

ЗАКОНОМЕРНОСТИ МАГНИТОПЛАСТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В КРИСТАЛЛАХ СУРЬМЫ

Пинчук А. И., Слесарев С. Д.

*Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина
Мозырь, Беларусь
apinchook@tut.by*

В последние десятилетия активно исследуется магнитоэластический эффект (МЭ) в твердых телах. Несмотря на значительные достижения в этой области, практически не изучен вопрос о механизмах влияния магнитного поля на пластическую деформацию в кристаллах, в которых пластическая деформация одновременно реализуется как скольжением, так и двойникованием.

Ранее нами было обнаружено [1], что одновременное воздействие постоянного магнитного поля и сосредоточенной нагрузки на монокристаллы сурьмы приводит к существенному снижению длины клиновидных двойников. В обзоре [2] отмечается, что магнитное поле индуцирует эффект последствия. Иначе говоря, МЭ сохраняется в течение десятков секунд после отключения поля. Поэтому целью настоящей работы было выявление эффекта последствия экспозиции образца в МП в случае двойникования.

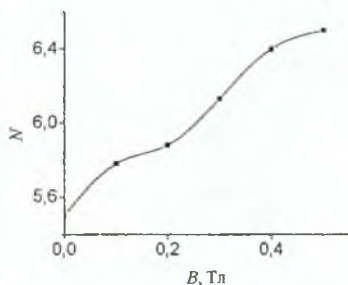
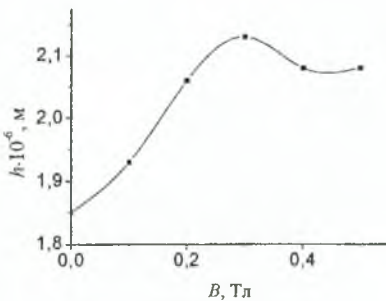
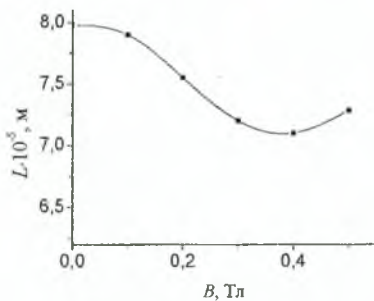
Для исследования были выбраны монокристаллы сурьмы, выращенные по методу Бриджмена из сырья химической чистоты. Образцы имели вид прямоугольных призм и размеры 10×5×5 мм. Исследования проводились с помощью микротвердомера ПМТ-3, алмазная пирамидка которого представляет собой сосредоточенную нагрузку. Индентор вдавливался в плоскость совершенной спайности (111) кристаллов сурьмы. Рабочая поверхность получалась раскалыванием образца вдоль плоскости спайности и была пригодна к исследованиям без дальнейшей обработки. Изучалось поведение клиновидных двойников системы {110}<001> в зависимости от различных условий приложения сосредоточенной нагрузки и постоянного МП.

Полученные в работе результаты не могут быть объяснены действием на образец таких инструментальных факторов, как пондеромоторные силы или вихревое электрического поле, возникающее при включении МП или внесении в него образца. С этой целью были выполнены специальные контрольные опыты. Они показали, что резкое или плавное включение или выключение МП не меняет размера отпечатков алмазной пирамидки, получаемых с нулевой нагрузкой на штоке индентора. Это объясняется тем, что нагрузочный узел микротвердомера и экспериментальная установка состояли исключительно из ферромагнитных металлов.

В опытах с помощью окуляр-микрометра ПМТ-3 непосредственно измерялись длина и ширина клиновидных двойников, а так же их число у отпечатка алмазного индентора. Точки на экспериментальных кривых получены путем усреднения результатов измерений размеров клиновидных двойников, заклинившихся вокруг 20 и более отпечатков. Экспериментальная погрешность не превышала 3 %.

Установившись закономерности магнитоэластического эффекта в кристаллах сурьмы при раздельном воздействии на образец сосредоточенной нагрузки и постоянного, однородного МП в зависимости от индукции поля. Образец подвергался воздействию импульсов постоянного МП длительностью до 10 секунд, а затем на него воздействовала сосредоточенная нагрузка P равная 0,35 Н, что обеспечивало необходимую точность измерений.

Установлено, что предварительное воздействие импульсами МП приводит к существенному изменению картины пластической деформации при микроиндентировании кристаллов сурьмы. Приложение МП ведет к снижению средней длины L клиновидных двойников, заклинившихся у отпечатка индентора.



В то же время, МП стимулирует работу источников двойникообразующих дислокаций, поскольку толщина h двойников обнаруживает рост с увеличением индукции МП. Число двойникообразующих дислокаций, локализованных на границе раздела двойник-матрица, находится из соотношения $n = h/a$, где a – параметр кристаллической решетки кристаллов сурьмы в направлении перпендикулярном плоскости двойникообразования.

При предварительной обработке образца импульсами МП длина двойников снижается, а их число растет N , что также свидетельствует в пользу стимулирующего влияния МП на работу источников двойникообразующих дислокаций.

Таким образом, можно видеть, что воздействие импульса МП индуцирует эффект последствия. Иначе говоря, в образцах сурьмы существует «память» об их экспозиции в магнитном поле.

Список литературы

1. Пинчук А.И., Слесарев С.Г. Двойникообразование в кристаллах сурьмы в условиях воздействия сосредоточенной нагрузки и постоянного магнитного поля /А.И. Пинчук, С.Г. Слесарев// 16 Петербургские чтения по проблемам прочности, материалы Междунар. Науч. Конф., посвящ. 75-летию со дня рождения В. А. Лихачева, Санкт-Петербург, 14–16 марта 2006г. –С. 120.
2. Головин Ю.И. Магнитопластичность твердых тел // ФТТ. – 2004. – Т. 46, вып. 5. – С.769–803.