

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Еникеева Наримана Айратовича «Границы зерен и сверхпрочность наноструктурных материалов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела» 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Большой интерес к исследованию наноструктурных металлов и сплавов обусловлен уникальным сочетанием их механических свойств. Известен целый ряд методов интенсивной пластической деформации (ИПД) для получения наноструктурных материалов. На сегодняшний день комплексная теория, описывающая причины высокого предела текучести наноструктурированных материалов и их поведения в процессе пластической деформации отсутствует. Этим обусловлена актуальность диссертационной работы Еникеева Н. А., в которой проведено многоуровневое моделирование процессов ИПД и детальный анализ характеристик границ зерен, образующихся при ИПД, и их влияние на свойства получаемых наноструктурированных материалов.

Рассматриваемая диссертация содержит большое количество новых научно-значимых экспериментальных результатов. Одним из интересных результатов является разработанная концепция многоуровневого моделирования процессов ИПД для получения объемных наноструктурированных материалов. Такой не тривиальный подход для моделирования ИПД однофазных металлических материалов при различных схемах наноструктурирования позволяет описать процессы образования новых границ зерен, эволюции их разориентировки и анализа механизмов деформации. Достаточно интересны представленные диссидентом данные по экспериментальному наблюдению и описанию образования вызванные деформацией зернограничных сегрегаций в ультрамелкозернистых сплавах, параметры которых значительно отличаются от характеристик крупнозернистых материалов. Развитие представлений об этих сегрегаций позволило объяснить наблюдаемые в алюминиевых сплавах сверхвысокие значения предела текучести, которые существенно выше величин, предсказываемой по закону Холла-Петча. Универсальность этого подхода была подтверждена анализом предела текучести в нержавеющей стали 316, в которой зернограничные сегрегации образуются при деформации при  $400^{\circ}\text{C}$ . Определенный интерес представляет предложенная модель формирования ультрамелких зерен в исходно крупнозернистом материале в процессе ИПД. Определенный интерес представляют результаты моделирования пластического течения палладия с ультрамелкозернистой структурой.

По теме диссертационной работы опубликовано значительное количество статей, которые отражают содержание диссертации, в журналах с высоким импакт-фактором. Статьи, опубликованные Еникеева Н. А., получили признание в мировом научном сообществе, они активно цитируются. Данные, представленные в диссертационной работе, также были апробированы в докладах соискателя на большом количестве ведущих международных форумах и конференциях.

По уровню решаемых задач, научной новизне, практической значимости, объему полученных результатов диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Еникеев Н. А., заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальностям 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела» 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Кайбышев Рустам Оскарович, доктор физ.-мат. наук, руководитель лаборатории механических свойств наноструктурных и жаропрочных материалов ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015 г. Белгород, ул. Победы, 85 (e-mail: rustam\_kaibyshev@bsu.edu.ru)



Кайбышев Р.О.

14 декабря 2016 г.

