

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию Буханько Анастасии Андреевны
«Теория пластического течения в механике разрушения и её
приложения», представленную на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04
– механика деформируемого твердого тела

Диссертация посвящена описанию процессов зарождения и распространения трещин на основе теории пластического течения в рамках модели жесткопластического тела.

Актуальность темы диссертации обусловлена отсутствием единого подхода для описания процесса разрушения материала, включающего исследование момента зарождение трещины в материале и условия ее распространения. Состояние развития механики разрушения определяется использованием, как правило, деформационной теории пластичности в качестве теоретической базы, при этом решение конкретных задач связано с использованием тензоров малых деформаций, что не всегда приводит к желаемому результату. Кроме того, основным направлением исследований в механике разрушения является процесс распространения трещин, тогда как вопрос описания закономерностей зарождения трещины остается в определенном смысле открытым. Для устранения указанных недостатков в диссертационной работе предложен подход к описанию процессов разрушения в рамках теории пластического течения на основе модели жесткопластического тела при конечных деформациях.

Диссертация содержит 205 страниц основного текста, состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованных источников из 210 наименований, содержит 50 рисунков и 1 таблицу. Приложение содержит сведения об экспериментальных и теоретических данных, обосновывающих использование введенного в работе условия пластичности. Общий объем диссертации с приложениями – 209 страниц.

Наиболее существенными результатами диссертации являются:

- 1) методы аналитического расчета полей деформации и диссипации энергии при описании процессов деформирования и разрушения материала на примере модельных задач;
- 2) построение поверхности нагружения и формулировка условия пластичности, уравнения которых содержат второй и третий инварианты тензора напряжения, и сохраняющие характер гиперболичности определяющих соотношений теории пластического течения;
- 3) формулировка критериев разрушения материала: доведения до предельного состояния (зарождение трещины) и образования новых элементов свободных поверхностей (распространение трещины), на основе единой критериальной величины, в качестве которой выбрана удельная диссипация энергии;
- 4) обоснование применения предложенного подхода к оценке влияния

деформационных процессов в технологии изготовления элементов конструкций и их истории эксплуатации на трещиностойкость материалов.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1) процесс достижения материалом предельного состояния рассматривается с позиций теории пластического течения в рамках модели упрочняющегося несжимаемого жесткопластического тела;

2) процесс распространения трещины предложено рассматривать в рамках теории пластического течения на основе модели идеального несжимаемого жесткопластического тела;

2) соотношения, определяющие поверхность нагружения и условие пластичности, содержат второй и третий инварианты тензора напряжения, что приводит к нарушению пропорциональности между компонентами тензора скорости деформации и девиатора напряжения, и изменяет формулировку энергетического условия развития пластического течения;

3) выбор в качестве меры деформаций тензора конечных деформаций и рассмотрение предельной траектории движения частиц в пластической области позволяют получить аналитические распределения полей деформаций и удельной работы внутренних сил, и исключить сингулярность удельной диссипации энергии в окрестности вершины трещины.

Результаты диссертационной работы являются **значимыми** для разработки методов оценки влияния технологических параметров и эксплуатационной наследственности на приближение материала к предельному состоянию, связанных с различными деформационными процессами (механическая обработка элементов конструкций на стадии изготовления и эксплуатации, повреждение материала при различных взаимодействиях в процессе эксплуатации).

Практическая ценность диссертации состоит в возможности использования теоретических результатов исследования при разработке методов расчета на прочность, а также при реализации компьютерных моделей различных деформационных процессов, связанных с пластическим деформированием, в частности, внедрение предложенного в работе подхода в пакеты программ конечноэлементного анализа.

Обоснованность и достоверность полученных результатов обеспечивается корректным применением математического аппарата и законов механики деформируемого твердого тела, соотношений теории малоцикловой усталости и механики разрушения; адекватностью модельных математических представлений реальному поведению материала при его деформировании и разрушении; сравнением полученных аналитических решений с известными теоретическими и экспериментальными данными.

Содержание диссертации по областям исследования соответствует пп. 1, 2, 5, 6, 7 паспорта специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела. По теме диссертации автором опубликовано 54 работы, из них 18 статей – в рецензируемых журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК, в которых основные научные

результаты диссертации отражены достаточно полно. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

По содержанию диссертации имеются следующие замечания:

1. Как понять фразу на стр. 69 «...при движении двух частиц, достаточно близко примыкающих к вершине выреза сверху и снизу, расстояние между новым положением одной частицы до продолжения свободной поверхности, в положение которой переместится вторая частица, определяется выражением...». Видимо автор хотел сказать, что расстояние между частицами будет увеличиваться, но это ни в коей мере не свидетельствует о разрушении материала.

2. В разделе 2.3.3 рассматривается несимметричное пластическое течение в окрестности вершины углового выреза, но не сказано о причинах проявления несимметричности. Если материал однороден, полная симметрия в нагрузках и в геометрии, то откуда появляется несимметричное деформирование? Наблюдается ли такое явление в экспериментах?

3. Стр. 137. Поверхность нагружения предлагается строить на основе экспериментов по одноосному деформированию плоских и цилиндрических образцов. Можно ли данные одноосного деформирования переносить на трехосное напряженное состояние? Не нужно ли дополнить эти данные экспериментами на кручение и растяжение/сжатие с обжимом?

4. Странный рис. 5.2 на стр. 156. Почему пластическая область обрезана отрезком BE ? В статье Райса [140, стр. 286, рис. 23] совсем другая картина.

5. Стр. 172. Почему угловой вырез затупляется, а трещина нет? Расчет методом конечных элементов показывает, что прямолинейная острыя трещина нормального отрыва в упругопластическом материале должна затупляться. Чем трещина отличается от углового выреза?

Отмеченные недостатки не снижают научную и практическую значимость проведённого исследования.

Оценивая работу в целом, следует отметить ее высокий научный уровень, строгую обоснованность решений при изложении их в тексте диссертации, актуальность и ценность результатов, как с теоретической, так и с практической точек зрения.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования и взаимосвязью выводов. Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Диссертация соответствует специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела (по отраслям: физико-математические науки) и является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных лично автором исследований сформулирован новый подход к описанию процесса разрушения как совокупности процессов достижения материалом предельного состояния и распространения трещины в рамках теории пластического течения на основе модели несжимаемого

жесткопластического тела; представлены новые методы расчета модельных и прикладных задач теории пластического течения и механики разрушения.

Диссертация соответствует требованиям пп. 9, 10 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) в части, касающейся ученой степени доктора наук, а ее автор Буханько Анастасия Андреевна достойна присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Оппонент согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и дальнейшую их обработку.

Ведущий научный сотрудник лаборатории механики разрушения материалов и конструкций Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН,
д.ф.-м.н., профессор

Кургузов Владимир Дмитриевич

26.08.2013

630090 Новосибирск, пр-т Лаврентьева, 15
ИГИЛ СО РАН
тел.: +7(383)333-17-46, 333-21-79
e-mail: kurguzov@hydro.nsc.ru

