

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

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

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки со ссылкой на область исследования паспорта соответствующей специальности, утверждённого ВАК.

Содержание диссертационной работы соответствует специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела (технические науки), а именно, следующим пунктам паспорта специальности по п. III Области исследований:

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.

9. Экспериментальные методы исследования деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазово-структурные превращения при внешних воздействиях.

Актуальность диссертации.

Разработка и применение методов механики деформируемого твердого тела для оценки кратковременной и длительной прочности конструкций, несомненно, является актуальным научным направлением. В диссертации рассматривается проблема прогнозирования разрушения стальных листовых элементов (стержней и плит), широко применяемых в машиностроении и строительстве. Трудности механико-математического моделирования таких, на первый взгляд, геометрически простых объектов обусловлены многостадийностью и нелинейностью процесса разрушения твердых тел, недостаточным развитием методов прочностного расчета изделий, содержащих концентраторы напряжений в виде отверстий, дефектов сварных соединений и т.п.

По этой причине, а также исходя из важности ряда технических приложений в виде несущих конструкций ответственного назначения (мосты, тоннели, опоры и т.п.), востребованы экспериментальные диагностические методы, позволяющие выявить опасные предельные состояния и зоны потенциального разрушения.

Вх. № 11-52/14
От 10.06.2015

Как видно из весьма основательного (35 с.) авторского обзора трудов предшественников, наиболее актуальным является развитие пассивных термографических методов, основанных на корреляции легко измеряемой температуры поверхности и локального деформационного тепловыделения при повторно-переменном (циклическом) нагружении в зонах концентрации напряжений, как непосредственной причины разрушения листовых элементов с вышеназванными несплошностями конструктивного и технологического характера.

Степень новизны научных результатов, которые выносятся на защиту.

Значительная степень новизны полученных научных результатов обусловлена комплексным применением механических испытаний, термографии и конечноэлементного анализа напряженно-деформированного состояния.

Научной новизной обладают следующие результаты диссертационной работы:

1. Оригинальные контрольные образцы для выявления закономерностей деформационного теплообразования в стальных стержнях/плитах прямоугольного сечения с несплошностями заданной формы в виде глухих отверстий с варьируемой глубиной засверливания, деформационное теплообразование в которых инициируется растяжением образца;

2. Закономерности теплообразования в дефектных зонах стальных листовых элементов, позволяющие при активном методе исследования выявлять дефекты при глубине их расположения дефекта не более 5 мм, а при пассивном методе – при глубине расположения дефекта не более 6 мм и при диаметре глухого отверстия не менее 4 мм;

2. Результаты анализа напряженно-деформированного состояния специально разработанной стальной трехслойной ортотропной плиты и ее фрагментов при статическом и повторно-переменном нагружении по аномалиям инфракрасного излучения, показавшими, что при упругом деформировании плиты поперечной нагрузкой температура растянутого пояса понижается от 0,1 °С до 0,2 °С, сжатого – повышается от 0,2 °С до 0,3 °С; ее нагружение повторно-переменной нагрузкой с размахом 0–1000 кН вызывает понижение температуры (до 1 °С) при увеличении числа циклов нагружения от 1 до 10;

3. Закономерности процесса деформирования и теплообразования в опасных зонах стальных стержней и плит из низкоуглеродистых сталей Ст3, 09Г2С с конструктивно-технологическими дефектами, заключающиеся в возникновении температурных аномалий в окрестности концентраторов напряжений в материале и соединениях при их деформировании и развитии разрушения, а именно, увеличении температуры поверхности в зоне дефектов, в том числе при квазистатическом

нагружении (скорость траверсы не выше 0,05 мм/сек) – от 3 °С до 10,4 °С, при ускоренном нагружении (скорость траверсы 0,5 мм/сек) – от 16,1 °С до 67 °С.

4. Закономерности изменения температурного поля предварительно охлажденных (от -40 °С до -70 °С) образцов, заключающиеся в снижении температуры поверхности в зонах зарождения разрушения и изменении вида излома листовых образцов в условиях квазистатического растяжения;

5. Деформационное теплообразование, как предшественник излома в запредельном состоянии, и критерий бездефектности в виде максимальной деформационной температуры T_m , развивающейся в потенциально опасных зонах как охлажденных до -70 °С, так и при более высоких температурах, элементов при квазистатическом нагружении..

Обоснованность и достоверность положений и результатов диссертации

Обоснованность и достоверность результатов диссертационной работы подтверждается их соответствием фундаментальным положениям механики разрушения, использованием апробированных методов экспериментальной механики, включая качественное изготовление образцов, проведение статических механических испытаний и термографии на специализированном оборудовании.

Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов исследования

Научная значимость полученных результатов заключается в развитии методов экспериментальной механики и углубленном анализе кинетики разрушения типовых листовых элементов конструкций.

Практическая значимость результатов исследования заключается в оптимизации конструкции и технологии изготовления распространенных в технике металлоизделий указанного типа, что подтверждается актами.

Экономическая значимость обусловлена снижением материалоемкости крупногабаритных стальных листовых элементов и расходов на их ремонт/замену благодаря повышению прочности и ресурса.

Социальную значимость имеет снижение аварийности в строительстве и на транспорте путем повышения надежности и эффективности функционирования несущих конструкций ответственного назначения.

Опубликованность результатов диссертации в научной печати.

Все основные результаты и выводы диссертации в полной мере опубликованы в 18 научных работах, включая 5 статей в изданиях перечня ВАК для публикации диссертационных исследований по данной специальности; а также сборниках докладов научных конференций.

Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК.

Результаты исследований представлены в диссертационной работе в логической последовательности. Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ВАК Республики Беларусь. Содержание автореферата соответствует диссертационной работе.

Соответствие научной квалификации соискателя учёной степени, на которую он претендует.

Научная квалификация Яковлева Александра Александровича соответствует учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела, о чем свидетельствует сложность решенных в диссертационной работе задач, способность соискателя разрабатывать новые методы решения этих задач, самостоятельно анализировать и обобщать полученные данные.

Недостатки диссертации. При чтении диссертационной работы и автореферата выявлены следующие недостатки:

1. Понятия «активные» и «пассивные» методы тепловой диагностики, упоминаемые в разделе «научная новизна», следует ввести заранее, в разделе «Введение»,

2. В п. 4 раздела «Научная новизна» при описании разрушения предварительно охлажденных образцов говорится об «изменении вида изломов листовых образцов (от скола к квазихрупким)», а в п. 3. Раздела «Положения, выносимые на защиту», в данном контексте говорится об «изменении вида излома с вязкого на квазихрупкий», что более верно.

3. Для дополнительного подтверждения новизны выносимых на защиту разработанных соискателем контрольных образцов и методики экспериментального исследования, было бы целесообразно запатентовать их как технические решения в виде соответствующего устройства и способа определения деформационных тепловых полей.

4. Не все параметры выражения (1) для расчета температуры в точке тела при наличии сосредоточенного источника тепла (с. 10 автореферата) расшифрованы.

5. В диссертационном библиографическом списке из 178 наименований всего 15 источников опубликованы за последние 10 лет.

6. В автореферате и диссертации присутствуют не вполне корректные либо неудачные в терминологическом отношении словосочетания, например: «бездефектная работа стали» (с. 3 автореферата), «решения узлов и соединений» (с. 6 автореферата); «эффект пластического тепловыделения» (с. 8 автореферата); в большинстве случаев вместо часто употребляемого слова «фиксация» температурных полей и т.п. следует использовать термины «регистрация» или

«измерение»; применительно к плитам вместо термина «грузоподъемность» лучше использовать термин «несущая способность».

Вместе с тем, отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертации, поскольку они не подвергают сомнению ее высокую научную новизну и значимость, а также большое прикладное значение.

Анализ опубликованных работ и содержания диссертации позволяют заключить, что основные результаты и положения, выносимые на защиту, обоснованы, достоверны и получены соискателем самостоятельно.

Диссертация Яковлева Александра Александровича «Прогнозирование разрушения стальных листовых элементов с концентраторами напряжений на основе кинетики пассивных тепловых полей» по актуальности и научной новизне и значимости полученных результатов соответствует требованиям, установленным главой 3 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Соискатель Яковлев Александр Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 за новые научно-обоснованные, значимые в научном и прикладном отношении результаты в области экспериментальной механики в части разработки методов исследования процесса разрушения стальных листовых элементов конструкций на основе закономерностей деформационного теплообразования.

Официальный оппонент

Заведующий лабораторией механики композитов и биополимеров

Государственного научного учреждения

«Института механики металлополимерных систем

имени В.А. Белого

Национальной академии наук Беларуси»,

к.т.н., доцент

Шилько Сергей Викторович

Личную подпись Шилько Сергея Викторовича
удостоверяю

Ведущий эксперт
246050, Беларусь, г. Гомель, ул. Кирова, д. 32а
Тел.: + 375 232 34 06 31



*В совет поступил
10.06.2025
10.06.25
Шилько*

*П.И.
с отзывом ознакоми
Яковлев А.А. 11.06.2025*