

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.380.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 19.04.2023 №08

О присуждении Кубасевичу Антону Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Напряженно-деформированные и предельные состояния подкрановых балок с усталостными трещинами в стенке» по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения принята к защите 15 февраля 2023 (протокол заседания № 04) диссертационным советом 24.2.380.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 190005 г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 ноября 2012 года № 714/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.02.2014 года №55/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.03.2014 года №126/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.05.2016 года №590/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.12.2017 года №1246/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 30.01.2019 года №37/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.01.2022 года №86/нк.

Соискатель Кубасевич Антон Евгеньевич, «27» ноября 1993 года рождения.

В 2018 году соискатель с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» с присвоением квалификации «инженер-строитель». В 2022 году соискатель окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства», по образовательной программе «Строительные конструкции, здания и сооружения» (очная форма обучения).

Работает старшим преподавателем на кафедре металлических и деревянных конструкций федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре металлических и деревянных конструкций федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, Белый Григорий Иванович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра железобетонных и каменных конструкций, профессор-консультант.

**Официальные оппоненты:**

**Притыкин Алексей Игоревич**, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», кафедра судостроения, судоремонта и морской техники, профессор;

**Веселов Виталий Владиславович**, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра «Строительные конструкции, здания и сооружения», доцент

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет» в своем положительном отзыве, подписанном Зверевым Виталием Валентиновичем (доктор технических наук, профессор, кафедра металлических конструкций, заведующий), указала, что диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Кубасевич Антон Евгеньевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы.

**Работы, опубликованные в ведущих научных рецензируемых изданиях, перечень которых размещён на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии:**

1. Кубасевич, А.Е. Устойчивость стенок подкрановых балок с усталостными трещинами в зоне сжатого пояса / А. Е. Кубасевич // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – № 4 (81). – С. 47-53 (авторский вклад 100%);
2. Кубасевич, А.Е. Работа подкрановых балок с усталостными трещинами в зоне сжатого пояса / А. Е. Кубасевич // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – № 3 (86). – С. 64-70 (авторский вклад 100%);
3. Кубасевич, А.Е. Несущая способность подкрановых балок с усталостными трещинами в стенке / Г. И. Белый, А. Е. Кубасевич // Вестник гражданских инженеров. – 2022. – № 2 (91). – С. 24-29 (авторский вклад 50%);
4. Кубасевич, А.Е. Влияние геометрических несовершенств сжатого пояса на несущую способность подкрановых балок с усталостными трещинами в стенке / Г. И. Белый, А. Е. Кубасевич // Вестник гражданских инженеров. – 2022. – № 3 (92). – С. 14-29 (авторский вклад 50%).

**Работы, опубликованные в других изданиях:**

5. Кубасевич, А.Е. Влияние технологических факторов негеометрического характера на появление и развитие усталостных трещин в зоне сжатого пояса подкрановых балок / А. Е. Кубасевич, М. М. Тонаканян // Технология и организация строительного производства: материалы всероссийской молодежной научно-практической конференции. – СПб: СПбГАСУ, 2021. – С. 252-257 (авторский вклад 50%).

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

1. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», заведующий кафедрой строительных конструкций, доктор технических наук по специальности 05.23.01 - Строительные конструкции, здания и сооружения, **Ласьков Николай Николаевич.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– В автореферате не приводится классификация усталостных трещин и возможных начальных геометрических несовершенств в сжатом поясе подкрановых балок.

– При анализе напряженно-деформированного состояния поврежденного участка подкрановой балки усталостной трещиной было бы интересным раскрыть механизм их образования и развития.

– Желательно привести конструктивные решения усиления поврежденных зон балки.

2. ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», профессор кафедры «Строительные конструкции, здания и сооружения», доктор технических наук по специальности 05.23.01 - Строительные конструкции, здания и сооружения, профессор **Шафрай Сергей Дмитриевич**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– По тексту автореферата не понятно, зачем принималась билинейная диаграмма работы стали, тогда как расчет проводился в упругой стадии?

– Что подразумевается под «начальными геометрическими несовершенствами» - изначальные дефекты и повреждения при изготовлении и эксплуатации или деформации из 1-го этапа расчета?

– Каким образом предполагается учитывать возможное смещение рельса относительно оси балки при котором возникает кручение пояса?

3. ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», доцент кафедры «Металлические конструкции и испытания сооружений», кандидат технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, доцент **Салахутдинов Марат Айдарович**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– На этапе моделирования при назначении геометрических параметров трещины принята относительная длина в интервале от 0 до 1. При этом в

дальнейших исследованиях начальным значением относительной длины является значение 0.25. Чем это обусловлено?

– Опыт обследований показывает, что после повреждения на определенном участке соединения стенки подкрановой балки с полкой, как правило, последовательно может наступить повреждение соединения тормозной конструкции с полкой балки. Учитывался ли данный фактор при определении напряженно-деформированного состояния подкрановой балки?

4. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», доцент кафедры «Металлические и деревянные конструкции», кандидат технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, доцент **Туснина Ольга Александровна**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Следует добавить описание того, как в численной модели учитывался рельс и жесткость тормозного настила.

– Не указано как определять коэффициенты, учитывающие влияние трещин  $c_{f,тр}$ ,  $c_{w,тр}$ ,  $c_{1,тр}$  и  $c_{2,тр}$  при условных гибкостях стенки менее 3.94 и более 5.52.

– Неясно чем отличаются параметры  $\bar{\lambda}_w$  и  $\bar{\lambda}_{w,тр}$ . Рекомендуется привести к единому обозначению по всему тексту.

5. ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск, профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство», доктор технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, профессор **Степаненко Анатолий Николаевич**; и.о. заведующего кафедры и доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство», кандидат технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, доцент **Тишков Николай Леонидович**.

*Отзыв положительный, имеется замечание:*

– Из текста автореферата не ясно, учитывались ли при определении несущей способности поврежденной балки действия сосредоточенной силы и местного крутящего момента.

6. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», профессор кафедры «Испытания сооружений», заслуженный строитель РФ, кандидат технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения **Кунин Юрий Саулович**; старший научный сотрудник, кандидат технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения **Липленко Максим Александрович**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Устанавливалась ли автором зависимость прогиба поврежденной подкрановой балки от размера трещины в стенке?

– Осталось не ясным с какой целью в численном моделировании использовалась билинейная диаграмма работы стали если проводился расчет в упругой стадии

– Из автореферата не ясно каким образом при численном моделировании учитывался контакт между стенкой и поясом в зоне трещины.

7. ООО проектно-экспертная компания «РЕКОН» (ООО ПЭК «РЕКОН»), г. Новосибирск, директор проектно-экспертной компании «РЕКОН», кандидат технических наук, доцент **Васюта Борис Николаевич**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Автор исследовал напряженно-деформированное и предельное состояние подкрановых балок только от общего изгиба. Но в подкрановых балках весьма существенную (а иногда - определяющую) роль играют местные напряжения от катков крана. Именно их воздействия вызывают появление усталостных трещин в ВЗС. Местные напряжения от давления и кручения пояса влияют на суммарное напряженное состояние и переход в предельное состояние балки. Однако, в автореферате об этом аспекте работы стальных

балок ничего не сказано. Должны ли учитываться местные напряжения при проверке прочности и устойчивости стенки балки в сечении с трещиной?

– Очень часто в ВЗС отдельной балки развиваются несколько горизонтальных трещин (семейство). Зачастую они находятся в одном отсеке и их соседние устья сближаются по мере развития (коллинеарные трещины). Этот случай весьма опасный, т.к. при определённом размере «перемычки» происходит ее быстрый дорыв, и ступенчатое значительное увеличение длины объединенной трещины с соответствующими последствиями. Хотелось бы видеть рекомендации автора по ограничению величины сближения коллинеарных трещин («перемычки») в ВЗС.

– При описании методики расчета временного ресурса эксплуатации балки с трещиной предлагается использовать «графическую зависимость длины трещины от времени». Вызывает сомнение надежность только(!) такого подхода без учета напряжённого состояния в стенке и длины трещины. Аппроксимирующая модель по предыдущим данным может дать оценку скорости роста «не в запас надежности». Не ясно, также, как строится аппроксимирующая кривая роста трещины.

8. ООО «Национальный инновационный институт региональной безопасности - НИИ РБ», г. Магнитогорск, директор, заслуженный строитель РФ, доктор технических наук по специальности – 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, профессор **Еремин Константин Иванович**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Слишком «широкое» определение объекта исследований (См. стр. 5 автореферата), а именно «подкрановые балки с кранами тяжелого и весьма тяжелого режимов работы». Учитывая многообразие конструктивных решений, применяемых на металлургических предприятиях подкрановых балок, особенно для данных крановых режимов, а именно:

- одностенчатые и коробчатого сечения;
- симметричные и несимметричные двутавровые;

- с поясами из тавров либо из прокатных листов;
- с поперечными либо с продольными и поперечными рёбрами жесткости;
- моностальные и бистальные и т.д.,

автору следует более четко конкретизировать объект исследований и оставить возможность для дальнейших научных исследований.

– В положениях, выносимых на защиту (См. стр. 6 автореферата) также нужна конкретизация, а именно на защиту выносятся «инженерная методика расчета подкрановых балок с усталостными трещинами». Следует пояснить, на какие именно расчеты распространяются результаты исследований - расчеты несущей способности, устойчивости, остаточного ресурса, остаточной прочности и т.д.?

– В п.6 общих выводов (См. стр. 24 автореферата) указано «Разработана методика определения предельной длины трещины, при которой наступает предельное состояние подкрановой балки». Требуется пояснить, каким образом предложенная «предельная длина трещины» коррелирует с «критической длиной трещины», определяемой с позиций механики разрушения, при достижении которой происходит мгновенное (по определению многих авторов «лавинообразное») распространение усталостной трещины. При этом по всем признакам и расчетам предельное состояние в этот период, как правило, ещё не наступило.

9. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», г. Омск, доцент кафедры «Архитектурно-конструктивное проектирование», кандидат технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения **Железнов Александр Афанасьевич.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– К сожалению, из текста автореферата не ясно влияние подкранового рельса на напряженно-деформированные и предельные состояния подкрановых балок с усталостными трещинами в стенке.

– К сожалению, из текста автореферата не ясна методика проведения натурных испытаний эксплуатируемых подкрановых балок с усталостными трещинами в стенке здания главного корпуса сталеплавильного производства ПАО «Северсталь», в том числе контролируемые параметры.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их широкой известностью в научной и образовательной средах, в исследуемой предметной области, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации, спецификой и актуальностью их основных научных работ.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны:** метод определения напряженно-деформированных и предельных состояний подкрановых балок с усталостными трещинами в стенке, который позволяет обосновать возможность их временной эксплуатации до ремонта или замены; численная модель, отражающая действительную работу поврежденных балок с учетом их геометрических несовершенств;

**предложена** инженерная методика расчета подкрановых балок с горизонтальными усталостными трещинами в стенках на прочность при комплексном действии усилий с введением понижающих коэффициентов влияния трещины;

**доказана** перспективность использования в строительной отрасли знаний и практике обследований эксплуатируемых стальных конструкций разработанного метода определения напряженно-деформированных и предельных состояний подкрановых балок с усталостными трещинами для обоснования возможности их временной эксплуатации;

**введено** в терминологическое обеспечение исследуемой области понятие предельной длины трещины, при достижении которой наступает предельное состояние поврежденной подкрановой балки, зависящей от условной гибкости стенки и характера нагружения конструкции.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** положения, определяющие целесообразность и возможность применения разработанного метода расчета для определения напряженно-деформированных и предельных состояний подкрановых балок с горизонтальными усталостными трещинами в стенках;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** метод численного моделирования с применением современного конечно-элементного программного комплекса ANSYS для определения снижения несущей способности подкрановых балок, поврежденных усталостными трещинами; техническая теория устойчивости тонких пластин и техническая теория изгиба балок;

**изложены** доказательства возможности временной эксплуатации подкрановых балок, поврежденных усталостными трещинами в стенках, с применением разработанной модели, отражающей действительную работу конструкции;

**раскрыта** проблема отсутствия достоверных результатов исследования влияния усталостных трещин в стенках на напряженно-деформированные и предельные состояния подкрановых балок, в которых используются современные подходы к моделированию их работы с учетом геометрических несовершенств;

**изучено** влияние усталостных трещин на снижение устойчивости поврежденных стенок и несущей способности подкрановых балок при совместном и раздельном действии изгибающего момента и поперечной силы;

**проведена модернизация** существующих методов оценки временной эксплуатационной пригодности подкрановых балок с усталостными трещинами до ремонта или замены при комплексном действии усилий.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработана и внедрена** инженерная методика расчета подкрановых балок с усталостными трещинами в стенке, что подтверждается справкой о внедрении в практическую работу ООО «НИПИ «ЭРКОН» (ООО «Научно-

исследовательский и проектный институт «Эксплуатационный ресурс конструкций»). Теоретические положения и полученные результаты исследований используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «СПбГАСУ» при подготовке бакалавров по направлению «Строительство», специалистов по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений», а также при выполнении магистерских диссертаций по направлению «Строительство»;

**определены** пределы использования в практической деятельности методики расчета подкрановых балок с усталостными трещинами в стенке и перспективы дальнейшего развития темы исследования, связанные с совершенствованием предлагаемого метода расчета, в том числе с учетом давления колеса крана непосредственно в зоне трещины, и с разработкой эффективных способов усиления поврежденных конструкций;

**создана** численная модель, достоверно описывающая действительную работу подкрановых балок с усталостными трещинами в стенке и позволяющая определить их напряженно-деформированные и предельные состояния;

**представлены** рекомендации по применению разработанной методики при проведении проверочных расчетов поврежденных подкрановых балок для обоснования возможности их временной эксплуатации до ремонта или замены.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** отечественных исследований, рассмотренных в диссертации, проведен анализ корректности использования выбранных условий закрепления, имитации трещины и способов приложения нагрузки; показана сходимость результатов исследования с материалами продолжительного мониторинга и данных натурных испытаний эксплуатируемых поврежденных подкрановых балок. Полученные результаты численного моделирования, проведенные в верифицированном, аттестованном и сертифицированном программном комплексе ANSYS, повторяемы в любых программных комплексах, обладающих аналогичным функционалом и реализующих метод конечных элементов;

**теория** построена на методе численного моделирования с применением конечно-элементных расчетных комплексов, гипотезах и допущениях теории устойчивости тонких пластин и теории изгиба балок, согласуется с экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на анализе и обобщении теоретического зарубежного и отечественного опыта в области оценки долговечности и временной эксплуатационной пригодности подкрановых балок с усталостными трещинами, практике обследований и мониторинга поврежденных подкрановых конструкций;

**использованы** ранее накопленные наукой и практикой знания, научный опыт исследований, моделирования и расчета подкрановых балок с трещинами в стенке;

**установлена** хорошая сходимость результатов, полученных по представленному в диссертационной работе методу определения напряженно-деформированных и предельных состояний подкрановых балок с усталостными трещинами в стенке, с имеющимися материалами продолжительного мониторинга и данными натурных испытаний;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, а также сертифицированные программно-вычислительные комплексы.

**Личный вклад соискателя состоит в:** непосредственном участии автора на всех этапах диссертационного исследования; в постановке цели и задач работы; в анализе и обобщении теоретических и экспериментальных материалов по теме исследования; разработке метода определения напряженно-деформированных и предельных состояний подкрановых балок с усталостными трещинами в стенке; разработке инженерной методики расчета прочности балок с трещинами, алгоритма определения предельной трещины и рекомендаций по временной эксплуатации поврежденных балок; в верификации полученных результатов через анализ мониторинга эксплуатируемых подкрановых балок, поврежденных усталостными

трещинами, и данных натурных испытаний; формулировании выводов и результатов, соответствующих теме диссертационной работы; подготовке основных научных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. При расчетах подкрановых балок с трещинами учитывались только статические нагрузки. Рассматривались ли динамические воздействия, колебания?

2. В численной модели не учитывалось влияние катка крана и горизонтальной крановой нагрузки непосредственно в зоне трещины.

3. Насколько применима разработанная методика к расчетам неразрезных подкрановых балок с трещинами?

Соискатель Кубасевич А.Е. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. По нормам проектирования динамическое влияние крановых нагрузок учитывается коэффициентами надежности  $\gamma_f$  и  $\gamma_{f1}$  и дополнительным коэффициентом динамичности. Сам расчет производится в квазистатической постановке при наименее выгодном положении кранов. Таким образом, динамические воздействия от кранов косвенно учитывались при постановке задачи. Колебательные воздействия в работе не рассматривались.

2. При прохождении колеса крана непосредственно в зоне трещины пояс через рельс прижимается к стенке, часть ее включается в работу. В диссертационном исследовании рассматривался наихудший случай действия нагрузок, когда колесо крана находится вне зоны трещины, нейтральная ось имеет наибольшее смещение в сторону растянутого пояса, сжатый пояс оторван от стенки и напряжения в нем – максимальны.

3. Влияние трещин на работу подкрановых балок в диссертации определялось при раздельном и совместном действии изгибающего момента и поперечной силы. Поэтому разработанная методика носит универсальный

характер и применима к расчетам как разрезных, так и неразрезных подкрановых балок.

На заседании 19.04.2023 диссертационный совет принял решение – за решение актуальной научно-практической задачи разработки метода определения напряженно-деформированных и предельных состояний подкрановых балок с усталостными трещинами и изначальными геометрическими несовершенствами, имеющей значение для развития строительной отрасли знаний, присудить Кубасевичу А.Е. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель  
диссертационного совета

Морозов Валерий Иванович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Попов Владимир Мирович

19.04.2023 г.

