

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Сахарова Никиты Владимировича
«Экспериментальное и теоретическое исследование влияния зернограничных
дефектов на кинетику роста зёрен в чистой меди», представленной в
диссертационный совет Нижегородского государственного университета
им. Н.И. Лобачевского 24.2.340.01 на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 1.3.8 «Физика конденсированного
состояния»

Диссертационная работа Сахарова Никиты Владимировича посвящена изучению процесса роста зерен в чистой меди. В диссертации предложен единый подход к описанию роста зёрен на разных стадиях эволюции микроструктуры деформированного материала. В основе подхода лежит гипотеза о том, что кинетика протекания процесса миграции и механизмы торможения границ определяются, главным образом, особенностями поведения внесённых при деформации зернограничных дефектов в большеугловых границах. Предложенный подход к описанию роста зёрен позволил Сахарову Никите Владимировичу построить ряд моделей, описывающих различные аспекты эволюции зёренной структуры при отжиге. В частности, детальный анализ поведения дефектов в границах зёрен позволил построить модель первичной рекристаллизации, а учёт изменений диффузионных свойств границ вследствие их взаимодействия с атомами примесей позволил разработать модель влияния химической чистоты меди на кинетику первичной рекристаллизации. Также, Сахаровым Никитой Владимировичем была разработана модель влияния двойников отжига на торможение границ зёрен в процессе собирательной рекристаллизации.

Актуальность темы данной работы обусловлена тем, что позволяет получить новые знания в области понимания процессов роста зародышей рекристаллизации с одной стороны, а также определить кинетические константы процессов рекристаллизации высокочистых металлов в зависимости от их химической чистоты. Ещё одной не менее актуальной задачей, решаемой в рамках диссертационной работы Сахаровым Никитой Владимировичем, является изучение влияния двойников отжига на рост зёрен.

Диссертационная работа Сахарова Никиты Владимировича состоит из введения, шести глав, заключения и 3-х приложений, что обеспечивает логичность изложения, при этом описание разрабатываемых моделей и выводов из них построено на высоком научно-техническом уровне и соответствует предъявляемым требованиям. Результаты проведённых исследований:

- позволили определить степень влияния примесей на первичную рекристаллизацию. В частности, было показано, что с увеличением степени чистоты материала, влияние примесей на кинетику рекристаллизации ослабевает;

– показали, что в высокочистой меди, подвергнутой пластической деформации, процесс формирования зародышей рекристаллизации завершается на стадии предварительной деформации материала;

– показали, что в высокочистой меди, содержащей незначительное количество примесей, энергия активации первичной рекристаллизации определяется изменением свободного объёма границ, обусловленным «заметанием» атомов примесей мигрирующими границами зёрен;

– показали, что в высокочистой меди, замедление роста зёрен на стадии собирательной рекристаллизации обусловлено возникновением силы торможения границ со стороны двойников отжига.

Методологическая часть автореферата показывает использование современных методов экспериментальных исследований и обработки результатов эксперимента. В частности, сочетание методик оптической, растровой электронной микроскопии и методики дифракции отражённых электронов с последующей обработкой полученных экспериментальных значений в MTEX (пакете программ, обладающем наибольшим реализованным функционалом для исследований подобного типа), явно свидетельствуют об этом.

Научная новизна работы Сахарова Никиты Владимировича состоит в том, что в ней:

– построена физическая модель первичной рекристаллизации материалов, подвергнутых интенсивной пластической деформации. С использованием построенной модели показано, что процесс формирования зародышей рекристаллизации в чистой меди полностью завершается на стадии предварительной деформации.

– построена модель, позволяющая определить зависимость энергии активации первичной рекристаллизации чистых металлов от объёмной концентрации металлических примесей;

– Построена модель, описывающая влияние двойников отжига на рост зёрен в процессе собирательной рекристаллизации.

По автореферату можно сделать следующие замечания:

– Использование термина «реанализ» (с. 21) является не совсем уместным, учитывая, что данный англицизм пока ещё не получил широкого распространения в русском языке;

– В таблице 3 при указании характерных численных значений не для всех величин указаны размерности;

– В таблице 3 при указании фундаментальной константы (Универсальная газовая постоянная R) использовано нестандартное округление (8.3);

– в списке литературы указан источник [Л83] (вероятнее всего опечатка);

– при сравнении результатов вычисления энергии активации по двум различным моделям (по уравнению Аврами и по предлагаемой автором модели) (таблица 4) наблюдается существенные различия в значениях энергии активации

определяемой с помощью модели, предложенной автором и общеизвестному, достаточно хорошо верифицированному, уравнению Аврами. К сожалению, в автореферате не приведено убедительное объяснение подобных различий в значении энергии активации, определяемой по двум методикам на одном и том же массиве экспериментальных данных. Также, автором не показаны преимущества и недостатки метода определения энергии активации по разработанной автором модели перед методом определения по классическому уравнению Аврами.

– Из автореферата не очевидны результаты проведённой верификации и валидации разработанных автором моделей.

– Несколько избыточный объём автореферата (32 страницы)

Сделанные замечания не снижают значимость представленных исследований. Диссертация Сахарова Никиты Владимировича представляет собой квалификационную работу, выполненную на высоком научно-техническом уровне и содержащую завершённое и актуальное исследование с научно обоснованными выводами, результаты которого важны для понимания процессов и получения новых знаний в области роста зёрен в металлах, а также влияния примесей на данные процессы. С учетом этого считаю, что работа Сахарова Никиты Владимировича полностью отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук согласно пп. 9-11, 13 и 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Отзыв составил:

доктор технических наук (01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»), заместитель начальника НИО-19 по НИР Федерального государственного унитарного предприятия «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики», РФ, 607188, Нижегородская обл., г. Саров, пр. Мира, 37,
тел: +7 (83130)23473, arkad@triton.vniief.ru

Юхимчук Аркадий Аркадиевич

Подпись и сведения

доктора технических наук А.А. Юхимчука
заверяю

Учёный секретарь ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ",
кандидат физико-математических наук

А.О. Бликов

20.11.2024