

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Еникеева Наримана Айратовича
«Границы зёрен и сверхпрочность наноструктурных материалов»,
представленной на соискание учёной степени доктора физико-
математических наук

по Специальности 01.02.04-механика деформируемого твёрдого тела,
и 01.04.07-физика конденсированного состояния.

Традиционные технологические способы получения и усовершенствования промышленных материалов (выбор композиции, её легирование или микролегирование, обоснование термической или механико-термической обработки и др.) в последние десятилетия предлагаются дополнить весьма эффективными методами интенсивной пластической деформации (ИПД). Данные методы способны резко изменить структуру и повлиять на характер и величину изменений физико-механических свойств ультрамелкозернистых (УМЗ) и наноструктурных (НС) материалов в необходимом для практики интервале условий эксплуатации. С помощью предложенных в настоящее время методов интенсивной пластической деформации, таких, как равноканальное угловое прессование (РКУП) и интенсивная пластическая деформация кручением под высоким давлением, изотермическая всесторонняя ковка, происходит значительное измельчение (до десятков нанометров) микроструктуры большинства промышленных материалов, включая и материалы, применяемые в reactorостроении, например, аустенитные нержавеющие стали.

В зависимости от режима ИПД (значений заданной деформации, числа проходов при РКУ-прессовании, температуры и др.) в материале происходит формирование различных границ зёрен (ГЗ) с высоко- и низкоугловой разориентацией, избыточных дислокаций, двойников деформации, сегрегаций и выделений фаз, оказывающих значительное влияние на физико-механические свойства материала. Многочисленные дефекты и сегрегации, границы раздела в виде межзёренных и межфазовых границ, тройных стыков зёрен, а также остаточные микронапряжения приводят к значительному росту прочностных, усталостных характеристик по сравнению с крупнокристаллическими структурами. Кроме того, поскольку дефекты служат эффективными стоками для точечных дефектов и их комплексов в полях излучений, УМЗ- и НС-материалы могут оказаться нечувствительными к влиянию излучений, снижая последствия целого спектра явлений, сопровождающих использование материалов в ядерных реакторах различных типов БН, ВВЭР, ТЯР (радиационное распухание, радиационное охрупчивание, радиационный рост, коррозионное растрескивание и т.д.).

С учётом этого работы Еникеева Н.А. важна и актуальна не только в сугубо научном плане, но и в меньшей степени и для практики, а такие составляющие работы как:

- разработка концепции многоуровневого моделирования процессов ИПД с учётом образования и эволюции деформационно-внесённых ГЗ при формировании УМЗ с большеугловыми границами при увеличении степени деформации;
- использование созданной концепции для получения объёмных УМЗ- и НС-материалов методами ИПД, установления закономерностей, особенностей комплексного поведения структуры границ зёрен от параметров ИПД, термического и деформационного воздействия на эволюцию тонкой структуры ряда модельных материалов;
- анализ влияния особенностей структуры ГЗ на механизмы упрочнения УМЗ- и НС-материалов

являются к тому же весьма своевременными, ориентирующими учёных и инженеров на исследование механизмов явлений в материалах после ИПД-обработки и создание новых конструкционных материалов для целей их применения во вновь разрабатываемых энергетических установках.

Безусловна научная новизна работы. Она проявилась в весьма сложном планировании и осуществлении экспериментов с использованием современной техники, а также в выборе модельных материалов для исследования.

Достоверность экспериментальных данных, на которых базируются разработанные автором выводы, а также предложенные теоретические модельные представления не вызывают сомнений и хорошо аргументированы. Все они получены с использованием современного метрологически безупречного высокочувствительного оборудования. Использованные методы (рентгеновские, СПЭМ, EBSD, АПТ, металлографии, микротвёрдости) обеспечивали возможность глубокого научного анализа, возможность минимизации и надёжную оценку погрешности измерений при изучении физических и структурных явлений. Солидный объём полученных в работе результатов и хорошее владение большим фактическим материалом позволили автору хорошо разобраться в закономерностях физических явлений, при исследовании ИПД-материалов

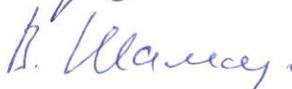
Результаты работы помимо научной ценности интересны и полезны для использования в практическом материаловедении, что особенно важно с учетом открывающихся перспектив создания новых материалов, в том числе, для атомной энергетики. Важными для обоснования использования ИПД-обработки с целью получения в недалёком будущем радиационно-стойких состояний аустенитных нержавеющих сталей и их применения в реакторостроении, являются эксперименты, проведённые с участием автора на зарубежных сталях 316, 321 и отечественной 08Х18Н10Т. Они подтвердили термическую стабильность упрочнения в результате ИПД-обработки до температур порядка 650 °C

В целом работа Еникеева Н.А. представляет собой законченный научный труд, в котором автор обобщил и проанализировал большой фактический экспериментальный и теоретический материал, полученный самим автором и многими отечественными и зарубежными исследователями. Проведённый автором собственный углублённый анализ явлений в материалах, подвергнутых интенсивной пластической деформации, позволил создать новые знания в виде экспериментально подтверждённых теоретических моделей и механизмов. Результаты по теме диссертации опубликованы в двух монографиях, изданных за рубежом, 41-ной публикации в российских и зарубежных журналах, а также 7-ми докладах в трудах конференций. При выполнении работы получен один патент.

В целом, исходя из представленного автореферата, можно сделать вывод, что диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г. № 842», а её автор – Еникеев Нариман Айратович безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальностям 01.04.07 – Физика конденсированного состояния и 01.02.04 «Механика деформируемого твёрдого тела»

Заместитель директора Отделения
Реакторного материаловедения
АО «ГНЦ НИИАР», доктор
физико-математических наук

Ведущий научный сотрудник,
кандидат технических наук, старший
научный сотрудник

Ф.Н. Крюков

В. К. Шамардин

Фамилия, имя, отчество: Крюков Фёдор Николаевич
Учёная степень: доктор физико-математических наук
Учёное звание: доцент по специальности «Физика конденсированного состояния».

Должность: Заместитель директора Отделения
Реакторного материаловедения по научной работе
АО «ГНЦ НИИАР»

Наименование организации: АО «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов»

Почтовый адрес: Ульяновская область, г. Димитровград,

Западное шоссе, 9

Телефон: (84235) 6-58-87

Электронная почта: kryukov@niiar.ru

Фамилия, имя, отчество: Шамардин Валентин Кузьмич
Учёная степень: кандидат технических наук
Учёное звание: старший научный сотрудник
Должность: ведущий научный сотрудник
Наименование организации: АО «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов»
Почтовый адрес: Ульяновская область, г. Димитровград,
Западное шоссе, 9
Телефон: (84235) 658-88
Электронная почта: <shamardin-vk@yandex.ru>

Подпись д.ф.м.н Крюкова Ф.Н. и
к.т.н. Шамардина В.К. заверяю:

Ученый секретарь АО «Государственный
научный центр – Научно-исследовательский
институт атомных реакторов»,
кандидат технических наук

Ю.А. Валиков
Ю.А. Валиков

