

**ОТЗЫВ**  
на автореферат диссертации  
**Изюмовой Анастасии Юрьевны**

**"ИССЛЕДОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛА В ПРОЦЕССЕ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ",**

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела

Судя по автореферату, диссертационная работа А.Ю.Изюмовой посвящена разработке методики исследования термодинамических процессов, связанных с упруго-пластическим деформированием металлов и сплавов, определению баланса энергии в материале на основе данных инфракрасной термографии (ИКТ), исследованию особенностей диссипации и накопления энергии при локализации пластической деформации, зарождении и распространении трещин в условиях циклического и квазистатического нагружения.

Представленная тема является актуальной, потому что, как справедливо отмечает автор, необходимость разработки материалов и конструкций с заранее заданными свойствами требует развития научного подхода, включающего в себя совокупность моделей, численных алгоритмов и экспериментальных методов верификации состояния материала в ходе эксплуатации и оценки его эксплуатационного ресурса.

Значимость работы обусловлена важной задачей разработки высоконадежных современных конструкций различного назначения и адекватных моделей их поведения в различных условиях эксплуатации. Кроме этого получены новые данные о термодинамике процесса распространения усталостных трещин, что повышает надежность оценки прочности материалов и конструкций при внешних воздействиях.

Исходя из автореферата работа, безусловно, обладает новизной, к основным составляющим которой следует отнести:

- разработку и реализацию алгоритмов обработки экспериментальных данных, позволяющих проводить расчет мощности источников тепла в процессе деформирования металлов с учетом шумов экспериментального оборудования, циклического движения образца и нелокальности теплообмена образца с окружающей средой;
- получение нового кинетического соотношения, описывающего распространение усталостных трещин в металлах по данным скорости диссипации энергии.

Достоверность полученных результатов подтверждена соблюдением методологии проведения эксперимента, использованием проверенного метрологического оборудования, воспроизводимостью результатов и согласием

полученных закономерностей с данными других авторов. Достоверность расчетов и теоретических результатов обеспечиваются корректностью математических постановок задач, проведением тестовых расчетов, сопоставлением численных результатов с аналитическими решениями и результатами других исследователей.

В автореферате диссертации кроме этого приведены основные положения, выносимые на защиту (пять положений), указана аprobация результатов работы, отмечен личный вклад автора.

Основное содержание диссертации, как следует из автореферата, составляют три главы, посвященные отдельным направлениям работы. Помимо обзора работ по исследованию процесса накопления и диссиpации энергии с критическим анализом использования метода ИКТ (глава 1), интересной представляется глава 2, где приведены результаты разработки алгоритмов, позволяющих использовать метод ИКТ для исследования термодинамических процессов, протекающих при разрушении материалов. Здесь значительная часть работы связана с разработкой алгоритма компенсации движения образца относительно регистрирующей поле температур ИК камеры. Кроме этого достаточно серьезной частью работы является расчет поля мощности источников тепла с использованием данных с поверхности образца и усредненного по толщине образца уравнения теплопроводности. Серьезной также представляется отработка контактного датчика потока тепла на основе элементов Пельтье и получение хорошего согласия данных контактного датчика и ИКТ в процессе циклического деформирования образца с трещиной (сталь 8Х18Н10Т). Т.е. мощность источника тепла можно адекватно измерять двумя независимыми методами.

Судя по автореферату хорошей частью работы представляется глава 3, где выполнено экспериментальное исследование эволюции доли запасаемой в материале энергии при усталостных и квазистатических испытаниях на основе данных ИКТ. Исследовались титановый сплав ОТ-4 и армко-железо. Здесь наиболее важным является следующий вывод из полученных результатов: при приближении материала к моменту разрушения изменение запасаемой в материале энергии достигает некоторого критического значения, а скорость запасания энергии стремится к нулю. Это согласуется с данными других авторов. Учитывая сходство термодинамических данных, полученных при квазистатическом и циклическом нагружениях, автор предлагает указанное изменение запасаемой в материале энергии использовать для предсказания момента разрушения материала

К замечанию следует отнести следующее.

1. Неясно с какой точностью использованное уравнение теплопроводности описывает распределение температуры по толщине образца, что важно для оценки приближения материала к разрушению.

2. Приводя графики зависимости мощности источника тепла от времени (рис 3) автор не характеризует ход зависимостей, в частности, некоторое снижение мощности источника после ~700 с нагружения и рост мощности начиная с ~2500 с.

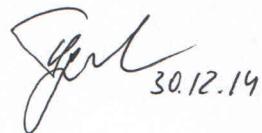
3. При определении величины J-интеграла автор базировался на предположении, что большая часть работы пластической деформации переходит в тепло. Автор не поясняет конкретную величину «большой части» работы, например, 80%, или 90%. Для оценки перехода работы пластической деформации в теплоту известный исследователь G.T.Gray III, брал величину 90%, однако вычисленная таким образом температура не совпадала с металлографическими данными испытанных образцов.

Так как опыты были проведены при статических скоростях нагружения и температуры образцов были невысокие (судя по автореферату не более 40 °C), в качестве пожелания можно предложить применить разработанные подходы для оценки термодинамических процессов в опытах при более высоких скоростях деформации, например, в опытах по методу составных стержней Гопкинсона.

В целом, судя по автореферату, диссертационная работа А.Ю.Изюмовой является научно-квалификационной работой на актуальную тему, выполненной на высоком научно-техническом уровне, и соответствует требованиям «Положений ВАК...». В работе решена значимая проблема исследования термодинамики пластического течения, созданы надежные алгоритмы обработки данных ИКТ, получены новые данные о балансе энергии в процессе деформирования и разрушения стали и титанового сплава. Результаты работы можно использовать в различных отраслях народного хозяйства, например, для проектирования высоконадежных образцов современной техники. Полученные результаты вносят существенный вклад в развитие экспериментальной и теоретической базы механики твердого тела.

Считаю, что автор диссертации А.Ю.Изюмова достойна присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Отзыв составил начальник сектора  
РФЯЦ-ВНИИЭФ, доктор технических наук



30.12.14

В.А. Пушкин

Виктор Алексеевич Пушкин, Российский Федеральный Ядерный Центр-  
ВНИИЭФ, 607190, г.Саров, Нижегородская обл., пр.Мира, 37,  
р.тел. 8-(83130)-202-10, E-mail: v.a.pushkov@ifv.vniief.ru

Подпись В.А. Пушкина заверяю:



которое заверено Борисом Березиным / спец. по кадрам