

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И СОСРЕДОТОЧЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ДВОЙНИКОВАНИЕ В КРИСТАЛЛАХ ВИСМУТА*Мозырский государственный педагогический институт**Мозырь, Беларусь*

В последние годы активно ведутся исследования магнитоэластического эффекта (МПЭ) в металлах [1]. Экспозиция кристаллов в постоянном магнитном поле (ПМП) приводит к пластификации образцов. ПМП оказывает сильное влияние на кинетику активного деформирования. Происходит спад предела текучести и увеличение скорости пластического течения ионных кристаллов в ПМП [2-4].

К настоящему времени практически не изучен вопрос о влиянии ПМП на такой важнейший вид кристаллографического формоизменения, как двойникование.

Согласно современным представлениям о природе МПЭ, приложение ПМП приводит к тому, что примеси, имеющие ненасыщенные орбитали, активно вступают в химическую связь с оборванными орбиталями на дислокации. В результате происходит открепление полных дислокаций от парамагнитных примесей по причине спин-зависимых переходов в системе дислокация-примесный центр. В ядрах частичных двойникоующих дислокаций оборванные межатомные связи отсутствуют [5], поэтому они могут иметь меньшее количество парамагнитных центров в ядрах по сравнению с полными дислокациями. Клиновидные двойники, образующиеся в кристаллах типа висмута под воздействием сосредоточенной нагрузки, в этом плане могут служить хорошим модельным объектом. Экспериментальное изучение МПЭ в металлах, где пластическая деформация реализуется перемещением как полных, так и частичных дислокаций, т.е. одновременно скольжением и двойникованием, может способствовать углублению представлений о физических механизмах МПЭ.

Кристаллы висмута выращивались по методу Бриджмена с использованием сырья химической чистоты. Образцы, имевшие вид прямоугольных призм и размеры $10 \times 5 \times 5$ мм, получались раскалыванием монокристалла висмута по плоскостям спайности. Клиновидные двойники системы $\{110\} \langle 001 \rangle$ создавались путем внедрения стандартной алмазной пирамиды в плоскость спайности (111) кристаллов висмута.

Исследования проводились с помощью микротвердомера ПМТ-3 с использованием специального крепления исключившего появление инструментальных эффектов при наложении ПМП на образец, т.е. искажение магнитного потока ферромагнитными частями оборудования и возникновение сил максвелловского давления.

Способ приложения ПМП и сосредоточенной нагрузки был следующим. В ПМП (с индукцией $B=0,2$ Т) на образец в течение 5 мин воздействовала сосредоточенная нагрузка в интервале от $P=0,09$ Н до $P=0,29$ Н. Векторы нагрузки P и магнитной индукции B были взаимно перпендикулярны. При этом вектор B лежал в плоскости спайности (111). Диагональ отпечатка пирамиды и размеры клиновидных двойников определялись с помощью окуляр-микромера ПМТ-3. Каждая точка на экспериментальных кривых получена путем усреднения результатов измерений размеров клиновидных двойников, образовавшихся вокруг 20 отпечатков. Экспериментальная погрешность не превышала 3 %.

На приведенных экспериментальных зависимостях светлые точки соответствуют микроидентификации кристаллов висмута без приложения ПМП, темные точки получены при помещении кристаллов в ПМП.

Из рис.1 видно, что диагональ отпечатка, d , обнаруживает рост с увеличением P . Формирование отпечатка индентора обусловлено пластической деформацией кристалла под воздействием сосредоточенной нагрузки. В случае микроидентификации кристаллов висмута работа силы тяжести груза на штоке индентора затрачивается не только на образование дислокационной розетки, но и формирование системы клиновидных двойников вокруг отпечатка. Воздействие ПМП частично подавляет двойникование. Из сравнения поведения кривых 1 и 2 на рис.1 видно, что наложение ПМП на образец уменьшает размер отпечатка.

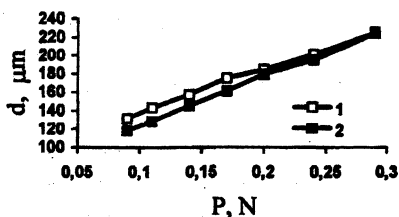


Рис.1. Зависимость длины диагонали отпечатка индентора d , от нагрузки на индентор P

Известно, что между размером отпечатка индентора (величиной микротвердости) и подвижностью дислокаций наблюдается хорошая корреляция [6]. Как правило, подвижность дислокационных ансамблей характеризуется длиной L лучей дислокационной розетки. В настоящей работе L представляет собой длину клиновидных двойников.

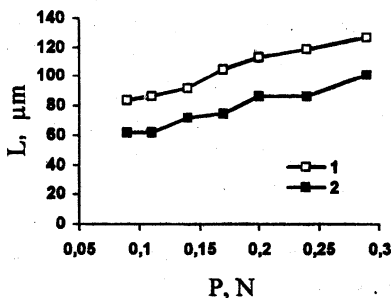


Рис.2. Зависимость длины клиновидных двойников L от нагрузки на индентор P

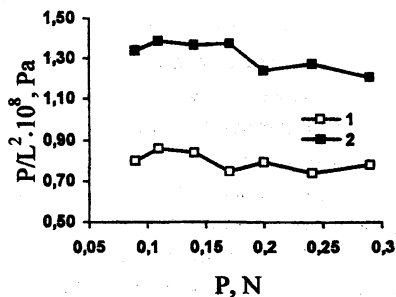


Рис.3. Зависимость напряжений старта двойниующих дислокаций P/L^2 от нагрузки на индентор P

Сравнивая рис. 1 и 2, можно видеть, что d хорошо коррелирует с L . Приложение ПМП снижает подвижность двойниующих дислокаций (кривая 2 на рис.2). Поэтому приложение ПМП к образцу увеличивает микротвердость кристаллов висмута.

Чем выше стартовые напряжения дислокаций, тем больше микротвердость и предел текучести кристаллов [6]. В [7] указывается, что параметр P/L^2 имеет размерность напряжений и соответствует порядку величин напряжений старта двойниующих дислокаций. Наблюдаемое снижение пластичности кристаллов висмута при их экспозиции в ПМП сопровождается повышением стартовых напряжений двойниующих дислокаций при полевом воздействии (кривая 2 на рис.3).

С помощью метода избирательного травления получено, что воздействие ПМП на образец повышает вклад конкурирующего двойникованию способа кристаллографического формоизменения, т.е. скольжения. Размер дислокационной розетки, состоящей из рядов дислокаций $\{11\bar{1}\}$, в присутствии ПМП заметно больше чем без поля.

Полученные результаты важны с практической точки зрения. Приложение ПМП открывает возможность управления процессами пластической деформации в тех металлах, где пластическая деформация реализуется как скольжением, так и двойникованием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пинчук А.И., Шаврей С.Д. Магнитопластический эффект в случае двойникования кристаллов висмута под воздействием сосредоточенной нагрузки //

Физика твердого тела. - 2001. - Т.43, №1. - С.39-41. 2. Урусовская А.А., Альшиц В.И., Смирнов А.Е., Беккауер Н.Н. О влиянии магнитного поля на предел текучести и кинетику макропластичности кристаллов LiF // ФТТ. - 1997. - Т.65, №. 6. - С. 470-474. 3. Урусовская А.А., Смирнов А.Е., Беккауер Н.Н. Макроскопический магнитопластический эффект в кристаллах LiF и NaCl // Изв. Акад. наук. Сер. Физическая. - 1997. - Т.61, №5. - С. 937-940. 4. Головин Ю.И., Моргунов Р.Б. Влияние постоянного магнитного поля на скорость макропластического течения ионных кристаллов // Письма в ЖЭТФ. - 1995. - Т.61, №. 7. - С. 583-586. 5. Косевич А.М., Бойко В.С. Дислокационная теория упругого двойникового // Успехи физических наук. - 1971. - Т.104, №2. - С.201-255. 6. Грабко Д.З., Боярская Ю.С., Дынту М.П. Механические свойства полуметаллов типа висмута. - Кишинев: Штиинца, 1982. - 132с. 7. Башмаков В.И., Савенко В.С. Изучение электромеханического эффекта при двойниковании кристаллов висмута в интервале температур 77-530 К // Известия вузов. Физика. - 1980. - №7. - С.29-33.

УДК 621.318: 538.26

В.Г. Шепелевич

ДАТЧИК КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА И ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ХОЛЛА

*Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь*

Датчики крутящего момента в системах управления приводами автотракторных машин обеспечивают прямое измерение крутящих нагрузочных моментов, что повышает эффективность их работы. Успешная разработка и создание устройств на основе гальваномагнитных эффектов для измерения крутящего момента и частоты вращения обусловлено тем, что коммутация между деформируемым валом и измерительным преобразователем осуществляется с помощью магнитного поля [1,2]. Во многом параметры устройства зависят от выбора магнитной системы. В данной работе описан датчик [3], позволяющий определять модуль крутящего момента, его знак и частоту вращения.

Датчик крутящего момента имеет довольно простую конструкцию, состоящую из механической части (рис.1) и электронного блока. Основу механической части составляет, как видно из рис.1, крутящийся вал 1, крутящий момент которого измеряется. На валу крепятся магнитопровод 2 и постоянные магниты 3 со скошенными полюсными наконечниками 4. В устройстве используются постоянные