

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**  
Московский пр., д.9, Санкт-Петербург, 190031  
Телефон: (812) 457-86-28, факс: (812) 315-26-21  
E-mail: dou@pgups.ru  
http://www.pgups.ru  
ОКПО 01115840, ОГРН 1027810241502,  
ИНН 7812009592/ КПП 783801001

УТВЕРЖДАЮ  
И. о. первого проректора –  
проректора по научной работе

Бенин Андрей Владимирович

«22» 2021 г.



№ \_\_\_\_\_  
На \_\_\_\_\_  
№ \_\_\_\_\_  
Г \_\_\_\_\_  
Отзыв ведущей организации

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» на диссертационную работу

**Жунева Кирилла Олеговича**

**«Усталостная долговечность сварных соединений ребер жесткости в пролетных строениях железнодорожных мостов»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.8 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.

**Актуальность темы.** Около половины металлических пролетных строений, эксплуатируемых на сети железных дорог России, выполнены с применением сварки. Главной проблемой таких конструкций являются усталостные трещины, образующиеся в сварных швах. Подобные неисправности при существенном развитии способны снижать несущую способность пролетных строений, что, в свою очередь, требует постоянного контроля развития и образования трещин. Поскольку развитие усталостных



повреждений зависит от величины и частоты приложения внешней нагрузки, то ввод в обращение тяжеловесных и длинносоставных поездов в рамках реализации стратегии развития железных дорог повысит скорость трещинообразования в элементах металлических пролетных строений. В связи с этим, разработка достоверного метода определения усталостной долговечности сварных соединений железнодорожных металлических пролетных строений приобретает особое значение.

Таким образом, актуальность диссертации Жунева К.О. не вызывает сомнения.

**Оценка структуры и содержания работы.** Диссертация Жунева К.О. состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы (164 наименования), 75 рисунков, 17 таблиц и четырех приложений.

Содержание и структура диссертации соответствуют поставленной задаче исследования, что подтверждается наличием последовательного плана исследования.

**Во введении** показана актуальность темы исследования и степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, а также предмет исследования, приведены сведения о научной новизне, теоретической и практической значимости работы. Представлены положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов работы.

**В первой главе** приведены общие сведения о конструкции и техническом состоянии эксплуатируемых типовых болто-сварных пролетных строений железнодорожных мостов, выполнен анализ существующих методов оценки усталостной долговечности сварных соединений, представлены отечественные и зарубежные результаты экспериментальных исследований долговечности болто-сварных пролетных строений, показана необходимость уточнения существующего метода оценки усталостной долговечности сварных соединений в пролетных строениях мостов.

**Во второй главе** представлены методика проведения и результаты

обследований и испытаний под обращающейся нагрузкой 14 болто-сварных пролетных строений, изготовленных по типовым проектам инв. № 563, № 690, № 821 и имеющих усталостные трещины в сварных соединениях.

По результатам проведенных натурных обследований и испытаний болто-сварных пролетных строений были уточнены условия эксплуатации и содержания искусственных сооружений, влияющие на трещинообразование, особенности работы стенок балок около обрывов сварных швов вертикальных ребер жесткости и характеристики циклов напряжений (максимальные напряжения, коэффициенты асимметрии) при воздействии подвижной нагрузки.

**В третьей главе** представлены результаты экспериментально-теоретических исследований долговечности сварных соединений при действии циклически изменяющегося изгибающего момента. Проведение испытаний крестообразных сварных образцов, работающих на изгиб, позволило построить кривые усталости в диапазоне максимальных напряжений цикла от 30,0 до 110,0 МПа при трех коэффициентах асимметрии цикла:  $-0,3$ ;  $0$ ;  $+0,3$ . Помимо количества циклов до образования усталостных трещин в рамках лабораторных испытаний была определена фактическая скорость роста трещин в диапазоне размаха напряжений цикла от 60,0 до 110, МПа и в диапазоне длин трещин от 2 до 27 мм.

**В четвертой главе** на основании натурных и лабораторных испытаний предложен вероятностный метод оценки усталостной долговечности сварных соединений в болто-сварных пролетных строениях, использующий характерные кривые усталости, меру расчетного ресурса и наработки в виде железнодорожной нагрузки, достоверный алгоритм формирования поездопотока. Накопление повреждений от совокупности циклов изменения напряжений при проходе нагрузки предложено определять на основании гипотезы линейного суммирования усталостных повреждений, а оценивать остаточный ресурс предложено вероятностью безотказной работы сварного соединения, при которой расчетный ресурс больше фактической наработки.



**Заключение**, содержащее основные выводы по диссертационной работе, достаточно полно отражает результаты выполненных соискателем исследований, а также дает ответ на сформулированные цель и задачи.

**Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации.** Содержание диссертационной работы Жунева К.О. соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 2.1.8 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей:

«Совершенствование методов расчета конструкций, сооружений и их элементов (земляного полотна, пути, оснований, опор, дорожного и аэродромного покрытий, пролетных строений, защитных покрытий, тоннельной обделки, несущих, подпорных и ограждающих конструкций, средств организации движения, водопропускных труб, галерей и т.п.), включая расчеты напряженно-деформированного состояния и водно-теплового режима, грунтовых массивов и бетонных и железобетонных конструкций, гидравлического и ледового режимов акваторий мостовых переходов и других откликов на воздействия статических и динамических потенциальных и массовых сил»;

«Вопросы развития и совершенствования нормативной базы отрасли, проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции транспортных сооружений»;

«Вопросы применения при инженерных изысканиях, проектировании, строительстве, эксплуатации и реконструкции транспортных сооружений прогрессивных методов и технологий, повышающих полноту и достоверность информации, обосновывающей проектные решения, точность расчетов, качество конструкций и долговечность сооружений, их экологичность (геотехнологии, аппаратурная диагностика конструкций методами неразрушающего контроля, аэрокосмические, геофизические и геоинформационные системы и технологии и др.)».

### **Соответствие автореферата диссертации её содержанию.**

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы, раскрывает основные положения проведенного исследования и полученные результаты. Основные выводы по диссертации приведены в заключении автореферата.

### **Личный вклад соискателя в получении результатов исследования.**

Личный вклад соискателя в получении результатов исследования состоит в разработке нетрадиционного подхода оценки усталостной долговечности сварных соединений в болто-сварных пролетных строениях, учитывающего вероятность безотказной работы сварного соединения, его характерное напряженно-деформированное состояние, изменчивость схем поездов и грузопотоков в течение срока эксплуатации сооружения; в разработке программного обеспечения по автоматизации оценки усталостной долговечности сварных соединений в пролетных строениях. Разработаны и реализованы программы и методики проведения лабораторного и натурного экспериментов по исследованию долговечности и особенностей работы сварных соединений пролетных строений. Автором создана система практических рекомендаций по определению напряжений в конструкции от совместного действия остаточных сварочных напряжений и внешних нагрузок.

**Степень достоверности результатов исследования.** Степень достоверности научных положений и выводов подтверждается применением поверенного измерительного оборудования, согласованностью результатов лабораторных, натуральных исследований и численных экспериментов.

**Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов.** Результаты диссертационного исследования использованы при разработке нормативных документов ОАО «РЖД»: Инструкция по оценке остаточного усталостного ресурса сварных пролетных строений железнодорожных мостов, утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 4 сентября 2019 года № 1935/р; Инструкция по оценке остаточного ресурса



металлических (решетчатых и сплошностенчатых) пролетных строений, пролетных строений из обычного железобетона и опор железнодорожных мостов, утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 4 сентября 2019 года № 1936/р. Предложена методика определения напряженно-деформированного состояния стенок балок пролетных строений около обрывов сварных швов вертикальных ребер жесткости, позволившая выявить качественные закономерности деформирования стенок балок от воздействия внешней нагрузки. В работе раскрыты несоответствия между фактическим деформированным состоянием сварных соединений около обрывов сварных швов вертикальных ребер жесткости в пролетных строениях при воздействии подвижной нагрузки и деформированным состоянием стандартных лабораторных образцов, используемых для определения расчетной долговечности таких соединений.

**Апробация основных результатов диссертационного исследования.**

Апробация основных результатов диссертационного исследования была выполнена на десяти всероссийских и международных научных конференциях, проводимых в России и Украине. Список публикаций в отечественных издательствах и публикация в издании, входящем в международную базу данных Scopus, соответствует теме диссертации и отражает основные результаты научного исследования. Зарегистрированный патент на изобретение и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ отражают новизну результатов работы.

**По диссертационному исследованию имеются следующие вопросы и замечания:**

1) На странице 21 диссертации в части факторов, обуславливающих появление трещин в элементах конструкций, указан ряд факторов, которые носят безусловный характер. При этом ничего не сказано о влиянии климатических факторов.

2) На странице 87 диссертации автор отмечает, что имеются различия между расчетными и фактическими значениями деформаций, но при

этом не проводится оценка критериев применения жесткой модели для фактических условий эксплуатации, которые характеризуются снижением жесткости узлов при наличии несоответствия технологического плана и наличии дефектов.

3) В части обоснования экономической эффективности (п. 4.3) в современных условиях развития отрасли снижение трудозатрат целесообразно рассматривать не исключительно как сокращение затрат времени на проведение наружных обследований моста, но и при использовании альтернативных методов инструментального мониторинга, что наилучшим образом соответствует требованиям безопасности.

**К основным результатам** диссертационной работы Жунева К.О., обладающим научной новизной, можно отнести следующее:

1. Уточнены конструктивные особенности болто-сварных пролетных строений и параметры их эксплуатации, влияющие на образование усталостных трещин в стенках балок около вертикальных ребер жесткости при воздействии подвижной нагрузки.

2. Получены характеристики усталости сварного крестообразного соединения, работающего на изгиб и находящегося в напряженно-деформированном состоянии, характерном для трещиноопасных соединений вертикальных ребер жесткости в болто-сварных пролетных строениях.

3. Предложен стохастический метод оценки усталостной долговечности сварных соединений в болто-сварных пролетных строениях, учитывающий вероятность безотказной работы сварного соединения, его характерное напряженно-деформированное состояние, изменчивость схем поездов и грузопотоков в течение срока эксплуатации сооружения.

Несмотря на замечания, носящих характер рекомендаций, диссертация Жунева Кирилла Олеговича на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г.



№ 842). Автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.8. – «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей».

Диссертационная работа рассмотрена на заседании кафедры «Мосты» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», протокол № 2 от 20.10.2021 года.

Отзыв составлен:

Заведующий кафедрой «Мосты»  
ФГБОУ ВО «Петербургский  
государственный университет путей  
сообщения Императора Александра I»  
кандидат технических наук, доцент



(подпись)

С.В. Чижов

Профессор кафедры «Мосты»  
ФГБОУ ВО «Петербургский  
государственный университет путей  
сообщения Императора Александра I»  
доктор технических наук, профессор



(подпись)

В.Н. Смирнов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС)

Почтовый адрес: Россия, 190031, Северо-Западный федеральный округ, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9 Телефон:

Факс: +7 (812) 315-26-21

Адрес электронной почты: [dou@pgups.ru](mailto:dou@pgups.ru). Адрес официального сайта в сети Интернет: <http://pgups.ru>

Телефон кафедры «Мосты» ФГБОУ ВО ПГУПС: +7 (812) 572-61-19

Адрес электронной почты: [mt@pgups.ru](mailto:mt@pgups.ru)

