



# НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

ПО МАТЕРИАЛАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
Г. БЕЛГОРОД, 30 ИЮЛЯ 2018 Г.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ



АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(АПНИ)

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК  
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Сборник научных трудов

по материалам  
Международной научно-практической конференции  
г. Белгород, 30 августа 2018 г.

Белгород  
2018

УДК 001  
ББК 72  
Н27

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте:  
[www.issledo.ru](http://www.issledo.ru)

#### Редакционная коллегия

*Духно Н.А.*, д.ю.н., проф. (Москва); *Васильев Ф.П.*, д.ю.н., доц., чл. Российской академии юридических наук (Москва); *Винаров А.Ю.*, д.т.н., проф. (Москва); *Датий А.В.*, д.м.н. (Москва); *Кондрашихин А.Б.*, д.э.н., к.т.н., проф. (Севастополь); *Котович Т.В.*, д-р искусствоведения, проф. (Витебск); *Креймер В.Д.*, д.м.н., академик РАН (Москва); *Кумехов К.К.*, д.э.н., проф. (Москва); *Радина О.И.*, д.э.н., проф., Почетный работник ВПО РФ, Заслуженный деятель науки и образования РФ (Шахты); *Тихомирова Е.И.*, д.п.н., проф., академик МААН, академик РАН, Почетный работник ВПО РФ (Самара); *Алиев З.Г.*, к.с.-х.н., с.н.с., доц. (Баку); *Стариков Н.В.*, к.с.н. (Белгород); *Таджибоев Ш.Г.*, к.филол.н., доц. (Худжанд); *Ткачев А.А.*, к.с.н. (Белгород); *Шановал Ж.А.*, к.с.н. (Белгород)

Н27      **Направления развития естествознания и технических наук в современных условиях** : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 августа 2018 г. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой. – Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2018. – 72 с.

ISBN 978-5-6041588-1-4

В настоящий сборник включены статьи и краткие сообщения по материалам докладов международной научно-практической конференции «Направления развития естествознания и технических наук в современных условиях», состоявшейся 30 августа 2018 года в г. Белгороде. В работе конференции приняли участие научные и педагогические работники нескольких российских и зарубежных вузов, преподаватели, аспиранты, магистранты и студенты, специалисты-практики. Материалы данной части сборника включают доклады, представленные участниками в рамках секций, посвященных вопросам развития физико-математических, химических, биологических, сельскохозяйственных, медицинских наук, наук о Земле, технических наук.

Издание предназначено для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками, передовыми достижениями науки и технологий.

Статьи и сообщения прошли экспертную оценку членами редакционной коллегии. Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

УДК 001  
ББК 72

© ООО АПНИ, 2018  
© Коллектив авторов, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»</b> .....	<b>5</b>
<i>Босин М.Е., Русскин В.М., Гомозов Е.П.</i> ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ДВОЙНИКОВЫХ ГРАНИЦ В МОНОКРИСТАЛЛАХ ВИСМУТА И СПЛАВА ВИСМУТА С ОЛОВОМ ПРИ МНОГОКРАТНОМ ЦИКЛИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ .....	5
<i>Шутов А.Б., Мацканюк А.А.</i> ЗНАЧЕНИЕ ДОЛЕВОЙ ТЕНДЕНЦИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВРЕМЕННОГО РЯДА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА У ПИХТ .....	10
<b>СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ»</b> .....	<b>18</b>
<i>Агаева Э.Н.</i> РАССМОТРЕНИЕ ОСНОВНЫХ ВАЖНЫХ МОМЕНТОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВЛИЯНИЯ ПРЕНАТАЛЬНОЙ ГИПОКИНЕЗИИ НА РАЗВИТИЕ ПОТОМСТВА .....	18
<b>СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ»</b> .....	<b>23</b>
<i>Абдуллаева Х.З., Усмонходжаева Г.М.</i> ЗАЩИТИМ ПЛОДОВЫЕ САДЫ ОТ СОСУЩИХ ВРЕДИТЕЛЕЙ .....	23
<i>Винаров А.Ю.</i> БИОГАЗ – СЫРЬЕ ДЛЯ КОРМОВОГО БЕЛКА .....	25
<i>Турсунов И.А., Уразматов Н.Н.</i> ВЛИЯНИЕ ПОВТОРНЫХ ПОСЕВОВ НА ПРОСАЧИВАНИЕ ВОДЫ В ПОЧВУ .....	26
<b>СЕКЦИЯ «МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ»</b> .....	<b>29</b>
<i>Блатман И.А., Герасимова А.В., Певнева В.А., Киракосян М.А., Дронов М.М.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ КАРИЕСА .....	29
<i>Дорофеева С.Г., Шелухина А.Н., Петрова Л.И., Конопля Е.Н.</i> КЛИНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕСТА «ХЕЛИК» ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ЛЕЧЕНИЯ ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНИ .....	31
<i>Кокарева Д.А., Коваленко М.Ю., Певнева В.А., Блатман И.А., Герасимова А.В.</i> ВОЗДЕЙСТВИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА РАЗВИТИЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ .....	34
<i>Семенова Л.А., Грецов Е.М., Никитин С.С.</i> ОСТЕОИДНАЯ ОСТЕОМА .....	36
<b>СЕКЦИЯ «НАУКИ О ЗЕМЛЕ»</b> .....	<b>40</b>
<i>Кортов Е.Е., Гаврилова Ю.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛОЩАДИ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ г. САРАТОВА И АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ) .....	40
<b>СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»</b> .....	<b>45</b>
<i>Аль-Бареда Али Яхья Сенан</i> НЕЙРОСЕТЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭКЗОСКЕЛЕТОМ В РЕЖИМЕ ВЕРТИКАЛИЗАЦИИ .....	45
<i>Галкин С.Ю., Карнова Н.М., Дмитриева Е.А.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА FTTH-СЕТЕЙ В РАЙОНАХ ЧАСТНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ .....	49

<b><i>Глинская Е.В., Чичварин Н.В.</i></b> СПЕЦИФИКА КОНСТРУИРОВАНИЯ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ МОДУЛЬНОЙ АВИОНИКИ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	54
<b><i>Еремина Л.В., Забнев Д.А.</i></b> МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСОЛИДИРОВАННЫХ ПЕРЕВОЗОК НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ .....	62
<b><i>Клюкин В.Э.</i></b> ГИБКАЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ ПО МОБИЛЬНОЙ ТЕМАТИКЕ .....	65
<b><i>Рощин М.Н.</i></b> ТРЕНИЕ УУКМ ПО СТАЛИ 40Х13 ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ.....	68

## СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ДВОЙНИКОВЫХ ГРАНИЦ В МОНОКРИСТАЛЛАХ ВИСМУТА И СПЛАВА ВИСМУТА С ОЛОВОМ ПРИ МНОГОКРАТНОМ ЦИКЛИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

**Босин М.Е.**

заведующий кафедрой математики и физики, доктор физико-математических наук, профессор, Харьковская гуманитарно-педагогическая академия, Украина, г. Харьков

**Русскин В.М.**

профессор кафедры информатики, кандидат технических наук, доцент, Харьковская гуманитарно-педагогическая академия, Украина, г. Харьков

**Гомозов Е.П.**

доцент кафедры компьютерной математики и анализа данных, кандидат физико-математических наук, доцент, НТУ «Харьковский политехнический институт», Украина, г. Харьков

Экспериментально показан эффект потери упрочнения границами единичных двойников в кристаллах висмута как при прямом двойниковании, так и при раздвойниковании при пульсирующих нагрузках. Этот эффект существенно уменьшается при легировании висмута оловом. Это, в свою очередь, объясняется сопутствующим двойникованию скольжением в окрестности двойниковых границ как в теле двойника, так и в материнском кристалле. Предложены соответствующие дислокационные реакции между скользящими и двойнивающими дислокациями.

*Ключевые слова:* двойник, двойниковая граница, двойнивающая дислокация, дислокационная реакция, циклическое нагружение, пульсация напряжений.

С 60-х годов прошлого века известно [1, с. 173; 2, с. 123], что, если прервать пластическую деформацию скольжением (в случае металлического кристалла) при некотором напряжении  $\sigma = \sigma_0$  и разгрузить образец, а затем повторить нагружение в том же направлении до того же напряжения  $\sigma_0$ , то кривая упрочнения  $\sigma(\epsilon)$  при повторном нагружении практически всегда совпадает с кривой разгрузки, а при  $\sigma > \sigma_0$  является продолжением зависимости  $\sigma(\epsilon)$  первичного нагружения. Иногда перерыв в деформировании приводит к появлению зуба текучести (эффект Хаазена-Келли), что связано с блокировкой полных дислокаций примесными атмосферами.

Деформация двойникованием осуществляется частичными дислокациями и обладает рядом особенностей, которые для кристаллов бериллия и его сплавов с медью показаны в [3, с. 643].

В настоящей работе рассматривается деформация двойникованием кристаллов висмута и сплава висмута с оловом при пульсации напряжения. Причем все измерения велись на единичных двойниках, т.е. изучались элементарные акты деформации двойникованием.

Монокристаллические образцы  $Bi$ , чистотой 99,999% и сплава  $Bi+3\% Sn$  выращивались из расплава методом направленной кристаллизации. Образцы выкалывались по плоскостям спайности (1 1 1) при температуре 77К и имели размеры  $20 \times 40 \times 3 \text{ мм}^3$ . Форма и кристаллографическая ориентация образцов приведены на

рис. 1, где видно, что верхняя и нижняя поверхности образца соответствуют плоскости  $(1\ 1\ 1)$  с продольной осью  $[1\ 1\ \bar{2}]$ . На вставке рис. 1 показан участок металлографической картины  $(1\ 1\ 1)$  образца с исходной прослойкой В,  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  отмечают положение границ двойника, на которых интерференционные полосы претерпевают излом. Образцы нагружались циклически чистым изгибом вокруг оси  $[1\ \bar{1}\ 0]$  со скоростью увеличения напряжения сдвига в системе двойникования  $(1\ 0\ 1)\ [0\ 1\ 0]$   $\dot{\tau} = 0,4\text{МПа/мин}$ . Один цикл нагружения состоял из приложения напряжения сдвига от  $\tau = 0$  до  $\tau = 20\text{МПа}$ , быстрой разгрузки до  $\tau = 0$  и 10-минутной выдержки перед следующим циклом нагружения. Измерялась толщина двойника В на плоскости спайности кристалла в зависимости от числа циклов нагружения  $n$ .

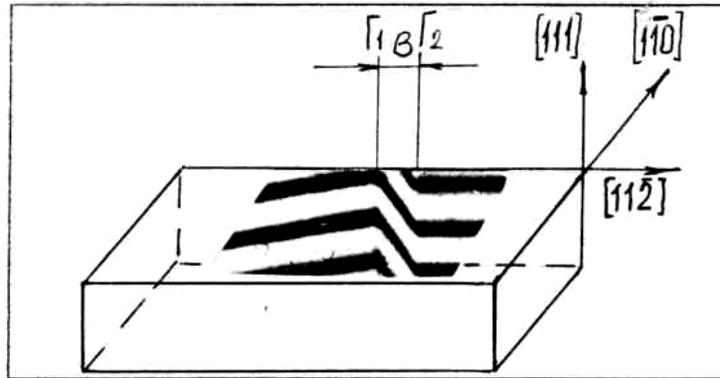


Рис. 1. Форма и ориентация образцов  $Bi$  и сплава  $Bi+3\% Sn$

Четырехточечный изгиб образца осуществлялся на специальной установке, которая крепилась на предметном столике микроинтерферометра Линника. При выбранных ориентации образцов и способе их нагружения сдвиговое напряжение в системе легкого скольжения  $(1\ 1\ 1)\ [1\ \bar{1}\ 0]$  отсутствует, т.е. деформирование производилось в условиях ориентационного запрета легкого скольжения. В то же время в системе двойникования  $(1\ 0\ 1)\ [0\ 1\ 0]$  и в системе более трудного скольжения  $(1\ 1\ \bar{1})\ [\bar{1}\ 1\ 0]$  действуют существенные компоненты сдвигового напряжения, которые приводят к образованию и развитию двойников, а также к интенсивному скольжению в матрице и теле двойника. На рис. 2 показана картина травления пл.  $(1\ 1\ 1)$  сдвойникового кристалла  $Bi$ . Видны дислокационные рамки травления, образующиеся в местах выхода линий скольжения в окрестностях двойника. Плотность полных дислокаций достигает  $10^7\text{ см}^{-2}$ . Естественно, что двойникующие дислокации в процессе развития двойников должны взаимодействовать с полными дислокациями, что в значительной степени должно определять характер перемещения двойниковых границ. Если в процессе циклических повторов нагружений изменяется плотность полных дислокаций в окрестностях границ двойников, то следует ожидать изменения их подвижности с увеличением числа циклов повторных нагружений.



Рис. 2. Картина травления пл. (1 1 1) сдвоникованного кристалла  $V_i$  ( $\times 400$ )

Измерено сдвиговое напряжение старта для начала движения границ двойника  $\tau_k$ , которое для  $V_i$  и сплава  $V_i+3\% Sn$  оказались близкими:  $\tau_k \approx 0,5 МПа$ . При первых повторных циклах нагружения толщины двойников существенно изменяются, но при дальнейшем увеличении числа циклов постепенно стабилизируются. В различных экспериментах число циклов, необходимых для стабилизации размеров двойников, составляло от 8 до 15. В каждом последующем цикле напряжения, необходимые для начала движения границ двойника, возрастают вплоть до амплитуды пульсации, т.е. до момента стабилизации размеров двойников.

Таким образом, в отличие от скольжения деформация двойникованием обнаруживает явление частичной потери упрочнения, накопленного при нагружении, в результате разгрузки; в процессе нескольких повторных нагружений это упрочнение восстанавливается. Как явление потери упрочнения границами двойников при разгрузке, так и постепенное его восстановление с увеличением числа повторных нагружений, приводящее к стабилизации размеров двойников, требуют объяснения на языке дислокационных взаимодействий между двойниующими и полными дислокациями.

Если в случае прямого двойникования происходит увеличение толщины двойников при пульсации напряжений, то при изменении знака приложенного сдвигового напряжения (при раздвойниковании) происходит уменьшение толщины двойниковых прослоек в первых циклах нагружения и дальнейшая стабилизация размеров двойников, т.е. аналогичный эффект наблюдается и при раздвойниковании. Для количественной характеристики описанного явления введем величину

$$\delta = \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{b_0}, \text{ где } \beta_i - \text{смещение двойниковых границ в } i\text{-том цикле нагружения, } b_0 -$$

толщина двойника перед первым нагружением. Для  $V_i$  при прямом двойниковании

$\delta \approx 0,4 - 0,5$ , а при раздвойниковании  $\delta \approx 0,7 - 0,8$ , т.е. смещение границ при пульсации напряжения в сторону сдвойникового объема оказывается примерно в 1,5 раза больше, чем в сторону матрицы. Легирование *Bi* оловом существенно подавляет описанный эффект. На рис. 3 показаны зависимости толщины двойника от числа циклов повторных нагружений при раздвойниковании для *Bi* и для *Bi+3% Sn*. Величины  $\beta_i$ , а соответственно и  $\delta$ , зависят от плотности и типа полных дислокаций в окрестностях двойниковых границ, т.е. от степени пластической деформации скольжением в областях, прилегающих к двойникам. В одних и тех же кристаллах эффект усиливается с ростом амплитуды пульсирующих напряжений, с увеличением частоты пульсаций, уменьшением количества примесей. Попробуем объяснить полученные результаты.

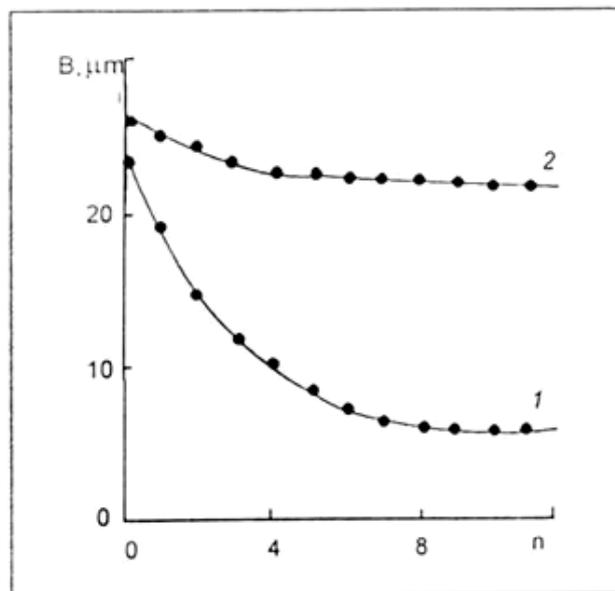
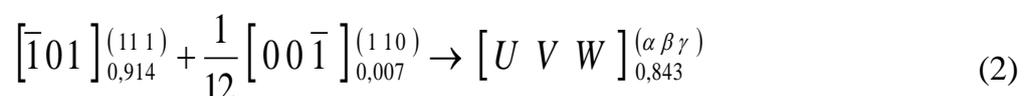
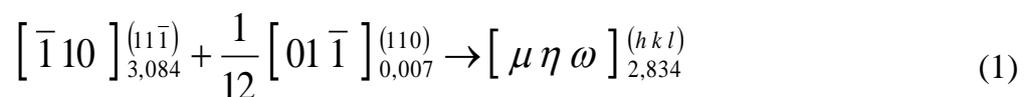


Рис. 3. Зависимости толщины двойника от числа циклов повторных нагружений при раздвойниковании для чистого *Bi* (1) и для сплава *Bi+3% Sn* (2)

С повышением плотности двойникующих дислокаций (при нагружении) внутренние напряжения в окрестностях двойника увеличиваются. Это способствует скольжению в двойнике и в матрице, что подтверждают данные металлографии (см. рис. 2). Скольжение приводит к релаксации внутренних напряжений и, соответственно, к потере упрочнения, что и объясняет дополнительное смещение двойниковых границ при пульсации напряжений.

С другой стороны, сопутствующее двойникованию скольжение сопровождается увеличением плотности полных дислокаций, которые находятся на пути движения двойникующих дислокаций и являются для них препятствиями. Приведем две энергетически выгодные реакции между двойникующими и полными дислокациями в висмуте.



В верхних индексах векторов Бюргерса указаны плоскости залегания соответствующих дислокаций, нижние индексы – относительные энергии дислокаций (отношения квадратов векторов Бюргерса к квадрату параметра решётки);  $[\mu \eta \omega]$  и  $[U V W]$  – векторы Бюргерса результирующие дислокаций, которые залегают в плоскостях с иррациональными индексами. Таким образом, в результате реакций (1) и (2) образуются сидячие дислокации, которые препятствуют движению двойниковых дислокаций в последующих кристаллографических плоскостях. Подчеркнём, что реакция (1) написана для случая прямого двойникового, когда двойниковая граница перемещается в сторону материнского кристалла, а реакция (2) – для раздвойникового, когда двойниковая граница перемещается в сторону сдвойникового объёма. Кроме энергетически выгодных реакций (1) и (2), которые могут идти в кристалле самопроизвольно, возможны реакции, идущие с повышением энергии результирующих дислокаций. Такие дислокации распадаются при снятии внешних напряжений, что может быть одной из причин потери упрочнения при разгрузке сдвойникового кристалла.

Легирование кристаллов, повышая предел текучести для скольжения, затрудняет релаксацию напряжений на сдвойниковых границах и тем самым увеличивает устойчивость единичных двойников к пульсации напряжений.

На основании изложенного можно заключить, что эффект потери упрочнения при разгрузке сдвойникового кристалла  $Bi$  и его восстановление в процессе последующей пульсации напряжения объясняется двойной ролью сопутствующего двойникованию скольжения. С одной стороны, скольжение снимает внутренние напряжения на границах двойников, вызывая разупрочнение, а с другой – скольжение приводит к насыщению сидячими дислокациями, что обуславливает последующее упрочнение пограничных с двойниками областей.

Отметим, что при быстром снятии сдвигового напряжения в системе двойникового наблюдения эффект упругого раздвойникового. Толщина двойника при этом уменьшается в среднем на 2 мкм в чистом  $Bi$  и на 6 мкм в сплаве  $Bi+3\%Sn$ ; скорость движения двойниковых границ при упругом раздвойниковании в чистом  $Bi$  равна  $V \approx 4 \text{ мкм} \cdot \text{с}^{-1}$  и в сплаве  $Bi+3\%Sn$   $V \approx 4 \text{ мкм} \cdot \text{с}^{-1}$ . Большая величина скорости в сплаве по сравнению с чистым  $Bi$  объясняется откреплением заблокированных примесью скоплений двойниковающих дислокаций в процессе снятия нагрузки. Оценка числа двойниковающих дислокаций, определяющих эффект упругого раздвойникового, даёт  $N \approx 10^3 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$ , что соответствует интервалу скоростей, контролируемых вязкими механизмами торможения дислокаций.

#### Список литературы

1. Cahn. Physical Metallurgy // Amsterdam – 1965// Перевод под ред. Розенберга В.М. Физическое материаловедение. М.: Мир, 1968.
2. Вуерен Н.Г. Imperfections in crystals // Amsterdam. -1960. Перевод под ред. Орлова А.Н., Регеля В.Р. Дефекты в кристаллах. М.: ИЛ., 1967.
3. Босин М.Е., Русскин В.М. Закономерности движения двойниковых границ в монокристаллах бериллия и его сплавах с медью при многократном циклическом нагружении. Сб. трудов XIX Международной конференции «Физика прочности и пластичности материалов». Самара, 2015.