

Отзыв научного консультанта
на диссертационную работу Каминского Петра Петровича
«Необратимая деформация кристаллов как структурное превращение,
инициируемое изменением межатомного взаимодействия»
по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния
на соискание ученой степени доктора физико-математических наук

Несмотря на огромный массив экспериментальных и теоретических работ, посвященных исследованию пластической деформации кристаллов, на многие вопросы удовлетворительного ответа до сих пор получить не удалось. Основная причина заключается в том, что во всех существующих подходах атомы рассматриваются как классические частицы, взаимодействие между которыми, как правило, не зависит от структуры, а переход кристалла с одного энергетического уровня на другой (структурное превращение, связанное с зарождением и движением дефектов) при деформации происходит только под действием внешней силы и тепловых флуктуаций. На самом деле кристалл – это квантовая система. Электронные переходы между энергетическими уровнями при деформации кристалла (эффект Ландау-Зинера) приводят к изменению межатомных взаимодействий, дополнительным смещениям атомов и безбарьерному переходу от одной конфигурации атомов к другой. Этот аспект в теории деформируемого кристалла до сих пор не рассматривался, что и определяет актуальность и новизну проведенного в диссертации исследования. При изменении межатомного взаимодействия меняется динамика атомов во всем поперечном сечении образца, что делает применение известных методов расчета (молекулярная динамика, метод функционала плотности) чрезвычайно трудоемкими, а порой и невозможными. Поэтому в диссертации использован общий метод исследования структурных превращений в деформируемых кристаллах, развитый в теории систем, далеких от состояния равновесия, и основанный на выделении в системе параметров порядка. Результаты проведенного исследования и их новизна отражены в выводах и выносимых на защиту положениях.

В результате выполнения исследования получены новые научные результаты:

- о закономерностях и механизмах структурных превращений в деформируемых кристаллах при изменении межатомных взаимодействий;
- о механизмах зарождения пластического сдвига и микротрещины в кристалле, для реализации которых не требуются напряжения, близкие к теоретической прочности кристалла;

– о механизме влияния свободной поверхности кристалла на развитие необратимой деформации в его объеме;

– о закономерностях и факторах, определяющих формирование и распространение волн переключения (полос Людерса-Чернова) на стадии легкого скольжения, возбуждение и распространение бегущих автосолионов (системы движущихся полос локализованной деформации) на стадии линейного упрочнения и статических автосолионов (неподвижных полос локализованной деформации) на стадии параболического упрочнения;

– о механизмах влияния постоянного электрического потенциала на поверхности металлического проводника на ускорение его пластической деформации в условиях ползучести и импульсного электрического тока на снижение деформирующего напряжения при активной деформации.

Результаты проведенного исследования указывают на фундаментальную роль ранее не учитываемых квантовых свойств кристалла в процессах зарождения и развития пластической деформации на различных масштабных и структурных уровнях. Они могут быть использованы при решении задач о структурных превращениях в деформируемых средах при низких температурах, выяснении физических механизмов проявления аномально высоких скоростей массопереноса при пластической деформации. Достигнутое понимание роли поверхностного слоя на развитие пластической деформации в объеме кристалла может быть использовано при разработке технологий модификации поверхности материалов. Выявленные микроскопические механизмы влияния импульсного электрического тока на снижение деформирующего напряжения могут быть использованы для выбора параметров электрического тока в технологических процессах обработки материалов.

Все результаты, представленные в диссертации, получены либо самим Каминским П.П., либо при его непосредственном участии. Его личный вклад состоит также в формулировке задач и в разработке путей и методов их решения, в апробации результатов исследования и подготовке публикаций по выполненной работе, в анализе и обобщении результатов исследования.

Представленные в диссертации результаты отражены в 20-ти статьях, опубликованных в рекомендуемых ВАК российских научных журналах, 7 статьях в известных зарубежных изданиях, в одной переводной коллективной монографии, а также докладывались на международных и российских конференциях. Полученные результаты обладают существенной новизной и являются крупным научным достижением в области физики структурных превращений в деформируемых кристаллах.

Цель, поставленные задачи и полученные в диссертационной работе научные результаты соответствуют специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния. Как научно-квалификационная работа, диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения присуждения ученых степеней» для диссертаций на соискание ученой степени доктора физико-математических наук.

На основании вышеизложенного считаю, что Каминский Петр Петрович безусловно заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Научный консультант

Хон Юрий Андреевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией физики нелинейных сред федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук

634055, г. Томск, пр. Академический 2/4, (3822) 49-18-81,
<http://www.ispms.ru/>, root@ispms.tomsk.ru

18 мая 2015 г.

ЗАВЕРЯЮ
СЕКРЕТАРЬ ИФП СО РАН
В. С. ПЛЕШАНОВ

