

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

на диссертацию 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

**Актуальность темы диссертации.** В настоящее время актуальным является комплексное исследование проблем механики разрушения с помощью современных методов мониторинга состояния материала в условиях действия циклических нагрузок. В частности, к таким методам можно отнести метод инфракрасной термографии, позволяющий бесконтактным путем регистрировать изменение температуры поверхности материала непосредственно во время нагружения. Исследование термодинамики процесса разрушения представляет значительный интерес как с точки зрения построения соответствующих адекватных физико-математических моделей и критериев разрушения, так и для инженерной оценки параметров процесса разрушения.

Следует отметить, что изменение структуры материала, являющееся следствием механического воздействия, отражается на энергетическом состоянии материала, что принципиально позволяет использовать термодинамические характеристики в качестве критериальных параметров механики разрушения. Возникающие при деформировании материала источники тепла непосредственно связаны с очагами локализации пластической деформации, а их бесконтактный мониторинг и количественная оценка позволяют прогнозировать инициирование разрушения. К одному из перспективных методов бесконтактного мониторинга следует отнести метод инфракрасной термографии, который является одним из наиболее активно развивающихся методов экспериментальной механики деформируемого твёрдого тела. Вместе с тем, метод инфракрасной термографии требует дальнейшего развития в плане анализа и количественной оценки энергетического поведения материалов в процессе упругопластического деформирования и разрушения. Кроме того, особое внимание необходимо уделить методологическим основам проведения исследований и алгоритмов обработки данных, получаемых методом инфракрасной термографии.

На решение вышеотмеченных проблем и направлена диссертационная работа соискателя, в которой с применением метода инфракрасной термографии исследована эволюция источников тепла в процессе упругопластического деформирования и разрушения металлов и сплавов. Поэтому тему диссертации Изюмовой Анастасии Юрьевны следует считать актуальной и удовлетворяющей соответствующим требованиям ВАК РФ.

#### **Достоверность и новизна основных выводов диссертации.**

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, в каждой из которых представлены основные результаты и выводы, и списка литературы. По содержанию диссертации сделано заключение, содержащее пять выводов.

Структура диссертации и выводов логично отражает последовательность решения поставленных соискателей задач, а именно: критический анализ метода инфракрасной термографии применительно к исследованию процесса циклического деформирования материалов; формулировка целей и задач исследований; разработка метода расчета мощности источников тепла в процессе деформирования и разрушения металлов по данным инфракрасной термографии; разработка основных алгоритмов обработки данных, получаемых методом инфракрасной термографии; экспериментальное исследование процессов диссиpации энергии в металлах при упругопластическом деформировании и разрушении в условиях квазистатического и циклического нагружения и распространения трещин.

Соискателем разработана процедуры компенсации движения образца относительно объектива камеры при циклических испытаниях, фильтрации данных от шумов, вызванных воздействием оборудования и окружающей среды, а также процедуры расчеты поля мощности источников тепла по экспериментальным данным поля температуры поверхности образца. Кроме того, разработан метод контроля точности получаемых на основе метода инфракрасной термографии данных мощности источников тепла.

Для анализа закономерностей распространения трещины при упругопластическом деформировании металлов автором предложена теоретическая модель процессов диссиpации энергии в вершине трещины и соответствующее кинетическое соотношение для распространяющейся трещины в условиях циклического нагружения.

Заслуживает внимание предложенный соискателем метод определения J-интеграла по данным инфракрасной термографии. Следует также отметить экспериментальные исследования термодинамики процесса распространения усталостных трещин с помощью метода инфракрасной термографии и разработанного контактного датчика потока тепла.

Достоверность и обоснованность основных выводов по диссертационной работе подтверждается применением современного специализированного оборудования и поверенных средств измерений, корректностью математических постановок задач и проведением тестовых расчетов, а также соответствием полученных результатов по различным методикам.

**Значимость результатов для науки и практики** состоит в разработке алгоритмов обработки данных инфракрасной термографии, позволяющих оценивать значение мощности источников тепла, связанных с пластическим деформированием и разрушением металлов в условиях квазистатического и циклического нагружения; создании теоретической модели процессов диссипации энергии в вершине трещины и установлении нового соотношения, отражающего связь между скоростью роста усталостной трещины, её длиной и мощностью диссипации энергии.

Разработанная автором оригинальная методика экспериментального определения J-интеграла по значениям диссипированной энергии может быть успешно использована в качестве инженерной методики для анализа прочности и живучести критически важных элементов конструкций, поврежденных трещиноподобными дефектами.

**Оценка диссертации.** Диссертация написана достаточно подробно и хорошо иллюстрирована схемами и графиками. По содержанию диссертации можно сделать следующие замечания:

1. В разделе 3.2 излишне подробно изложены широко известные теоретические основы и традиционные методы определения J-интеграла.
2. Формула (3.23) корректна и может быть использована лишь для тела неограниченных размеров и не содержит поправочных функций на геометрию тела и схему нагружения.
3. Автор пренебрегает упругой составляющей J-интеграла, не оценивая ее вклад в общее значение J-интеграла при упругопластическом деформировании.

4. На рис. 3.17 отсутствуют единицы измерения представленных параметров.
5. В работе следовало бы оценить погрешности измеряемых и расчетных параметров.

Сделанные замечания не отражаются, однако, на положительном решении по диссертации.

**Заключение.** Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, посвященную применению метода инфракрасной термографии для исследования эволюции источников тепла в процессе упругопластического деформирования и разрушения металлов. Основное содержание диссертации отражено в периодической печати и доложено на конференциях и семинарах. Автореферат диссертации в целом правильно и полно отражает ее содержание.

Диссертация удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, А.Ю. Изюмова, заслуживает искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела» за исследование эволюции источников тепла в процессе упругопластического деформирования металлов и сплавов.

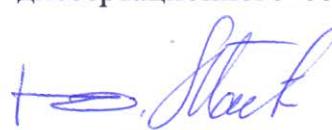
Должность: заместитель директора ФГБУН «Институт машиноведения  
им. А.А.Благонравова РАН» по научной работе

Адрес: 101990 Москва, Малый Харитоньевский пер., 4

Тел.: (499)135 12 04

e-mail: ygmatvienko@gmail.com

Я, Ю.Г. Матвиенко, даю согласия на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



/Ю.Г.Матвиенко

подпись

расшифровка

12.07.2015г.



Подпись Ю.Г. Матвиенко удостоверяю

Ген. секретарь с.р. Благонравов