

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Билалова Дмитрия Альфредовича *“Механизмы локализации деформации и разрушения в металлах при динамическом нагружении”*, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Хорошо известно, что на процессы упруго-пластического деформирования и разрушения твердых тел существенное влияние оказывает исходная структура нагруженного материала. При этом в процессе нагружения могут включаться различные механизмы, соответствующие различным структурным уровням и мезоуровням материала, связанные, например, с размножением и распространением дислокаций, формированием двойников, ротационным движением отдельных блоков и т.п. Однако понятно, что инициирование деформационной структуры материала происходит на гораздо более «глубоком» уровне структуры – атомарно-кластерном, где и начинают формироваться т.н. «протодислокации», зарождаются «прото» и точечные дефекты. Получение экспериментальной информации о процессах деформирования на различных структурных и субструктурных, и особенно атомных и субатомных уровнях сопряжено с большими трудностями, обусловленными методическими особенностями. Исследования значительно усложняются при ударно-волновом воздействии на вещество, когда речь идет о динамическом деформировании твердых тел при микро-наносекундных и даже более коротких длительностях приложенной нагрузки. В связи с этим имеются лишь отдельные и немногочисленные экспериментальные работы, посвященные данной проблеме, когда для нагружения среды используются интенсивные импульсы лазерного излучения пико- и фемтосекундной длительности. Таким образом, задача, поставленная автором диссертации – понять роль переходов от одного структурного уровня к другому в инициировании процессов локализации пластической деформации металлов и использование для этого математической модели поведения материалов с учетом объемных структурных изменений, например, при термическом разупрочнении, несомненно, является актуальной и важной для адекватного описания деформационного поведения конструкционных металлов и сплавов при импульсном воздействии. Ее актуальность и важность, кроме того, обусловлена бурным развитием в настоящее время новых методов и технологий (например, аддитивных) для создания широкого класса т.н. ультрамелкозернистых материалов, упрочненных композитов и т.д., для предсказания прочностных свойств которых существенную роль играет понимание процессов деформирования и разрушения на различных структурных уровнях.

В диссертации была предложена структурно-феноменологическая модель высокоскоростного деформирования металлов и сплавов на основе широкодиапазонных определяющих соотношения, включая и кинетику дефектов. Автором проведена адаптация этой модели к реальным и широко используемым в промышленности конструкционным алюминиевым и стальным сплавам и осуществлена возможность ее использования в хорошо известном прикладном пакете Abaqus. Наиболее интересным результатом диссертации, на мой взгляд, является выполненная в диссертации количественная оценка вкладов термического и деформационного разупрочнения в процесс локализации пластической деформации при коротких временах воздействия.

Достоверность полученных результатов обусловлена использованием современных, хорошо опробованных методов численного эксперимента, всесторонним анализом эффектов, влияющих на результаты, а также сопоставлением полученных в работе данных с экспериментальными данными других исследователей. Научная новизна и оригинальность результатов, полученных автором диссертации, не вызывают сомнения. Материалы диссертации опубликованы в научных журналах очень высокого уровня, неоднократно докладывались на

конференциях различного уровня и хорошо известны специалистам в данной области. Автореферат диссертации написан лаконично, с хорошим качеством иллюстративного материала и в соответствии с правилами ВАК, заключение полностью отражает полученные в диссертации результаты.

В целом диссертация выполнена на современном научном уровне и является законченной научно-исследовательской работой, в процессе выполнения которой соискатель проявил глубокие знания предмета исследования, современной литературы по данному вопросу, высокий уровень теоретической подготовки. Таким образом, представленная работа удовлетворяет всем требованиям, установленным п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Правительством РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

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

Заведующий лабораторией реологических свойств  
конденсированных сред при импульсных воздействиях  
отдела экстремальных состояний вещества ИПХФ РАН,  
доктор физико-математических наук, профессор  
Разронов Сергей Владимирович.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«Институт проблем химической физики Российской академии наук».  
142432 г. Черноголовка Московской обл.,  
проспект академика Семенова, д.1.  
т. 496 522 1364  
E-mail: razsv@icp.ac.ru

