

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, доцента

Овчинникова Ильи Игоревича

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»
(технические науки)

Оценка объема и структуры диссертации

Диссертация Жунева К.О. на соискание ученой степени кандидата технических наук состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего в себя 164 наименования использованных работ отечественных и зарубежных авторов, и 4 приложений. Диссертация изложена на 173 страницах, включает 75 рисунков и 17 таблиц. По объему и структуре работа соответствует требованиям «Положения» по оформлению диссертаций. Изложение диссертационной работы подчинено решению поставленных задач.

Актуальность темы исследования

Наиболее распространенными повреждениями железнодорожных металлических пролетных строений, запроектированных под нагрузку С14 и выполненных с применением сварки, являются усталостные трещины, образующиеся в сварных швах. Несмотря на достаточно продолжительное время, необходимое для развития таких повреждений, в истории мостостроения известно немало трагичных примеров разрушения конструкций из-за усталости материала. В основном подобные катастрофы происходили из-за отсутствия или некачественно организованных периодических осмотров. Для возможности прогнозирования долговечности сварных соединений в 90-х годах прошлого века был разработан вероятностный метод расчета на усталость сварных конструкций. К сожалению, этот метод не был адаптирован для пролетных строений, что в результате привело к низкой достоверности расчетной долговечности (в 2-3 раза выше фактической) некоторых сварных соединений. К настоящему

времени образование усталостных трещин в мостовых конструкциях продолжается. Поэтому повышение точности оценки усталостной долговечности сварных соединений в пролетных строениях железнодорожных мостов является актуальной задачей.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Тема и содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 2.1.8 – «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей» (технические науки) по следующим позициям:

«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.)».

Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертация Жунева К.О. является самостоятельным завершенным научным трудом, выполненным в соответствии с поставленной целью, и решает научную проблему, имеющую важное значение для развития отечественного мостостроения. Выводы диссертации доказательны, вытекают из проведенных автором научных исследований.

Во введении обоснована актуальность темы исследования и степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, отмечены научная новизна, теоретическая и практическая значимости работы, сформулированы положения, выносимые на защиту.

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.

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. В результате испытаний крестообразных сварных образцов, работающих на изгиб, были построены кривые усталости в диапазоне максимальных напряжений цикла от 30,0 до 110,0 МПа при трех коэффициентах асимметрии цикла: -0,3, 0, +0,3.

В четвертой главе на основании натурных и лабораторных испытаний предложен вероятностный метод оценки усталостной долговечности сварных соединений в болто-сварных пролетных строениях.

В заключении изложены основные выводы по диссертационной работе, представляющие научную и практическую ценность.

Степень разработанности темы, обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Известно, что усталость материала достаточно специфичное явление, зависящее от напряженно-деформированного состояния рассматриваемой конструкции или соединения и истории изменения этого состояния в процессе эксплуатации. Именно на этом аспекте и сосредотачивается автор диссертации, выбрав в качестве предмета исследования напряженно-деформированное состояние сварных соединений, наиболее подверженных образованию трещин, методы прогнозирования долговечности которых имеют крайне низкую достоверность.

Исследование работы сварных соединений пролетных строений путем непосредственного измерения деформаций и численного моделирования показало хорошую согласованность и позволило уточнить характер деформирования элементов в соединении. На основе этих данных были проведены испытания на усталость и получены кривые усталости, характерные для конкретного типа сварных соединений. Стоит отметить, что определение усталости в диссертационной работе представлено в традиционном исполнении – при помощи линейного суммирования повреждений, несмотря на упоминание в первой главе более современных методов расчета и критериев долговечности.

Тем не менее, цель, поставленная в диссертационной работе, достигнута, а сформулированные задачи решены в полном объеме. Научные положения и выводы достаточно обоснованы.

Новизна и достоверность полученных результатов

К научным результатам, полученным автором, относятся:

- 1) зависимости характера деформирования стенок балок около вертикальных ребер жесткости в болто-сварных пролетных строениях от типа мостового полотна, уровня езды и плотности опирания верхнего пояса на ребра жесткости;
- 2) характеристики усталости сварных соединений, типичных для пролетных строений, полученные по результатам лабораторных испытаний изгибаемых сварных образцов в диапазоне максимальных напряжений от 30,0 до 110,0 МПа;
- 3) уточненный метод оценки усталостной долговечности болто-сварных пролетных строений, учитывающий вероятность безотказной работы сварного соединения, его характерное напряженно-деформированное

состояние, изменчивость схем поездов и грузопотоков в течение срока эксплуатации сооружения.

Достоверность представленных результатов исследования и выводов подтверждена методологической базой исследования, основанной на достоверно изученных положениях методов расчета на усталость, обеспеченностью необходимого объема натурных и лабораторных испытаний, выполненных с применением аттестованных приборов и оборудования.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций

Полученные результаты научных исследований взаимосвязаны и взаимообусловлены, направлены на повышение точности метода оценки усталостной долговечности сварных соединений в пролетных строениях, за счет учета их конструктивных особенностей и параметров эксплуатации. Созданное автором программное обеспечение позволяет реализовать на практике уточненный метод оценки усталостной долговечности.

Кроме того, результаты диссертационного исследования использованы при разработке двух нормативных документов, утвержденных ОАО «РЖД» и направленных на прогнозирование долговечности искусственных сооружений.

Достоинства и недостатки по содержанию и оформлению диссертации и автореферата

Диссертация и автореферат составлены с соблюдением требований ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Основные результаты исследования отражены в 12 работах, в том числе 4 в ведущих научных рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК Минобрнауки России, и одна – в издании, входящем в международную базу данных Scopus. Наличие патента на изобретение и свидетельства о регистрации программы для ЭВМ отражают новизну результатов исследования. Материалы диссертационного исследования достаточно широко апробированы на семинарах и конференциях различных уровней.

В качестве достоинств диссертационной работы следует отметить логичность и последовательность этапов исследования, а также хороший научный уровень их реализации.

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

1) В диссертации написано: «Наибольшее распространение получили усталостные трещины.....Такие трещины, при существенном развитии, могут снижать несущую способность балки и являться инициатором хрупкого разрушения конструкции», но в диссертации не указаны критерии «существенного развития», не указано, на сколько может снижаться несущая способность балки и грузоподъемность всего пролетного строения. Хорошо бы привести примеры аварий пролетных строений мостовых сооружений вследствие усталостного трещинообразования.

2) На рис. 1.4.6 показано, что довольно большое количество трещин было обнаружено в мостовых сооружениях с небольшим сроком эксплуатации (до 15 лет). С чем это может быть связано? С увеличением фактической нагрузки от временного подвижного состава, ухудшением качества выполняемых работ или применяемых материалов, увеличением количества мостовых сооружений с болто-сварными пролетными строениями?

3) По таблице 2.3 – как определялся срок эксплуатации до образования трещины?

4) На рис. 2.7 - Развитие трещин у опорного ребра жесткости из-за неплотного опирания пролетного строения. Могла ли в качестве причины появления трещин быть заклинка опорных частей?

Судя по фото, в данном узле идет довольно интенсивное коррозионное разрушение металлоконструкций, защитное антикоррозионное покрытие разрушено практически полностью, наблюдается замусоривание, судя по типу опорной части, она эксплуатируется довольно большой промежуток времени, что могло привести к нарушению нормальной эксплуатации опорной части.

5) По сравнению с подходами жесткость пути на мосту с ездой на балласте выше в среднем в 1,5 раза и более чем в 2,5 раза при езде по железобетонным плитам безбалластного мостового полотна (БМП). В диссертации указано: «...В свою очередь, значимой зависимости между количеством усталостных трещин в пролетном строении и типом или неисправностями мостового полотна выявлено не было. Это может указывать на то, что неисправности мостового полотна, которые увеличивают вибрацию конструкции (рисунок 2.6), как правило, не распространяются по

всей длине пролетного строения и влияют на образование и дальнейшее развитие трещины локально, около определенного ребра жесткости». Может ли тип мостового полотна быть одной из причин интенсификации процесса образования усталостных трещин в зоне перемены жесткости (как раз в зоне расположения опорных частей на крайних опорах)?

6) Учитывалось ли влияние температуры на развитие усталостных трещин?

7) Проводились ли в процессе диссертационного исследования расчеты пролётных строений с учетом выхода из строя элемента с усталостной трещиной для оценки степени опасности разных стадий развития усталостных трещин и определения критических параметров таких трещин.

8) На стр. 73 работы указано: «Анализ данных, приведенных на рисунках 2.27, 2.28, показывает, что напряжения, полученные при непосредственных измерениях, занимают промежуточное значение между напряжениями в модели с зазором 0,5 мм и без зазора». В данном случае более корректно было бы привести точные данные по верификации представленных моделей по полученным экспериментальным данным.

9) Проводился ли анализ полученных данных по скорости роста усталостных трещин (п. 3.2.3 диссертации) применительно к таблице 2.3 в диссертационной работе, в которой указан срок эксплуатации до образования трещины?

10) При использовании программного комплекса Midas Civil для конечно-элементного моделирования пролетного строения (Глава 4) хотелось бы увидеть информацию о количестве конечных элементов, на которые разбивается моделируемый объект, данные об исследовании сходимости получаемых результатов при увеличении количества элементов (использование принципа Рунге). Мы полагаем, что автор проводил такой анализ, но не представил его в диссертации.

Указанные выше замечания не снижают научной и практической значимости выполненной работы.

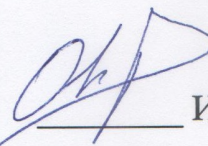
Заключение

На основании детального анализа материалов диссертации, автореферата и замечаний, которые не носят принципиального характера, можно сделать следующее заключение: диссертационная работа Жунева К.О. «Усталостная долговечность сварных соединений ребер жесткости в

пролетных строениях железнодорожных мостов», полностью отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013. г. № 842), соответствует паспорту специальности 2.1.8. – «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей» (технические науки) и является законченным научным трудом, в котором содержится решение ряда важных научных задач.

Считаю, что автор диссертации Жунев Кирилл Олегович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.8. – «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей» (технические науки).

Официальный оппонент –
доцент кафедры «Транспортное
строительство» Федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный
технический университет
имени Гагарина Ю.А.»,
кандидат технических наук по
специальности 05.23.17

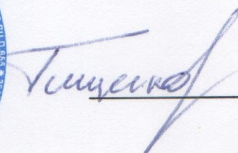


И.И. Овчинников

20.10.2021

410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, корпус 6, каб. 29
тел. +7 (960) 344-32-36, e-mail: bridgeart@mail.ru

Подпись Овчинникова Ильи Игоревича заверяю:
Ученый секретарь Ученого совета
СГТУ имени Гагарина Ю.А.
д-р культурологии, доцент



Н.В. Тищенко