

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный архитектурно-строительный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
XII Международной конференция студентов и молодых ученых

21–24 апреля 2015 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

XII International Conference of students and young scientists

21–24 April, 2015

Томск 2015

УДК 50(063)
ББК 20л0
П27

Перспективы развития фундаментальных наук [Электронный П27 ресурс] : сборник трудов XII Международной конференция студентов и молодых ученых (Томск, 21–24 апреля 2015 г.) / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 1556 с.

ISBN 978-5-4387-0560-4

Сборник содержит труды участников XII Международной конференции студентов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук». Включает доклады студентов и молодых ученых, представленные на секциях «Физика», «Химия», «Математика», «Биология и медицина», «Наноматериалы и нанотехнологии», «Технология», «Конкурс архитектурных работ», «IT-технологии и электроника».

Предназначен для студентов, аспирантов, молодых ученых, преподавателей в области естественных наук и высшей математики.

УДК 50(063)
ББК 20л0

Редакционная коллегия

И.А. Курзина, доктор физико-математических наук, доцент ТПУ.
Г.А. Воронова, кандидат химических наук, доцент ТПУ.
С.А. Поробова, инженер ТГАСУ.

ISBN 978-5-4387-0560-4

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ,
электронный текст, 2015

**ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ПРИ ТРЕНИИ
В МОНОКРИСТАЛЛАХ ГЦК-МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**

А.В. Чумаевский^{1,2}, С.Ю. Тарасов³, Е.А. Колубаев³

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Лычагин Д.В.^{1,2}

¹Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

²Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

³Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,

Россия, г. Томск, пр. Академический 2/4, 634055

E-mail: tch7av@gmail.com

**PLASTIC DEFORMATION AT FRICTION
IN SINGLE CRYSTALS OF FCC METALS AND ALLOYS**

A.V. Chumaevskii^{1,2}, S.Yu.Tarasov³, E.A.Kolubaev³

Scientific supervisor: Prof., Dr.Lychagin D.V.^{1,2}

¹Tomsk state university of architecture and building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

²Tomsk state university, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050,

³Institute of Strength Physics and Materials Science, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,

Russia, Tomsk, pr. Akademicheskii 2/4, 634021

E-mail: tch7av@gmail.com

***Annotation.** By optical and scanning-electron microscopy investigated by shear in single crystals of fcc metals and alloys with different stacking fault energy, and in a state of short and long-range order. The features of the process of plastic deformation depending on these parameters.*

Введение. Пластическая деформация в подповерхностной области монокристаллов при трении имеет сложный и неоднородный характер. Из ранее проведенных работ по изучению пластической деформации в условиях трения-скольжения на монокристаллах меди с различной кристаллографической ориентацией известно, что деформация при трении обладает отличительными особенностями по сравнению с деформацией в условиях одноосного растяжения или сжатия [1-4]. Данные отличия связаны как с изменением схемы напряженного состояния, обуславливающим включение в деформацию новых систем сдвига и изменение интенсивности сдвига при удалении от зоны контакта, так и с динамикой процесса и наличием зон с градиентным характером напряжений. При этом, выявлено существенное влияние на процесс пластической деформации кристаллографической ориентации монокристаллов. В данной работе поставлена задача исследовать влияние степени дальнего порядка и энергии дефекта упаковки на развитие пластической деформации в монокристаллах ГЦК-металлов и сплавов.

Материал и методика. В работе исследованы монокристаллы Ni₃Fe и Cu-10%Al, испытанные на трение по схеме «диск-палец» при скорости скольжения 500 мм/с, нагрузке 12 Н и пути трения 200 м.

Съемку боковых граней осуществляли на оптическом микроскопе LeicaDM2500P и растровом-электронном микроскопе TESCANVEGAИLMU.

Результаты и обсуждение. В результате исследований выявлено, что деформационный рельеф, формирующийся на боковых гранях монокристаллов меди при трении существенно зависит помимо кристаллографической ориентации, от степени дальнего порядка и энергии дефекта упаковки.

В монокристаллах Ni_3Fe с дальним порядком (рис. 1) деформационный рельеф представлен меньшим количеством следов сдвига по плоскостям скольжения и практически полным отсутствием следов $(1\bar{1}1)$. Следует отметить, что при сжатии в данных монокристаллах деформационный рельеф представлен только тонким скольжением, и при наблюдении в оптическом или растровом-электронном микроскопе не обнаруживается. При трении деформационный рельеф огрубляется и возникает возможность его наблюдения на данных микроскопах.

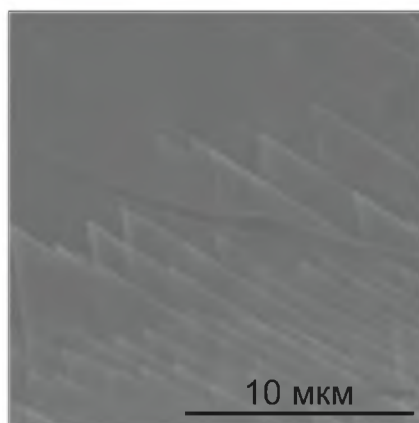


Рис. 1. Деформационный рельеф $[110]$ -монокристаллов Ni_3Fe с дальним порядком

При трении монокристаллов Ni_3Fe с ближним атомным порядком картина деформационного рельефа существенно отлична. Наблюдается большое количество следов от сдвига по всем плоскостям скольжения (рис.2). Большую долю площади занимают области с тремя системами следов сдвига на поверхности боковых граней.

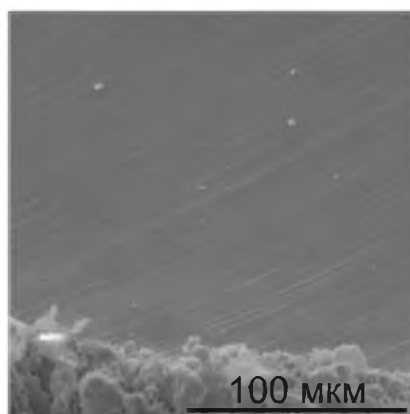


Рис. 2. Деформационный рельеф $[110]$ -монокристаллов Ni_3Fe с ближним порядком

При трении монокристаллов сплава $Cu-10\%Al$ с низкой энергией упаковки деформационный рельеф представлен более грубым скольжением по двум равнонагруженным плоскостям скольжения (рис. 3). Также, как и в случае с монокристаллами Ni_3Fe с дальним атомным порядком, практически отсутствуют

следы от сдвига по плоскости $(1\bar{1}1)$. В данном случае также наблюдается низкая склонность данных монокристаллов к образованию пачек следов сдвига, что не характерно при деформации сжатием.

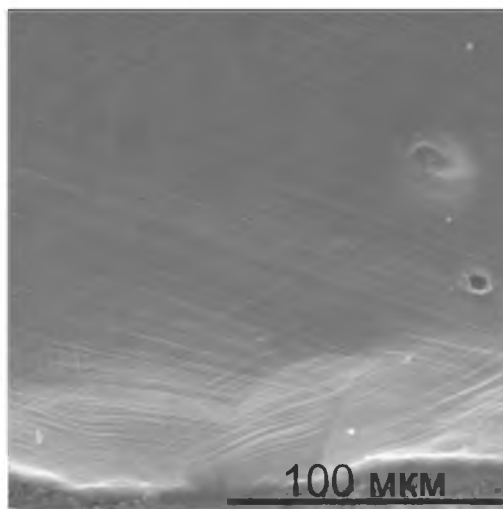


Рис. 3. Деформационный рельеф $[110]$ -монокристаллов Cu-10\%Al

Таким образом, проведенные исследования показывают, что на протекание пластической деформации в подповерхностной области при трении значительное влияние оказывает энергия дефекта упаковки и степень дальнего порядка монокристаллов, и, что не менее важно, имеются существенные особенности организации деформации по сравнению с деформацией в условиях одноосного сжатия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лычагин Д.В., Тарасов С.Ю., Чумаевский А.В. Складкообразование на поверхности боковых граней монокристаллов меди при одноосном сжатии и при трении. // Письма о материалах. – 2013. – Т.3. – № 3. – С. 202-205.
2. Chumaevskii A.V., Lychagin D.V., Tarasov S.Y. and Melnikov A.G. Fragmentation, Texturing and Plastic Flow in the Subsurface of Friction-Processed Copper Single Crystal // Advanced materials research. – 2013. – V.872. – P. 30-35.
3. Лычагин Д.В., Тарасов С.Ю., Чумаевский А.В., Беляев С.А., Колубаев Е.А. Ориентационные зависимости пластической деформации $[110]$ -монокристаллов меди в условиях сухого трения // Известия ВУЗов. Физика. – 2013. – Т. 56. – №12/2. – С. 160-165.
4. Лычагин Д.В., Тарасов С.Ю., Чумаевский А.В., Беляев С.А., Колубаев Е.А. Закономерности организации сдвига в подповерхностной области $[111]$ -монокристаллов меди при трении // Известия ВУЗов. Физика. – 2013. – Т. 56. – №12/2. – С. 166-171.