

ОТЗЫВ

**официального оппонента кандидата технических наук, доцента
Соловьева Алексея Витальевича**

на диссертационную работу Смирнова Максима Олеговича
**«Прочность и устойчивость стержневых элементов конструкций из
холодногнутых профилей с фактически редуцированным сечением»**,
представленную в диссертационный совет 24.2.380.01 при ФГБОУ ВО
«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»
к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения

Актуальность темы диссертационной работы. В настоящее время конструкции каркасов зданий различного назначения на основе легких стальных тонкостенных профилей получили широкое распространение на территории России. Технология легких стальных тонкостенных конструкций ЛСТК применяется для изготовления широкого спектра несущих элементов зданий. Легкость изготовления и монтажа конструкций на их основе показывает существенную экономическую эффективность. Одним из достоинств профилей ЛСТК является то, что они, как правило, изготавливаются из углеродистой или низколегированной прокатной листовой стали на станках для холодной прокатки или с помощью гибочного пресса. Толщина таких элементов обычно составляет от 1 до 4 мм. Однако это достоинство можно отнести и к недостаткам, так как тонкостенные холодногнутые стальные профили обладают склонностью к потере местной устойчивости и формы сечения, которая, как правило, происходит до достижения предельного состояния.

Несмотря на наличие научных исследований в области расчета и проектирования конструкций из легких стальных тонкостенных гнутых профилей, наличие европейских и отечественных норм проектирования, методика расчета их прочности и устойчивости, учитывающая особенности изготовления и работы до конца не сформирована. В связи с этим исследования прочности и устойчивости стержневых элементов конструкций из холодногнутых профилей, разработка методик их расчета и проектирования является весьма актуальной задачей.

Анализ и оценка содержания работы. Диссертация Смирнова М.О. состоит из введения, четырех глав, заключения с описанием перспектив дальнейшей разработки темы исследований, списка литературы и приложения. Общий объем работы – 157 страниц, включающий 53 рисунка, 25 таблиц. Количество источников использованной литературы – 171 наименование, в том числе 73 на иностранных языках.

Структура работы соответствует заявленной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения и отражает специфику и логику проведенного исследования.

Во введении сформулированы актуальность исследования, степень разработанности темы, научно-техническая гипотеза, объект и предмет исследования, цель и научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, личный вклад автора, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе выполнен обзор работ, посвященных исследованию несущей способности, прочности и устойчивости элементов из тонкостенных стальных холодногнутых профилей, проведен анализ существующих методик их расчета и проектирования, сделан вывод об актуальности темы исследования.

Во второй главе проводится исследование прочности стержней ЛСТК при общем случае загрузки. На основе анализа расчетов, изложенных в нормативной литературе, разработана методика определения фактической редукции сечения тонкостенных холодногнутых элементов при совместном действии нескольких силовых факторов. Предложен прямой и обратный метод расчета элементов из тонкостенного профиля на прочность с учетом редукции. Сравнение результатов расчета, позволили сделать вывод о том, что методы имеют достаточно хорошую сходимость. Разработана инженерная методика расчетов тонкостенных элементов на основе ЛСТК на прочность в случае общего характера загрузки. Данная методика существенно упрощает анализ несущей способности по прочности. Проведен сравнительный анализ результатов, получаемых на основе разработанной обратной методики расчета на прочность ЛСТК, с результатами, получаемыми при расчете по европейским и российским нормам проектирования. Результаты сравнения позволили сделать вывод о том, что использование принципа наложения в современных нормах, может приводить к ошибочным результатам в задачах местной устойчивости.

В третьей главе проводятся исследования посвященные общей устойчивости стержневых элементов на основе ЛСТК. Приведена обратная численно-аналитическая методика расчета стержневых элементов из ЛСТК на общую устойчивость. На основе предложенной методики составлен алгоритм и написана программа для определения коэффициентов потери общей устойчивости рассматриваемых стержневых элементов. Произведен сравнительный анализ результатов расчета на общую устойчивость с учетом фактической редукции по предложенной методике с результатами расчетов по МКЭ, европейским и российским нормам. Предложена инженерная методика расчета общей устойчивости стержневых элементов из тонкостенных гнутых профилей с учетом редукции сечения. Отмечена хорошая сходимость предложенного метода расчета общей устойчивости с методом конечного элемента и имеющее место занижение несущей способности по действующим нормам.

В четвертой главе произведен сравнительный анализ результатов расчета по предлагаемой численно-аналитической методике с экспериментальными результатами зарубежных и отечественных исследователей, а так же результатами расчетов по методу конечного. На основании анализа делается вывод о достоверности предлагаемых методик расчета.

В заключении изложены основные итоги и выводы по результатам диссертационной работы, а также перспективы дальнейшей разработки темы исследования.

Научная новизна и достоверность полученных результатов. Автором получены следующие новые научные результаты:

- для расчета стержней из тонкостенных элементов, находящихся в условиях внецентренного сжатия с двухосными эксцентриситетами, предложена обратная численно-аналитическая методика, позволяющая с достаточной точностью проводить анализ несущей способности по прочности и общей устойчивости с учетом редукции сечений, учитывающей потерю местной устойчивости элементов и формы сечения профиля;
- разработана программа, позволяющая автоматизировать определение параметров сечений тонкостенного профиля с учетом редукции, учитывающей потерю местной устойчивости элементов и формы сечения профиля;
- разработан алгоритм и составлена программа, позволяющая проводить проверку прочности и общей устойчивости стержней из легких стальных тонкостенных профилей по предложенной методике;
- произведена верификация результатов расчета прочности и устойчивости элементов из тонкостенных профилей, получаемых по предложенной методике расчета, путем сравнения с результатами, полученными при расчете методом конечного элемента, результатами натурных испытаний и результатами расчетов по европейским и российским нормативным документам;
- для реализации результатов исследования в практику проектирования предложена инженерная методика, позволяющая проводить проверку прочности и устойчивости элементов из тонкостенных холодногнутых профилей, находящихся в условиях внецентренного сжатия с эксцентриситетами в одной или двух плоскостях.

Обоснованность и достоверность основных положений, выводов и рекомендаций подтверждается тем, что автор в своей работе использует проверенные методы строительной механики, а также результаты экспериментальных исследований на натурных моделях.

Научная и практическая значимость работы. Научная значимость работы заключается в развитии методик расчета прочности и устойчивости стержневых элементов изготовленных из легких стальных тонкостенных профилей. Автором разработаны методики и программы по расчету несущей способности элементов легких стальных тонкостенных конструкций при внецентренном сжатии с двухосными эксцентриситетами с учетом фактической редукции их сечений.

Практическое значение работы заключается в повышении эффективности проектирования легких стальных тонкостенных конструкций. Автором предложена и обоснована инженерная методика оценки несущей способности стержней, изготовленных из стальных тонкостенных элементов.

Основные результаты исследований опубликованы в 4 научных работах по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Основные выводы по диссертации научно обоснованы и отражают суть выполненных научных исследований. Автореферат соответствует содержанию диссертации и оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ. Стиль изложения способствует пониманию диссертации и позволяет объективно оценивать личный вклад автора в полученные результаты исследования.

Вопросы и замечания по диссертационной работе:

1. В первой главе диссертации автор проводит анализ работы тонкостенных холодногнутых элементов. Однако оценка влияния действительного закрепления стержня, а так же характера передачи на него нагрузок не производится.

2. В работе рассмотрены стержневые элементы открытого профиля С-образного и двутаврового сечения. Применима ли предлагаемая методика для составных стержней закрытого (коробчатого) сечения? Например, коробчатое сечение из двух швеллеров?

3. Как учитываются скругления профиля и возможное изменение физико-механических характеристик металла в местегиба?

4. На рисунке 2.15 приведен фрагмент кода программы и написано, что полный код смотри в приложении. Однако такое приложение отсутствует. Рисунки с фрагментами кодов программы не информативны. Лучше было дать блок-схему программы.

5. В главе 4 автор производит сравнительный анализ предлагаемой численно-аналитической методики с экспериментальными результатами зарубежных и отечественных исследователей. При этом в выводах по главе 4 утверждается, что существующие нормативные методики могут занижать несущую способность до 50%. Однако сравнение экспериментальных данных с результатами расчета моделей по зарубежным и российским нормам отсутствует.

6. В выводах по главе 4 говорится о хорошей сходимости предлагаемой численно-аналитической методики с результатами расчетов по методу конечного элемента, на основании чего делается вывод о достоверности методики, которая занижает несущую способность не более чем на 7%. Однако при сравнении некоторых экспериментальных данных с результатами расчета по предлагаемой методике отмечено завышение теоретической несущей способности. Предположение, что в эксперименте были неточности не корректно.

7. В списке литературы под номером 31 стоит публикация название которой не совпадает с названием статьи, опубликованной в этом журнале.

Сделанные замечания не снижают ценности исследований и их результатов. Диссертация представляет собой законченный научный труд по актуальной строительной тематике, который содержит научную новизну и имеет практическую значимость.

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Смирнова Максима Олеговича «Прочность и устойчивость стержневых элементов конструкций из холодногнутого профиля с фактически редуцированным сечением» представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены и научно обоснованы методики расчета стержневых элементов из легких стальных тонкостенных профилей на прочность и общую устойчивость при внецентренном сжатии с двухосными эксцентриситетами, учитывающими фактическую редуциацию сечения. Внедрение разработанных методик внесет существенный вклад в развитие экономики страны, в частности ее строительной отрасли. Диссертационная работа Смирнова М.О. соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. №842 (в редакции 11.09.2021г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Работа соответствует научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения.

Автор диссертации Смирнов Максим Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидат технических наук по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения.

Официальный оппонент:
заведующий кафедрой «Металлические и деревянные конструкции»
Академии строительства и архитектуры (АСА СамГТУ)
ФГБОУ ВО «Самарский государственного технического университет»,
кандидат технических наук по специальности 05.23.01- Строительные
конструкции, здания и сооружения, доцент
443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
Тел.: (846)-332-09-36; +7(927)-206-26-60
e-mail: savsmr@rambler.ru

Соловьев
Алексей
Витальевич

«12» января 2022 г.



Соловьева И.В. заверяю
учёный секретарь федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Самарский государственный
технический университет»
Ю.А. Малиновская