конструкций. К сожалению, многие не доверяют этой технологии, считая её не практичной и не безопасной. Одним из важнейших показателей безопасности конструкции является её огнестойкость – это способность конструкции сдерживать огонь, не давая ему распространяться и ухудшать эксплуатационные качества под действием высоких температур. Изучение вопроса о безопасности технологии ЛСТК является очень актуальным в наше время.

Легкие стальные тонкостенные конструкции состоят из стальных оцинкованных холодногнутых профилей, толщина которых обычно составляет от 0,6 до 4,0 мм. Они выполняют роль несущих и ограждающих элементов сооружения. Благодаря таким преимуществам ЛСТК как: высокая скорость строительства, экономичность и прочность, технология получила широкое применение в современном строительстве. К сожалению, одной из важных проблем при проектировании зданий и сооружений из ЛСТК является обеспечение нормативной огнестойкости конструкций с относительно высокими пределами огнестойкости. Рассмотрение результатов опытов даёт потребителю более широкое представление о возможностях ЛСТК сопротивляться воздействиям температур.

Линии изгиба – направления деформации являющиеся результатами изготовления конструкций ЛСТК методом холодногнутого профилирования. Линии изгиба являются той критической точкой, прогрев которой влияет на устойчивость конструкции. Прогрев стенок и полок конструкции ЛСТК может быть более 500 градусов, и конструкция всё ещё сохраняет свою несущую способность, пока не прогреются линии изгиба.

«Классические» способы огнезащиты не подходят в большинстве случаев к конструкциям ЛСТК, в виду того, что при эксплуатации металл ЛСТК подвижен и постоянно испытывает упругие деформации. А также отсутствие качественной адгезии к оцинкованным покрытиям у большинства огнезащитных составов. Решения по огнезащите должны базироваться на принципах экранирования защищаемых конструкций – не допускать прямого воздействия тепла пожара за счёт отражения и поглощения теплового воздействия наружным слоем негорючего материала, который не разрушается в результате воздействия огня. Наиболее рабочими выглядят системы в составе Каркасно-Обшивных Стен (КОС), если строго выполнять требования технологии монтажа и использовать качественные компоненты.

Конструкции ЛСТК в редких случаях используются как отдельно стоящие конструкции. Для отдельно стоящих конструкций возможен расчёт на огнестойкость для каждого элемента по отдельности и применение конструктивной изоляции для таких элементов.

Для наиболее часто применяемых систем при проектировании зданий огнестойкость достигается за счёт нескольких слоёв строительных отделочных элементов в КОС со стороны вероятного пожара. Каждый слой имеет собственный предел огнестойкости, он выполняет роль теплового экрана. Однако очень сильно влияет на огнестойкость качество строительных компонентов, соблюдение технологий и способ монтажа всех компонентов.

Разрушение облицовочных материалов происходит по точкам крепления на стыках листовых материалов. При применении крепёжных элементов вокруг отверстия появляются точки напряжения, вокруг которых появляются микротрещины. При монтаже облицовочных материалов необходимо точно соблюдать шаг между креплениями. При использовании плоских шайб точечные напряжения в местах крепления на облицовочных элементах более распределённые и это даёт дополнительное время, в течение которого слои облицовки удерживаются, защищая последующие слои от прямого воздействия огня.

Применение минеральной ваты, используемой в фасадных или звукоизолирующих системах, в качестве наполнителя КОС влияет на устойчивость конструкций при пожаре. Используемая стекловата и связующие при выгорании изменяют объём наполнителя обнажая конструкции ЛСТК перед огнём. В составных конструкциях минеральная вата после разрушения облицовочного материала стремится выпасть из образовавшихся отверстий. Если разработать удерживающие её элементы, крепящиеся к основным элементам каркаса из ЛСТК, это также даст дополнительные минуты к общей устойчивости конструкции.

Конструкции ЛСТК начинают скручиваться из-за внутренних напряжений на линиях изгиба уже при 350 градусах. Если отсутствуют какие-либо вставки, сдерживающие кручение конструкции, то конструкция может обрушиться при достижении этих температур.

По результатам испытаний [2] балка двутаврового сечения, полученная из двух соединённых между собой швеллерообразных профилей даже при наличии огнезащитного слоя при прогреве, скрутилась на восьмой минуте испытаний и та часть, что была как центральная стойка «легла на бок», после чего конструкция резко потеряла несущую способность и сложилась. Конструкция, имеющая усиления в виде «обоймы» с определённым шагом и со вставками из пластин между двух таких же швеллерообразных профилей, продержалась дольше.

Для того, чтобы увеличить огнестойкость сооружений из ЛСТК необходимо принять во внимание то, что для центрально и внецентренно сжатых элементов стальных конструкций наиболее критичным вариантом отказа является потеря общей устойчивости, в том числе при пожаре, на огнестойкость данных элементов напрямую оказывает влияние количество раскреплений из плоскости вертикальных элементов. Как следствие, необходимо четкое соблюдение технологии монтажа на всех этапах. При этом недопустимы замены метизов (саморезов, болтов, шайб) при сборке конструкций. Каждое крепление должно применяться там, где оно заложено проектом в том количестве и с тем шагом, которое указано в проекте на конструкцию. Ошибки в монтаже приведут к снижению предела огнестойкости.

Для получения больших пределов огнестойкости важны все конструктивные компоненты и их качество. Необходимо использовать изоляционные материалы, используемые в огнезащитных системах, которые не изменяют своего объёма при воздействии огня.

Особенность применения конструкций из ЛСТК в том, что защищать каждый элемент в отдельности практически невозможно ввиду близкого нахождения смежных конструкций. Таким образом самыми распространёнными защитными элементами являются навесные экранирующие элементы самой стены и их система креплений обеспечивающая их неразрушаемость под воздействием огня и расчётной нагрузки.

Изучение вопроса огнестойкости и, соответственно, безопасности использования легких стальных тонкостенных конструкции позволяет сделать вывод, что данная технология может быть альтернативой типичным решениям.

### Литература

1. Тарасов В.Ю. Огнестойкость зданий из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) StudArctic Forum. – 2017. – Т. 1. – № 5 (5). – С. 88–92.
2. Исследования огнестойкости перекрытия на основе легких стальных тонкостенных конструкций / А.В. Булгаков [и др.] // В сборнике: Актуальные проблемы пожарной безопасности. Материалы XXXIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году науки и технологий. – М., 2021. – С. 576–581.
3. Леонова А.Н., Акопьян К.А., Федотова Е.А. Особенности расчёта конструкций с использованием лёгких стальных тонкостенных конструкций на основе Еврокода EN 1993-1-3 И EN 1993-1-5 // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 8 (59). – С. 43.
4. Огнестойкость сборных стальных конструкций, изготовленных по технологии ЛСТК / В.И. Голованов [и др.] // В книге: Актуальные проблемы пожарной безопасности. тезисы докладов XXX Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 387–389.
5. Ищук Ю.П., Погодина П.В., Леонова А.Н. Достоинства и недостатки строительных конструкций из алюминиевых сплавов // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2020. – № 8. – С. 237–244.
6. Проблема определения зависимости графика нагрева при толщинах металлического профиля менее 3 мм / В.Э.Горлов [и др.] // В сборнике: Неделя науки СПбПУ. материалы научной конференции с международным участием, Инженерно-строительный институт. – С.102–105.

### References

1. Tarasov V.Yu. Fire resistance of light steel thin-walled buildings (LSTK) StudArctic Forum. – 2017. – Т. 1. – № 5 (5). – P. 88–92.
2. Research of fire resistance of floors based on light steel thin-walled structures / A.V. Bulgakov [et al.] // In the collection: Actual problems of fire safety. Materials of the XXXIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the Year of Science and Technology. – M., 2021. – P. 576–581.
3. Leonova A.N., Akopyan K.A., Fedotova E.A. Features of the design of structures using light steel thin-walled structures based on the Eurocode EN 1993-1-3 and EN 1993-1-5 // Engineering Bulletin of Don. – 2019. – № 8 (59). – P. 43.
4. Fire resistance of prefabricated steel structures manufactured using the LSTK technology / V.I.Golovanov [et al.] // In the book: Actual problems of fire safety. Abstracts of the XXX International Scientific and Practical Conference. – 2018. – P. 387–389.
5. Ischuk Yu.P., Pogodina P.V., Leonova A.N. Advantages and disadvantages of building structures made of aluminum alloys // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubGTU». – 2020. – № 8. – P. 237–244.
6. The problem of determining the dependence of the heating schedule for metal profile thicknesses less than 3 mm / V.E. Gorlov [et al.] // In the collection: SPbPU Science Week. materials of a scientific conference with international participation, Civil Engineering Institute. – P. 102–105.