

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 538.911; 548.4; 620.186; 621.762.3

DOI: 10.17223/00213411/64/10/179

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
НАНОСТРУКТУРНЫХ СОСТОЯНИЙ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ*И.И. Суханов^{1,2}¹ Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия² Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия**Ключевые слова:** кривизна решетки, континуальная теория дефектов, поля напряжений, аналитические методы.

Известно, что особенности неравновесных наноструктурных состояний во многом определяются масштабным фактором [1–3]. Это связано, во-первых, с активизацией недислокационных мод пластической деформации на микроскопическом (атомном) масштабном уровне, во-вторых, с наличием высокодефектных состояний, которые характеризуются сильными полями напряжений и высокой пространственной неоднородностью энергий. Описание таких структурных состояний в рамках классических дислокационных моделей несостоятельно и требует использования континуальных методов и подходов. Одним из таких подходов является аппарат континуальной теории дефектов (КТД) [4]. Суть этого подхода заключается в поиске фундаментальной аналитической базы для изучения многомасштабной пластической деформации кристаллов с точки зрения механики сплошных сред. Детальный анализ симметрии тензоров основных деформационных полей и условий несовместности деформации позволяет в рамках этой теории провести оценки силовых и энергетических характеристик дефектной субструктуры.

В настоящей работе в рамках КТД было проведено теоретическое исследование особенностей пространственного распределения полей напряжений и энергий высокодефектных наноструктурных состояний. Теоретический анализ проведен на основе результатов электронно-микроскопического исследования наноструктурных состояний с высокой кривизной кристаллической решетки в ниобии [5]. В качестве носителя пластической деформации для областей с ненулевой кривизной кристаллической решетки предложено рассматривать континуальный дефект дисклинационного типа, континуальная плотность которого всюду непрерывна и носит неоднородный характер. В этом случае величина и характер пространственного распределения энергии деформации определяются континуальной плотностью дисклинаций θ и, следовательно, компонентами тензора изгиба-кручения χ [4], оценку которых можно произвести экспериментально. В работе [5] на основе темнопольного анализа разориентировок дискретного и непрерывного типа в наноструктурном ниобии была проведена количественная и качественная аттестация компонент тензора изгиба-кручения в различных областях (прямоугольник на рис. 1, а). Для базиса, лежащего в плоскости тонкой фольги (ось x_1 – вдоль контура экстинкции, ось x_2 – в направлении движения контура), значения компонент χ_{21} и χ_{31} представлены в таблице. Важно подчеркнуть, что между всеми компонентами χ_{ij} существует согласованность, позволяющая провести взаимную оценку их величин по ограниченному числу компонент.

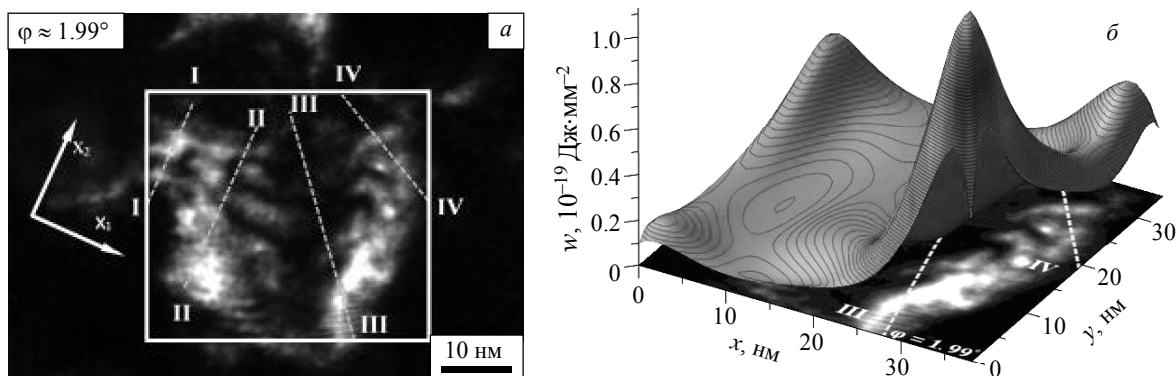


Рис. 1. Темнопольное изображение наноструктурного состояния в никеле [5] (а), пространственное распределение удельной энергии деформации (б)

* Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема FWRW-2021-0008.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>