

Технология легких стальных тонкостенных конструкций и её особенности

А.И. Евтушенко, В.Э. Нуриев, П.В. Зотов, И.С. Морева

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Рассматриваются легкие стальные тонкостенные конструкции, как элементы современной технологии возведения зданий. Приведены Отечественные и зарубежные нормативные документы регламентирующие использование, проектирование конструкций из стальных тонкостенных профилей, обозначены очевидные преимущества и эксплуатационные недостатки.

Ключевые слова: строительство, металлоконструкции, легкие стальные тонкостенные конструкции, тонкостенные балки, энергоэффективность.

Легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК) - это современная технология возведения зданий различной высоты на основе металлического каркаса на профилях из оцинкованной тонкостенной стали. ЛСТК используется при возведении несущих стеновых конструкций, при возведении межэтажных перекрытий, кровельных систем и др.

Одним из наиболее перспективных направлений развития социального жилья можно считать строительство индивидуального жилья на основе каркаса из профилей ЛСТК.

Строительство этого типа жилья является одним из наиболее экономически эффективных по сравнению с классическими методами строительства частных домов. Несмотря на очевидные преимущества использования профилей ЛСТК [1,2], существует также ряд эксплуатационных недостатков. Основным недостатком является нарушение комфортного режима микроклимата в помещениях, которое возникает из-за наличия многочисленных теплопроводящих включений в наружных оболочках, так называемых «мостиков холода». Образование влаги наблюдается в местах расположения профилей, приводящих к появлению плесневых грибов. В значительной степени теплопроводные включения в течение отопительного периода приводят к потере тепла в окружающую

среду, что напрямую влияет на оплату коммунальных услуг в отопительный сезон, в частности на оплату отопления[3].

В условиях сильной экономии энергии и растущих нормативных требований в отношении энергоэффективности оболочек в зданиях и сооружениях проблема увеличения потерь тепла в настоящее время как никогда актуальна и требует разработки мер для ее решения.

Решению теоретических, технических и практических проблем при проектировании и строительстве зданий из ЛСТК профиля выполнили и изложили в своих работах такие ученые, как: Ватин Н.И., Синельников А.С., Зинкевич О.Г., Корнилов Т.А., Герасимов Г.Н., Мошкова Е.А. и др. [4-6]. Ватин Н.И., Синельников А.С. выполнили комплексное сравнение стен «каркасных» и «бескаркасных» конструкций[4]. Проанализировали современный рынок строительных технологий, выделили несколько вариантов возведения зданий, в том числе и по технологии ЛСТК. Результаты анализа показали, что наиболее бюджетное возведение индивидуального жилого дома оказался вариант строительства каркасных стен по технологии ЛСТК.

В своей работе [5] Зинкевич О.Г. разработал методику рационального проектирования каркасов малоэтажных зданий и надстроек из ЛСТК, которые учитывают взаимодействие элементов каркаса с обшивкой малой жесткости через податливые соединения.

На территории Российской Федерации проектирование и строительство зданий и сооружений из тонкостенных профилей регламентируется СП 260.1325800.2016 «Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования.» СП 260.1325800.2016 охватывает тонкостенные стальные конструкции, изготовленные из оцинкованных холоднокатаных профилей (рис.1) и гофрированных листов, эксплуатируемых при расчетной

температуре не более $+ 100^{\circ} \text{C}$ и не менее -55°C . Строительные правила не распространяются на конструкции из холодноформованных профилей с круглым или прямоугольным сечением.

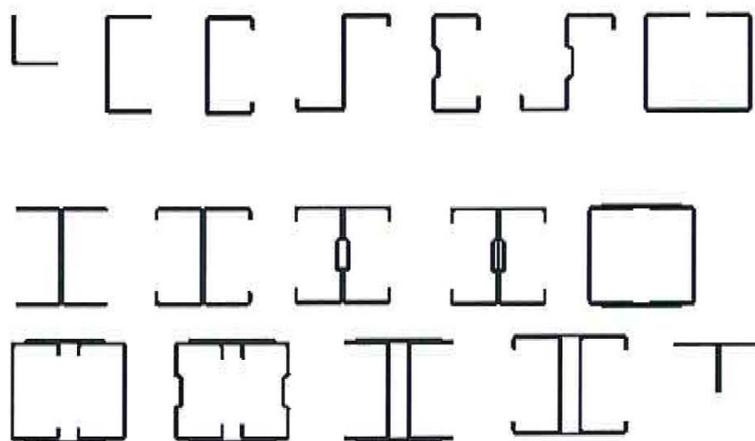


Рисунок 1 Типовые формы профилей и сечений конструкций из ЛСТК
профиля

Форма профилей из тонкостенных изогнутых профилей зависит от требований конструкторов. В редких случаях могут использоваться профили с открытыми и закрытыми сечениями [7,8] (Рис. 2).

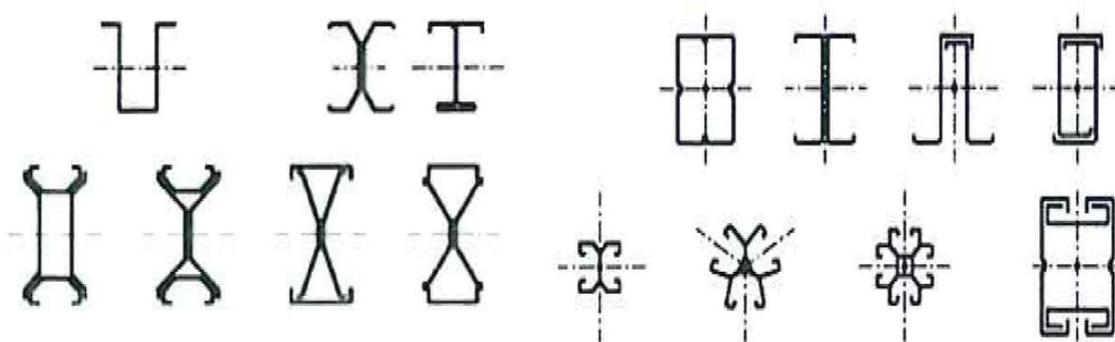


Рисунок 2. Открытые и закрытые сечения конструктивных элементов из
ЛСТК профиля

На территории Российской Федерации действует Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (в редакции от 23.04.2018) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Статья 11

настоящего Закона устанавливает необходимые требования для обеспечения энергоэффективности зданий, сооружений и сооружений.

На территории Украины, основным действующий документ, регламентирующий использование, проектирование конструкций из стальных тонкостенных профилей является ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009 «Проектирование конструкций с применением стальных тонкостенных профилей». Приложение А ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009 содержит номенклатуру сечений для тонкостенных профилей и укороченный сортамент профилей из холодногнутой оцинкованной стали (Рис. 3).

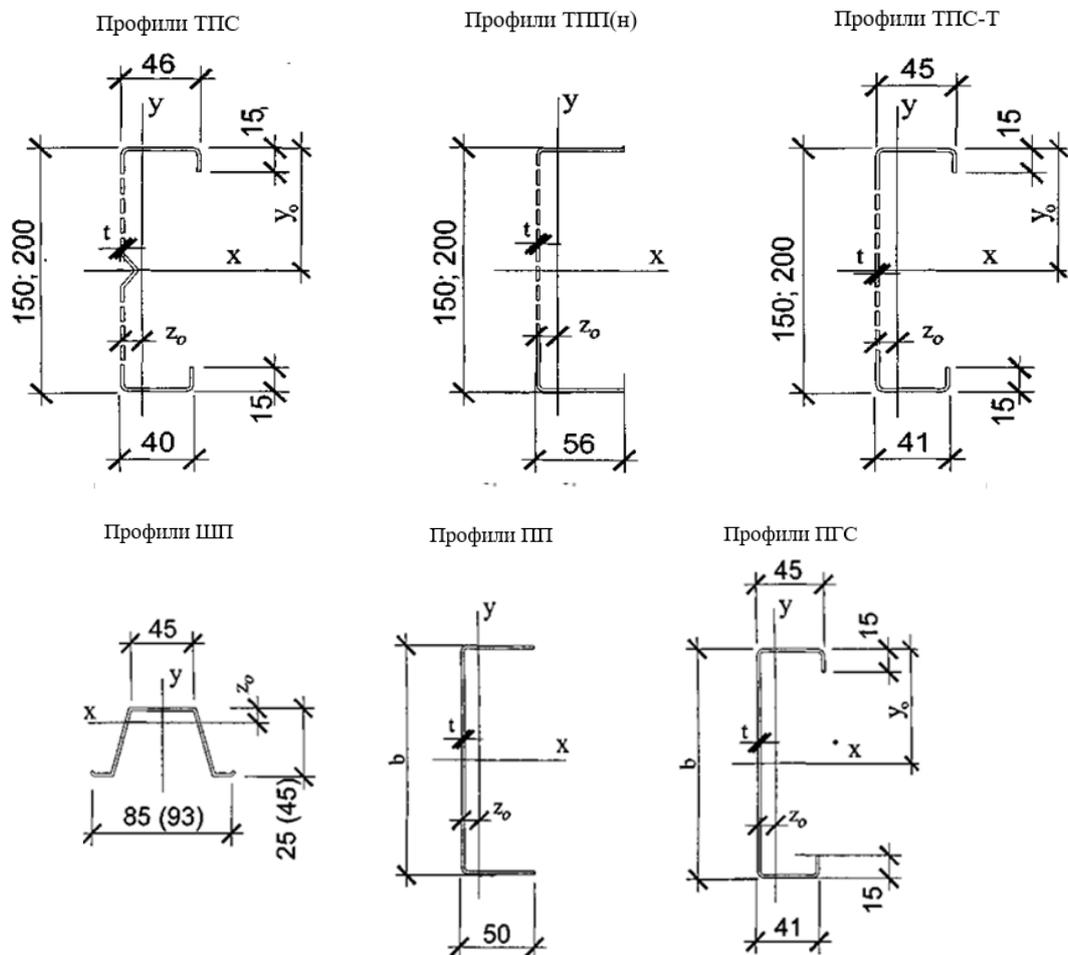


Рисунок 3. Сечения тонкостенных оцинкованных стальных профилей.

Требования к материалам изложены в разделе 6 ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009 включают в себя следующие положения:



1. Материал профилей - оцинкованная сталь толщиной от 0,5 мм до 2,0 мм.
2. Основные несущие конструкции (стойки, балки, фермы) должны состоять из оцинкованной листовой стали класса прочности 345.
3. Вспомогательные и второстепенные элементы покрытия (связи, подвесной потолок) могут быть изготовлены из оцинкованной листовой стали, групп ХП и ПК, которые имеют более высокий класс по толщине цинкового слоя с нормальной неравномерностью толщины НР и нормальной точностью прокатки БТ, нормальной плоскостности ПН с кромкой О.
4. Могут быть выполнены конструкции из профилей оцинкованной стали импортного или отечественного производства для сталей ХР и ПК.
5. Двустороннее цинковое покрытие должно быть подвергнуто горячей обработке на заводе с обработкой поверхности толщиной не менее 20 микрон с обеих сторон.
6. Толщина стали без учета толщины защитного слоя составляет от 0,5 мм до 2,0 мм, в зависимости от типа профиля.
7. При определении массы профилей масса цинкового слоя, наносимого с обеих сторон, должна составлять не менее 250 г/м^2 заготовки.
8. Относительное удлинение стали должно составлять не менее 10%.
9. Рекомендуется использовать в качестве утеплителя и звукоизоляции в профилях плиты из минеральной ваты с плотностью от 70 кг/м^3 до 110 кг/м^3 и расчетной теплопроводностью $0,046 \pm 0,002 \text{ Вт/(мК)}$.

Для наружных ограждений отапливаемых зданий и внутренних строительных конструкций [9], где температура воздуха отличается на 3°C и более, должно выполняться условие:

$$R_{\Sigma np} \geq R_{qmin}$$

где $R_{\Sigma np}$ – приведенное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$;

R_{qmin} – минимальное допустимое значение сопротивления теплопередаче непрозрачной ограждающей конструкции, которая определяется действующими нормативными документами, $m^2 \cdot K / Вт$. Основы современной науки в области тепловой строительной физики были описаны в работе О.Е. Власова, К.Ф. Фокина, А.М. и других ученых. Особый вклад в развитие строительной физики внес академик АН БССР А.В. Лыков и профессор В.Н. Богословский. Сложные теплофизические задачи в строительстве решаются в их работах современными математическими и физическими методами. Основное сопротивление потере тепла из помещения оказывают теплозащитные свойства материалов. Следовательно, закономерности теплопередачи через ограждения имеют решающее значение для расчета системы отопления помещений.

Литература

1. Скачков С.В. Геометрические характеристики тонкостенных элементов С-образного поперечного сечения // Инженерный вестник Дона, 2017, №3, URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/432124.
2. Wei-Wen Yu, Roger A. LaBoube Cold-Formed Steel Design. - 4th Edition изд. - Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010. - 528 p.
3. Решетников А.А., Корнет В.Ю., Леонова Д.А. Сравнительный анализ методик расчета тонкостенных стальных балок С-образного профиля по отечественным и зарубежным нормам // Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4788.
4. Ватин Н.И., Синельников А.С., Малышева А.В., Немова Д.В. Сравнительная оценка ограждающих конструкций // СтройПРОФИ. 2013. № 3(12). – С. 30-31.
5. Зинкевич О.Г. Рациональное проектирование конструкций каркаса здания из ЛСТК с учетом их взаимодействия с обшивкой. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 8 (23). 2014. – С. 93-115.

6. Корнилов, Т.А., Герасимов Г.Н. О некоторых ошибках проектирования и строительства малоэтажных домов из легких стальных тонкостенных конструкций в условиях крайнего // Промышленное и гражданское строительство. – 2015 – № 3 – С. 41-45.

7. Решетников А.А., Леонова Д.А., Корнет В.Ю. Несущая способность и живучесть шарнирного узла крепления балок к колоннам на 2-х болтах //Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4799

8. Виноградов С.Н., Таранцев К.В. Конструирование и расчёт элементов тонкостенных сосудов: учеб. пособие. –Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 136 с.

9. Металлические конструкции: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Кудишин Ю.И., Беленя Е.И., Игнатъева В.С. и др.; Под общ. ред. Ю.И. Кудишина.– 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 688с.

10. Van Amsterdam, E Construction Methods for Civil Engineering. - 2nd Edition. Soft Cover, 2014. - 260 p.

References

1. Skachkov S.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4321

2. Wei-Wen Yu, Roger A. LaBoube Cold-Formed Steel Design. 4th Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010. 528 p.

3. Reshetnikov A.A., Kornet V.YU., Leonova D.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4788

4. Vatin N. I., Sinelnikov A. S., Malysheva A.V., Nemova D. V. StrojPROFI 2013, 41-45 pp.

5. Zinkevich O. G. Stroitelstvo unikalnyh zdaniy i sooruzhenij, №8 (23). 2014. 93-115 pp.



6. Kornilov T. A., Gerasimov G. N. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. 2015. № 3. 41-45 pp.
7. Reshetnikov A.A., Leonova D.A., Kornet V.YU. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4799
8. Vinogradov S.N., Tarancev K.V. Konstruirovaniye i raschjot jelementov tonkostennyh sosudov [Design and calculation of elements of thin-walled vessels]. Ucheb. posobie. Penza: Izd-vo Penz. gos. un-ta, 2004. 136 p.
9. Kudishin Ju.I., Belenja E.I., Ignat'eva V.S. i dr.; Pod obshh. red. Ju.I. Kudishina. Metallicheskie konstrukcii: Uchebnyk dlja stud. vyssh. ucheb. zavedenij [Metal Constructions: A Textbook for Stud. supreme. training. establishments]. 8-e izd., pererab. i dop. M. Izdatel'skij centr «Akademija», 2006. 688 p.
10. Van Amsterdam, E Construction Methods for Civil Engineering. 2nd Edition. Soft Cover, 2014. 260 p.