

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе, доктор  
технических наук.

С.В. Ефименко

10» марта 2023 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Фёдорова Александра Михайловича  
**«Усиление находящихся под нагрузкой стальных однопролётных балок с применением композитных материалов»**, 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**

### 1. Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Фёдорова Александра Михайловича посвящена проблеме усиления стальных балок, в частности, повышении устойчивости стенок балок с применением плоских и уголковых композитных элементов. Новые разработки в области усиления стальных балок композитными материалами преимущественно сосредоточены в увеличении прочности по нормальным напряжениям, т.е. усиления поясов балки, при этом возможности повышения устойчивости стенки балки с применением композитных материалов недостаточно изучены.

Одной из важных проблем является экономические потери при остановке эксплуатации здания на время выполнения работ по усилению несущих конструкций. Применение композитных материалов позволяет сократить время выполнения работ по усилению конструкции, при этом в некоторых случаях возможно их выполнение без остановки производственных процессов в здании.

Таким образом, тема работы является актуальной.

### 2. Конкретное личное участие автора в получении результатов диссертации

В рамках диссертационной работы автором проведены экспериментальные, численные и теоретические исследования, посвящённые вопросам повышения устойчивости стенки стальной однопролётной балки с применением уголковых и плоскостных элементов, выполненных из композитных материалов. Результаты экспериментальных исследований были сопоставлены с результатами численных исследований моделей балок, выполненных в программном комплексе Ansys. По

результатам исследований определена эффективность применения рассмотренных вариантов усиления композитными элементами, выполнена оптимизация технического решения усиления стенки стальной балки композитными пластинами, на основании которой разработан патент на техническое изобретение. А.М. Фёдоровым дополнительно исследовано влияние параметров композитных пластин на величину критической нагрузки, при которой происходит потеря устойчивости усиленной стенки, а также разработана система уравнений, позволяющая определить значение требуемой толщины усиливающих композитных пластин.

### **3. Научная новизна исследований и полученных результатов**

Научная новизна работы заключается в определении влияния параметров композитных пластин, усиливающих стальную стенку балки на величину критической нагрузки, при которой происходит её потеря устойчивости, при которой измеряемая боковая деформация стенки достигает своего предельного допустимого значения.

Также автором выполнены экспериментальные исследования устойчивости стальной стенки балки, выполненной как без усиления, так и с усилением композитными элементами, с последующим сопоставлением полученных результатов с данными численных расчётов моделей испытанных конструкций в программном комплексе Ansys. С применением численного и аналитического методов расчёта автором получены данные о влиянии параметров композитных пластин, применяемых для усиления стенки стальной балки, на устойчивость усиливаемой стенки, позволяющие оптимизировать процесс проектирования комбинированной балки.

### **4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Рассматриваемая диссертация – это комплексная научно-исследовательская работа, посвящённая вопросу повышению устойчивости стенок стальных балок с применением композитных материалов, которая имеет чётко сформулированные цели и задачи, логичную и законченную структуру. Работа выполнена автором в объёме, охватывающем все заявленные цели и задачи. При выполнении исследования автором использованы общеизвестные методы исследования строительных конструкций, применены аналитические, экспериментальные и численные методы исследования, достигнуто хорошее совпадение между полученными результатами. Основные результаты исследований достаточно полно опубликованы в 9 работах, которые входят в перечень рецензируемых научных журналов, утверждённый ВАК РФ.

## **5. Достоверность**

Достоверность научных положений и выводов диссертации обеспечивается: проведением анализа нормативно-технической документации, использованием сертифицированных приборов и программных комплексов, применявшихся в рамках выполнения диссертационной работы.

## **6. Научная значимость работы**

Изучены закономерности влияния параметров композитных пластин, применяемых для усиления стенки стальной балки, на величину критической нагрузки, при которой происходит потеря устойчивости стенки.

Для разработанного варианта усиления стенки балки композитными пластинами определены их рациональные геометрические параметры с применением численных методов расчёта.

## **7. Практическая значимость работы**

Практическая значимость заключается в разработке технического решения усиления стенки стальной однопролётной балки композитными пластинами особой формы, защищённой патентом на изобретение. Разработана инженерная методика расчёта значения требуемой толщины применяемых для усиления стенки стальной балки композитных пластин, позволяющая сократить время проектирования комбинированной конструкции. Выполнена технико-экономическая оценка возможностей применения разработанного технического решения, на основе которой определена рациональная область его применения.

## **8. Теоретическая значимость работы**

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в расширении области применения элементов, выполненных из композитных материалов, для усиления строительных конструкций. Предложенный автором вариант усиления стальной балки композитными материалами позволяет повысить устойчивость усиливаемой стенки балки, как на локальных участках, так и по всей длине конструкции.

## **9. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования**

Результаты исследований могут быть использованы в практической деятельности проектными организациями, занимающимся выполнением проектирования и последующим усилением строительных конструкций. Предлагаемый метод расчёта значения требуемой толщины применяемых для усиления стенки балки композитных

пластин, а также закономерности влияния их параметров на величину значения критической нагрузки позволяют сократить трудоёмкость инженерных расчётов.

## **10. Замечания**

1. Экспериментальный образец имеет соотношение 1/4,65, что относит его по принципам работы балки-стенки, а не к балки. Рисунки 36, 52, 64 показывают разницу нормальных напряжений в верхнем и нижнем поясе, что подтверждает сложность напряженного состояния балки-стенки.

2. В работе используется балка составного сечения, соединение пояса со стенкой выполнено болтовым, также крепление композитных уголков и пластин к стенке балки выполнено болтовым, но не описаны основные параметры этих соединений (диаметры отверстий, болтов, класс болтов, натяжение болтов и т.д.) и обеспечение совместной работы болтового пакета;

3. Результаты численного расчета балки на странице 93, 94 требуют дополнительных пояснений в вопросе превышения нормальных растягивающих напряжений в 1,7 и деформаций в 1,2 раза. Также требует пояснений таблица 13 «результаты испытаний»;

4. Во втором выводе по главе 2 и в тексте второй главы дается характер развития боковой деформации усиленной стенки балки – скачкообразный, но без описания процесса и причин появления скачков.

5. В пятом выводе по главе 2 дается оценка точности результата вариантов усиления балки композитными пластинами и уголками. Точнее было бы выразиться, что результаты расчета модели балки с усилением пластинами имеет более высокую сходимость с экспериментальными данными, чем результаты расчета модели балки с усилением уголками.

## **11. Выводы и рекомендации**

Научные результаты и выводы, полученные в диссертации, могут служить научными основами для дальнейших исследований с целью разработки новых методов усиления с применением элементов, изготовленных из композитных материалов. Также тематику диссертационного исследования целесообразно развивать в направлении конструктивных решений пространственно-комбинированных конструкций из стали и композитов и совершенствования методов построения и расчёта моделей таких конструкций, в программных вычислительных комплексах, использующих в своей основе метод конечных элементов.

## **12. Общее заключение**

Диссертационное исследование Фёдорова Александра Михайловича «Усиление находящихся под нагрузкой стальных однопролётных балок с применением композитных материалов», представленной на соискание учёной степени кандидата

технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения, является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на актуальную тему, обладает научной новизной и содержит решение научной задачи.

Текстовая часть диссертации А.М. Фёдорова соответствует критериям целостности, логической взаимосвязи и соблюдению научной этики – содержит необходимые ссылки на источники заимствования материалов и отдельных исследований других авторов, корректно указана информация о соавторах. Заявленная тема диссертационного исследования соответствует паспорту научной специальности.

Анализ вышеизложенного материала определяет высокую оценку диссертационной работы, что также подтверждается пятнадцатью научными публикациями, в которых излагаются основные научные результаты диссертационного исследования. Из них девять публикаций входят в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утверждённый ВАК РФ.

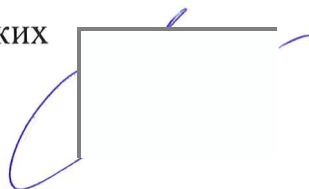
Диссертационная работа по содержанию, объёму и научной новизне соответствует требованиям пп.9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 «О порядке присуждения учёных степеней» (в ред. от 26.09.2022 г.), а её автор, Фёдоров Александр Михайлович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения.

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и одобрен на заседании кафедры металлических и деревянных конструкций Томского государственного архитектурно-строительного университета «29» марта 2023 г., протокол № 6.

Результаты голосования «за» - 10, «против» - 0, «воздержалось» - 0.

Отзыв составил:

канд. техн. наук, доцент,  
заведующий кафедрой металлических  
и деревянных конструкций  
ФГБОУ ВО «ТГАСУ»



Пляскин Андрей  
Сергеевич

«30» марта 2023 г.

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»  
Адрес: 634003, г. Томск, пл. Соляная, д.2. Тел. +7 (3822) 66-02-29.  
Email: [tsuab\\_midk@mail.ru](mailto:tsuab_midk@mail.ru)

Подпись Пляскин А.С. Достоверно

начальник отдела

делопроизводства Будогин О.С.

20 11 2023

