

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Билалова Дмитрия Альфредовича
«Механизмы локализации деформации и разрушения в металлах
при динамическом нагружении», представленной к защите на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела**

Процесс локализации пластической деформации в металлах и сплавах при динамическом нагружении определяется множеством факторов, таких как скорость и величина деформации, температура, характер эволюции структуры, поэтому его рассмотрение невозможно вне применения комплексного подхода. Особого внимания при этом заслуживает механизм динамического разрушения, связанный с формированием полос адиабатического сдвига, свойственный большинству вязких материалов при высокоскоростном деформировании.

При моделировании процесса локализации пластической деформации традиционно используют подход, основанный на расчёте двух параметров, отвечающих за эволюцию структуры материала: тензор плотности микродефектов и параметр структурного скейлинга, определяемый как отношение среднего размера дефектов от расстояния между ними. Однако открытым является вопрос о влиянии температуры на структурные механизмы инициирования и развития процесса локализации деформации. Ввиду этого, научная работа Билалова Дмитрия Альфредовича, посвящённая учету обоих механизмов разупрочнения, а именно термического, равно как и дефектного, при моделировании локализации пластической деформации и записи соответствующих уравнений в системе определяющих соотношений с использованием внутренних переменных, является **актуальной**.

По итогам проведённого исследования Билаловым Дмитрием Альфредовичем предложена математическая модель, связывающая механизмы релаксации с ростом дефектов и позволяющая описать процессы неупругого деформирования и разрушения металлов и сплавов при динамическом нагружении. Проведена численная реализация построенной модели в виде программы в конечно-элементном пакете Abaqus для проведения вычислительного эксперимента. Для материалов АМг6, А6061 и 25ХН3МФС предложено обоснование роли кинетики дефектов, проведена количественная оценка вкладов термического и дефектного разупрочнений в процесс локализации пластической деформации и разрушения в зависимости от скорости деформирования. Разработан алгоритм проверки адекватности модели для учета эффекта термического разупрочнения на основе данных натурального эксперимента.

В качестве **теоретической значимости** работы необходимо отметить разработку соискателем математической модели, отражающей связь механизмов структурной релаксации с развитием пластической неустойчивости и разрушения в условиях локализованного сдвига при динамическом нагружении. **Практическая значимость** работы заключается в разработанной методике определения параметра характерной температуры, при помощи которой можно находить константы модели для широкого класса материалов (металлы и сплавы). Это позволяет прогнозировать прочностные характеристики реальных конструкций в условиях высокоскоростного деформирования.

Достоверность результатов численного моделирования подтверждается удовлетворительным соответствием экспериментальным данным, проведенным анализом сходимости, а также сопоставлением с результатами других авторов.

Основные результаты опубликованы в 28 печатных работах, в том числе 5 – в изданиях, рекомендованных ВАК, 5 – в изданиях, входящих в базу цитирования Web of

Science и Scopus, а также в полной мере были представлены на международных и российских конференциях.

По тексту автореферата имеется ряд **замечаний**:

1. В работе проведено комплексное исследование поведения материалов АМгб, А6061 и стали 25ХНЗМФС при динамическом нагружении, однако из текста автореферата остаётся не до конца ясным, почему были выбраны именно эти материалы, и почему для них актуальны исследования, связанные с динамическим нагружением.
2. Используемую в работе формулировку «численная реализация модели в виде программы в пакете Abaqus» следует считать не совсем удачной.
3. Автором не даны пояснения либо трактовка причин заметного расхождения результатов расчётов и экспериментальных данных на графиках, представленных на рис. 4а и 7. Кроме того, на рис. 7 для экспериментальных результатов наблюдается выраженный минимум (экстремум) температуры. Автор, к сожалению, оставил данный факт без комментария.

Указанные замечания имеют частный характер, и не отражаются на сути защищаемых выводов и положений. Таким образом, диссертационная работа по своим целям, задачам, **актуальности**, содержанию, методам исследований и **научной новизне** результатов, их **научной и практической значимости** соответствует паспорту специальности 01.02.04. Судя по автореферату, диссертационная работа соответствует требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в том числе п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Билалов Дмитрий Альфредович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

На обработку персональных данных согласен.

Зам. директора ИФПМ СО РАН по НР
Зав. лабораторией механики полимерных
композиционных материалов ИФПМ СО РАН
ученая степень: доктор технических наук,
шифр научной специальности 01.02.04 –
Механика деформируемого твердого тела
ученое звание: профессор по специальности,
профессор РАН
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт физики прочности
и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук
г. Томск, проспект Академический 2/4, 634055
Тел. +7 (3822) 286-904
E-mail: svp@ispms.tsc.ru

Панин Сергей Викторович



Подпись С.В. Панина заверяю
Ученый секретарь ИФПМ СО РАН
кандидат физико-математических наук

Дата подписания отзыва



Н.Ю. Матолыгина
22 мая 2018 г.