

ОТЗЫВ

официального оппонента В.П. Вавилова

на диссертационную работу Изюмовой Анастасии Юрьевны

“Исследование эволюции источников тепла в процессе упруго-пластического деформирования металлов и сплавов”, представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Актуальность темы.

Актуальность диссертационных исследований обоснована автором, прежде всего, в связи с сохраняющейся в науке и технике тенденцией по разработке новых конструкционных материалов, анализу их текущего состояния и прогнозированию рабочего ресурса. С данным тезисом сложно не согласиться, поскольку он выражает важность материаловедения в современном технологическом обществе. В связи с усложнением технических систем, ростом технических аварий и катастроф исследование механизмов разрушения материалов и изделий остаются весьма актуальным. Очевидно, что такие исследования связаны с анализом упруго-пластического деформирования твердых тел. Анализ феноменов разрушения на микроскопическом уровне представляет значительный интерес для академической науки, в то же время инженерная практика зачастую может быть ограничена изучением макроэффектов, к которым относятся тепловые эффекты, сопровождающие циклическое и квазистатическое нагружение, зарождение и рост усталостных трещин, а также полное разрушение сплошной среды.

В соответствии с принятой автором методологией исследований дополнительным фактором актуальности диссертации А.Ю. Изюмовой является целесообразность применения метода инфракрасной (ИК) термографии для анализа вышеупомянутых термоупругих феноменов в сплошных средах. ИК термография не является новым методом в практике мировых и отечественных исследований, однако новый импульс для ее развития возник в последнее десятилетие в связи с драматическим улучшением показателей современных ИК тепловизоров, включая их коммерческую доступность и возможность применения методов компьютерной обработки изображений.

Научная новизна.

Автором сформулированы 3 пункта научной новизны, которые сводятся к следующему.

1. Разработка комплекса алгоритмов обработки данных при изучении деформирования твердых тел, прежде всего, с использованием метода ИК термографии.

С данным пунктом можно согласиться. Автором действительно предложены новые подходы к оценке энергетических факторов разрушения металлов и отстройки от экспериментальных помех и методических ошибок тепловизионных измерений.

2. Разработка новой методики определения величины J-интеграла.

С данным пунктом можно согласиться.

3. Получено новое кинетическое соотношение, описывающее распространение усталостных трещин в металлах.

С данным пунктом в целом можно согласиться; по данному пункту см. Замечание 1.

По мнению оппонента, полученные диссертантом теоретические и экспериментальные данные позволяют сформулировать и дополнительные тезисы научной новизны. Например, после некоторой дополнительной проработки соответствующего аспекта исследований, это относится к оценке теплотерь контролируемых образцов в условиях конкретного эксперимента, что позволяет повысить точность определения мощности тепловых источников в деформируемом теле. Также заслуживает внимания вывод о том, что по величине и скорости изменения накопленной энергии можно определить момент разрушения (такие исследования проводились и ранее, но А.Ю. Изюмовой получены представляющие интерес конкретные экспериментальные результаты).

Степень обоснованности и достоверности результатов.

В научном плане, автор часто ссылается на данные других исследователей и сравнивает с ними свои оригинальные результаты. Научные результаты диссертационных исследований находятся в русле определенных подходов (существующих научных школ), что служит фактором обоснованности результатов, а также свидетельствует о дальнейшем развитии существующих воззрений на упруго-пластический характер разрушения металлов. Диссертант применяет известные научные инструменты и апробированные методики измерений, что также подтверждает достоверность полученных экспериментальных результатов.

Научная и практическая значимость.

В рамках сформулированной выше актуальности диссертационных исследований А.Ю. Изюмовой, по нашему мнению, удалось создать новые элементы научных знаний и внести вклад в материаловедческую науку и практику.

С точки зрения практики теплового контроля, диссертантом создана экспериментальная установка и получены интересные для практики результаты. В порядке дискуссии можно отметить, что, даже с учетом академического характера работы,

было бы целесообразно обозначить практические задачи, где разрабатываемый автором метод исследований может быть внедрен.

Анализ содержания диссертации.

Введение содержит все необходимые элементы, выражающие сущность выполненных диссертационных исследований.

Первая глава является обзорной, описывает существующие подходы к анализу процессов накопления и диссипации тепловой энергии при деформировании и разрушении твердых материалов, а также обобщает особенности использования ИК термографии при контроле металлических объектов, подверженных смещению в процессе записи ИК фильмов.

Вторая оригинальная глава описывает экспериментальную аппаратуру и алгоритм обработки потока ИК изображений, позволяющий осуществить стабилизацию съема пиксельной информации путем слежения за поверхностным маркером. Для расчета поля мощности источников тепла предложено использовать классическое уравнение теплопроводности параболического типа с внутренними источниками тепловыделения, адаптированное к испытанию образцов под циклической и растягивающей нагрузками. В данной главе подробно описана конструкция и испытания тепломера на основе эффекта Пельтье. Верификация данного прибора названа калибровкой ИК измерений, что, по-видимому, не совсем точно, поскольку ИК тепловизоры измеряют температуру, но не мощность тепловых потоков.

Третья оригинальная глава содержит расчет изменения тепловой энергии испытуемых объектов, в особенности, анализируется баланс тепловой энергии в устье растущей трещины, на основе чего предложена методика оценки величины J-интеграла по результатам ИК измерений. Накопленная энергия рассматривается в качестве параметра процесса разрушения твердого тела. Сделан вывод о том, что определение этого параметра может быть положено в основу экспрессной методики оценки состояния и ресурса конструкций. Методика оценки J-интеграла является оригинальной и дана в сравнении с другими подходами. Независимо от других авторов установлено, что скорость роста трещины в стационарном режиме пропорциональна произведению скорости диссипации энергии и длины трещины.

Заключение по диссертации кратко суммирует результаты выполненных исследований.

Язык и оформление диссертации

Диссертация А.Ю. Изюмовой написана ясным языком, стиль изложения материала логичен, иллюстративный материал целесообразен и хорошего качества. В ряде случаев рисунки снабжены надписями только на английском языке, хотя само по себе это не является существенным недостатком. Число обнаруженных в тексте диссертации опечаток невелико и не рассматривается в настоящем отзыве в качестве замечания: с. 14 («телпа» вместо «тепла»), с. 40 («засчет» вместо «за счет», с. 56 («в последствие» вместо «впоследствии»), и многократно «по средствам» вместо «посредством».

Замечания.

1. Поскольку коэффициент пропорциональности в выражении (3.59) не определен, можно говорить об установленной зависимости скорости роста трещины от наблюдаемых энергетических параметров, но не о выводе строгого кинетического уравнения.

2. На с. 29 имеет место неточная фраза о том, что «ИКТ позволяет измерять осредненную по толщине образца температуру». На самом деле, ИК измерения связаны с поверхностной температурой оптически непрозрачных твердых тел, а диссертантом сделано допущение о возможности осреднения температуры по толщине исследуемых образцов. В противном случае, пришлось бы рассчитывать распространение тепла по третьей (глубинной) координате, что для низкотеплопроводных материалов может привести к эффектам запаздывания температурных сигналов во времени.

3. Введенная автором константа τ есть, по-видимому, константа эксперимента, а не материала; ее размерность $[1/c]$ не связана с потерями тепла; ее стационарность под вопросом. На с. 65 вводится другая константа β (ее величина дана в Табл. 2.10, но без размерности), которая по «расшифровке» близка к τ ; наконец, на с. 92 под β понимается безразмерная доля работы

4. Имеются спорные, или неточные, утверждения: 1) о том, что ИК тепловизоры калиброваны в условных (DL) единицах (имеется множество приборов, калиброванных в единицах радиационной температуре, т.е. по АЧТ); 2) о связи скорости тепловизионной съемки 50-200 Гц и адиабатического характера теплообмена на металлических образцах (в теплофизике условие адиабатичности обычно связывают с критерием Био $< 0,1$); 3) на с. 57 скорость диссипации выражена в единицах объемной плотности мощности Вт/м³; 4) декларируемая основная погрешность тепломера (1 %) сомнительна, поскольку типичные коммерческие приборы характеризуются погрешностью 5-6 %.

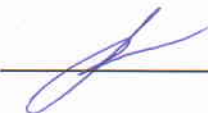
Общий вывод по работе.

Диссертация А.Ю. Изюмовой представляет собой ценное в научном плане, полезное и «интересное» исследование, выполненное в русле работ известной школы, сложившейся в Институте механики сплошных сред УрО РАН. Отмеченные выше недостатки носят рабочий характер и не влияют на положительную оценку диссертации.

Заключение.

Диссертация «Исследование эволюции источников тепла в процессе упруго-пластического деформирования металлов и сплавов» отвечает требованиям «Положения о присвоении ученых степеней» П.9, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Изюмова Анастасия Юрьевна заслуживает присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией тепловых методов контроля ФГАОУ «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»


В.П. Вавилов

Подпись В.П. Вавилова удостоверяю.

Директор Института неразрушающего контроля




В.Н. Бориков

МП

Сведения об оппоненте

Вавилов Владимир Платонович

Должность: заведующий лабораторией ФГАОУ «Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Адрес: 634050 г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел.: 8 (3822) 41 87 12
e-mail: vavilov@tpu.ru

30.12.2014

подпись



В.П. Вавилов

Я, В.П. Вавилов, даю согласия на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись В.П. Вавилова удостоверяю.

Директор Института неразрушающего контроля


В.Н. Бориков