

УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования
«Брестский государственный
технический университет»

С.А. Касперович
«12» 2025 г.

ОТЗЫВ ОППОНИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Яковлева Александра Александровича

«Прогнозирование разрушения стальных листовых элементов с
концентраторами напряжений на основе кинетики пассивных тепловых полей»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела

Экспертом от оппонирующей организации приказом ректора № 94 от 04.06.2025 назначен кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры теоретической и прикладной механики Хвисевич Виталий Михайлович.

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите

Диссертация Яковлева А. А. посвящена актуальной проблеме выявления опасных состояний в локальных объемах тел и предотвращению зарождения и развития в них разрушения. Некоторые из таких опасных состояний могут быть выявлены современными расчетными и экспериментальными методами. Однако, традиционные подходы являются трудоемкими, малоинформативными и не учитывают связи напряженно-деформированного состояния в опасных зонах исследуемых элементов и физических явлений в них. В расчетных моделях не учитываются тепловые явления и кинетика в дефектных зонах.

Работа Яковлева Александра Александровича посвящена исследованию тепловых процессов в окрестности концентраторов напряжений при силовом нагружении стальных стержней и плит.

Содержание диссертации соответствует отрасли технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела. Область исследований, согласно паспорту специальности, соответствует:

- п. 1. Общая теория моделей деформируемых сред.
- п. 2. Теория упругости, неклассические теории.
- п. 3. Механика пластических и упругопластических деформаций, деформирование сред, твердых тел и конкретных технических объектов, подвергаемых механическим нагрузкам, тепловым и другим воздействиям с учетом вязкоупругих свойств материала, ползучести, старения.
- п. 7. Деформирование, устойчивость и колебания стержней, пластин и тонких оболочек, оптимальное проектирование тонкостенных конструкций.

Вх. № 11-52/15
от 13.06.2025

Теории слоистых и композитных оболочек, в том числе оболочек, изготовленных из функционально-градиентных материалов.

п. 10. Методы решения краевых и начально-краевых задач при исследовании напряженно-деформированного состояния, устойчивости и колебаний деформируемых твердых тел и систем.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, основные научные результаты и положения, выносимые на защиту.

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованных источников, включающего 178 наименований, списка публикаций соискателя ученой степени и приложения, содержащего документы о практическом использовании результатов, полученных автором.

Актуальность темы подтверждается соответствием исследований пунктам 3 (экологические и энергетические технологии в архитектуре и строительстве), 4 (машиностроение и машиноведение; лазерные, плазменные, оптические технологии и оборудование; композиционные и многофункциональные материалы), 6 (социогуманитарная, экономическая и информационная безопасность) приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы, утвержденных Указом Президента Республики Беларусь 07.05.2020 № 156, и выполнением диссертации в рамках государственных программ: ГБ 06-269 «Совершенствование конструктивно-технологических решений транспортных сооружений» (2006-2010 гг.); ГБ 11-230 «Конструктивно-технологические решения реконструкции эксплуатируемых транспортных сооружений и совершенствование методов их расчета» (2011–2015 гг.); ГБ 16-282 «Совершенствование методов оценки работоспособности транспортного сооружения с применением информационного моделирования» (2016–2020 гг.).

2. Научный вклад соискателя в решении научной степени в решении научной задачи с оценкой ее значимости

I. Определены закономерности деформационного теплообразования в стальных стержнях прямоугольного сечения, отличительной особенностью которых являются несквозные засверливания с варьируемой глубиной, деформационное теплообразование в которых инициируется растяжением образца теплообразования в дефектных зонах.

II. Проведены расчетно-экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния специально разработанной стальной трехслойной ортотропной плиты и ее фрагментов при статическом и повторно-переменном нагружении по аномалиям инфракрасного излучения, в результате которых установлено, что при упругой работе стальной ортотропной плиты, нагружаемой поперечной нагрузкой, температура растянутого пояса понижается от 0,1 °С до 0,2 °С, а сжатого – повышается от 0,2 °С до 0,3 °С.

III. Экспериментально установлены закономерности процесса деформирования и теплообразования в опасных зонах стальных стержней и

плит из низкоуглеродистых сталей Ст3, 09Г2С с конструктивно-технологическими дефектами, выявляемые дистанционно по инфракрасному излучению, и заключающиеся в возникновении температурных аномалий в окрестности концентраторов напряжений в материале и соединениях при их деформировании и развитии разрушения.

IV. Квазистатические испытания на растяжение предварительно охлажденных от -40°C до -70°C образцов выявили новые закономерности изменения температурного поля, заключающиеся в снижении величин температур поверхности в потенциально опасных зонах при зарождении разрушения и изменении вида изломов листовых образцов (от скола к квазихрупким).

Научная значимость заключается в создании новых расчетных моделей и разработке методов, выводе теоретических зависимостей, получение научно обоснованных результатов исследований, позволяющих прогнозировать разрушение стальных составных пластин и стержневых элементов с концентраторами напряжений на основе кинетики пассивных тепловых полей.

Практическая значимость полученных в диссертации результатов состоит в разработке технологии технической диагностики стальных конструкций методами дистанционной пассивной компьютерной термографии опасных зон деформируемых элементов и выявление трещиноподобных конструктивных решений элементов трехслойной плиты большой грузоподъемности.

Результаты исследований листовых элементов с концентраторами напряжений могут быть использованы в учебном процессе учреждений образования, проектных организациях, на предприятиях машиностроительного профиля.

Экономическая значимость заключается в разработке новых высокоэффективных методов выявления опасных состояний в локальных объемах тел и предотвращение зарождения и развития разрушения в них.

Социальная значимость полученных в диссертации результатов состоит в том, что разработанные методы исследования тепловых процессов в окрестности концентраторов напряжений при силовом нагружении стальных стержней и плит могут применяться в различных областях деятельности людей: машиностроении, самолетостроении, медицине и т. д. Открывается возможность использовать результаты диссертации в образовательном процессе, для формулировки новых направлений исследований аспирантов и магистрантов, в повышении научно-технического уровня научных работников высшей школы.

3. Конкретные научные результаты (с указанием их новизны и практической значимости), за которые соискателю может быть присуждена ученая степень

В диссертации в новой постановке впервые методами инфракрасной термографии установлена кинетика теплообразования при упругопластическом деформировании плоских образцов с конструктивно-

технологическими дефектами из низкоуглеродистых конструкционных сталей, узлов и ортотропной плиты большой грузоподъемности, в том числе исследованы аномалии и получены новые закономерности в формировании температурных полей поверхности в окрестности дефектов в условиях внешних температурных воздействий.

Диссертация Яковлева А. А. «Прогнозирование разрушения стальных листовых элементов с концентраторами напряжений на основе кинетики пассивных тепловых полей», по уровню проведенных исследований и полученных результатов, их научной новизны и практической значимости соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела, а соискатель Яковлев А. А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук за

- установление закономерностей теплообразования в дефектных зонах стальных стержней прямоугольного сечения с сквозными засверливаниями с варьируемой глубиной при испытаниях на растяжение, заключающиеся в том, что при активном методе исследования можно выявлять дефекты в металле образцов при глубине расположения дефекта не более 5 мм;

- расчетно-экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния стальной трехслойной ортотропной плиты и ее фрагментов при статическом и повторно-переменном нагружении по аномалиям инфракрасного излучения, в результате которых установлено, что при упругой работе стальной ортотропной плиты, нагружаемой поперечной нагрузкой, температура растянутого пояса понижается от 0,1 °С до 0,2 °С, а сжатого – повышается от 0,2 °С до 0,3 °С;

- установление закономерностей процесса деформирования и теплообразования в опасных зонах стальных стержней и плит из сталей СтЗ, 09Г2С с конструктивно-технологическими дефектами, выявляемые дистанционно по инфракрасному излучению, и заключающиеся в возникновении температурных аномалий в окрестности концентраторов напряжений в материале и соединениях при их деформировании и развитии разрушения.

4. Рекомендации по практическому использованию результатов диссертации

Разработана технология технической диагностики стальных конструкций методами дистанционной пассивной компьютерной термографии опасных зон деформируемых элементов и выявлены трещиноопасные конструктивные решения элементов трехслойной плиты большой грузоподъемности. Разработаны рекомендации по прогнозированию работоспособности элементов стальных пролетных стропов автодорожных мостов и переданы ГП «БелдорНИИ» и ООО «ЭКОМОСТ» для применения при обследовании мостовых сооружений. Оптимизированы конструктивные решения полимерных элементов крепления железнодорожных рельсов к шалам по запросу ЗАО «ДОР-МПЗ» на основании исследований

температурных полей по данным дистанционных инфракрасных измерений при воздействии положительных и отрицательных климатических температур.

Результаты работы позволяют обеспечить работоспособность элементов стальных конструкций, в которых имеет место зарождение трещин при повторно-переменных, усталостных и динамических нагрузках.

5. Замечания

I. В главе 2 при описании расчетно-экспериментального исследования НДС стальной трехслойной ортотропной плиты и ее фрагментов при их статическом и повторно-переменном нагружении производится фиксация аномалий инфракрасного излучения. При этом отсутствует информация о скорости нагружения, а также площади приложения нагрузки.

II. В тексте диссертации следовало бы уточнить, что при статическом и повторно-переменном нагружении испытания проводятся при разных скоростях нагружения, т. к. научная новизна диссертации отражает тот факт, что увеличение скорости нагружения приводит к увеличению температуры поверхности на участках расположения дефектов в экспериментальных образцах.

III. Для низких скоростей нагружения ($<0,05$ мм/с) увеличение температуры поверхности на участках с дефектами составило от 3 до $10,4^{\circ}\text{C}$, а в плитах при повторно-переменных нагрузках изменение температуры не превысило 1°C . Если этот эффект объясняется наличием конструктивно-технологических дефектов, то было бы не лишним указать скорость изменения повторно-переменной нагрузки на плиту при фиксации температурной эмиссии поверхностных слоев в зонах, свободных от дефектов, чтобы легче производить сравнение температур.

IV. Для верификации результатов полезно было бы выполнить решение связанной термоупругой задачи по крайней мере для одного из случаев рассмотренных в диссертации экспериментальных моделей.

V. В тексте диссертации встречаются опечатки и неточности в тексте и формулах («теплопроводность» вместо «коэффициент теплопроводности» на стр. 78, коэффициент Тейлора-Квинни и Тейлора-Куинни на стр. 82 и др.), не везде верны ссылки на номера рисунков и формулы (стр. 101, 106 и т.д.). На рисунке 3.33 неверно указана размерность по оси ординат.

Высказанные замечания не умаляют достоинств диссертационной работы и не оказывают серьезного влияния на обоснованность положений, выносимых на защиту.

6. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени кандидата технических наук

В диссертации автором были показаны теоретические знания в области механики, продемонстрировано владение математическими методами решения задач механики применительно к практическим задачам. Анализ содержания диссертации, подача и изложение материала, использованные

автором методики исследований, анализ и интерпретация результатов исследований, а также формулировка выводов и заключений позволяют сделать вывод, что А.А.Яковлев обладает широким диапазоном знаний в области исследования разрушения стальных листовых элементов с концентраторами напряжений на основе кинетики пассивных тепловых полей. Научная квалификация А.А.Яковлева в полной мере соответствует ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Заключение

Диссертация Яковлева А. А. «Прогнозирование разрушения стальных листовых элементов с концентраторами напряжений на основе кинетики пассивных тепловых полей» соответствует главе 3 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий», утвержденного указом Президента Республики Беларусь от 17 ноября 2004 г. № 560. Рассматриваемая диссертация представляет законченную научно-исследовательскую работу, выполнена на высоком научном уровне и соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Яковлев А. А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела за:

- установление закономерностей теплообразования в дефектных зонах стальных стержней прямоугольного сечения с несквозными засверливаниями с варьируемой глубиной при испытаниях на растяжение, заключающиеся в том, что при активном методе исследования можно выявлять дефекты в металле образцов при глубине расположения дефекта не более 5 мм;

- расчетно-экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния стальной трехслойной ортотропной плиты и ее фрагментов при статическом и повторно-переменном нагружении по аномалиям инфракрасного излучения, в результате которых установлено, что при упругой работе стальной ортотропной плиты, нагружаемой поперечной нагрузкой, температура растянутого пояса понижается от 0,1 °С до 0,2 °С, а сжатого - повышается от 0,2 °С до 0,3 °С;

- установление закономерностей процесса деформирования и теплообразования в опасных зонах стальных стержней и плит из низкоуглеродистых сталей Ст3, 09Г2С с конструктивно-технологическими дефектами, выявляемые дистанционно по инфракрасному излучению, и заключающиеся в возникновении температурных аномалий в окрестности концентраторов напряжений в материале и соединениях при их деформировании и развитии разрушения.

Доклад соискателя и отзыв на диссертацию Яковлева Александра Александровича по теме «Прогнозирование разрушения стальных листовых элементов с концентраторами напряжений на основе кинетики пассивных тепловых полей» заслушаны и обсуждены на заседании научно-технического совета университета (протокол № 2 от 10.06.2025), на котором присутствовало

38 человек, из них 38 человек, имеющих ученую степень, в том числе 2 доктора наук и 36 кандидатов наук. В голосовании при одобрении отзыва на диссертационную работу приняли участие 38 членов научно-технического совета университета, имевших право голоса.

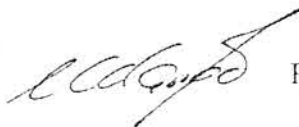
Результаты голосования:

«за» – 38;

«против» – нет;

«воздержались» – нет.

Председатель заседания,
проректор по научной работе,
канд. техн. наук, доцент



Н.Н.Шалобыта

Эксперт, профессор кафедры
теоретической и прикладной
механики, канд. техн. наук, доцент



В.М.Хвисевич

Секретарь, доцент кафедры
технологии бетона и строительных
материалов, канд. техн. наук



О.А.Акулова

Шалобыта Н.Н.	Хвисевич В.М.
Акулова О.А.	
Секретарь	

Отзыв поступил в совет
13.06.25

Сотзком ознакомлен
13.06.25
Бокорев А.А.