

## **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОНЫ КОНТАКТА ПРИ ИНДЕНТИРОВАНИИ ДВОЙНИКУЮЩЕГОСЯ МОНОКРИСТАЛЛА**

*О.В. КОМАР, Т.С. ЧИКОВА*

Researches of influence of twinning on geometrical characteristics of a zone of contact and a microrelief round an indenter print are conducted when dimpling twinning single crystals of bismuth and zinc of a diamond tetrahedral pyramid on a method of the Vickers is investigation. Regularities of formation of wedge-shaped twins and run of twinning dislocations depending on value of an applied load are received. It is set that presence of deformation twins at a print of the indenter influences manifestation of crowdion plasticity in a zone of deforming and leads to distortion of the form of a print of the microindenter. It is shown that GOST 9450-76 «Microhardness measurement by impression of diamond tips» for the quantitative assessment of microhardness of twinning materials require specification.

Ключевые слова: индентирование, метод Виккерса, микротвердость, двойникование

Проведено экспериментальное исследование влияния механического двойникования на геометрические характеристики зоны контакта и микрорельефа вокруг отпечатка индентора при деформировании двойниующихся монокристаллов висмута и цинка алмазной четырехгранной пирамидки Виккерса. Индентирования осуществлялись на автоматическом микротвердомере НВММТ-Х7 на плоскости спайности монокристаллов при строгом соблюдении требований ГОСТ 9450-76 [1] в диапазоне нагрузок 0,001-0,3 Н с учетом того, что для получения наиболее точного значения микротвердости нагрузка должна быть возможно большей.

На основании изучения около 300 отпечатков пирамидки Виккерса в висмуте и цинке обнаружено, что при нагрузках 0,01 Н–0,05 Н отпечатки имеют форму правильного квадрата с равными по величине диагоналями. При таких нагрузках пластическая деформация в зоне контакта осуществляется путем формирования отвалов материала вокруг отпечатка по краудсионному механизму и дислокационного скольжения в окрестностях отпечатка. При нагрузках больше 0,05 Н в висмуте и в цинке инициируется пластическая деформация двойникованием и у границ отпечатка всегда появляются клиновидные двойники, число которых с ростом нагрузки увеличивается. Деформационные двойники приводят к искажению формы отпечатка и значительному различию в размерах двух его диагоналей, которые тем значительнее, чем выше действующая нагрузка. Методами атомной силовой микроскопии установлено, что при наличии двойников у границ отпечатка заметно изменяются размеры и характер распределения отвалов, свидетельствующие о влиянии пластической деформации двойникованием на характер протекания краудсионных процессов в зоне контактного взаимодействия.

Установлены зависимости числа двойников у отпечатков в монокристаллах висмута и цинка от величины нагрузки. Изучено изменение размеров двойников при увеличении нагрузки. На основании статистического анализа пробегов двойниующих дислокаций сделан вывод о скачкообразном развитии пластической деформации двойникованием.

Оценки микротвердости монокристаллов висмута и цинка по методу Виккерса на основании ГОСТ 9450-76 показывают, что при нагрузках больших 0,05 Н все отпечатки с двойниками имеют разность размеров двух диагоналей большую, чем 3 % от меньшего значения диагонали. Требование ГОСТ 9450-76 о том, что отпечатки с такой разностью диагоналей не должны учитываться при обработке экспериментальных результатов приводит к невозможности количественной оценки истинных значений микротвердости двойниующихся металлических монокристаллов этим методом. Поскольку ГОСТ 9450-76 разработан на основании экспериментальных данных об индентировании материалов, деформируемых преимущественно скольжением, очевидно, что для определения микротвердости двойниующихся монокристаллов требуется разработка нового метода с учетом всех дислокационных и недислокационных механизмов пластичности, формирующих отпечаток индентора.

### **Литература**

1. Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников: ГОСТ 9450-76. – Введ. 01.01.1977. – М.: Изд-во стандартов, 1993 – 36 с.

## **ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ И САМОВОЗДЕЙСТВИЕ ГАУССОВЫХ И СИНГУЛЯРНЫХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ В КРИСТАЛЛАХ $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ и $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$**

*Т.А. КОРНИЕНКО, А.Л. ТОЛСТИК*

Kinetic characteristics of photorefractive crystals under illumination with nanosecond laser pulses have been researched. The special method of direct measurement and estimation of time photoconductivity transitions of short and long lived trap levels has been presented. The self-focusing processes of Gaussian light fields and the formation processes of screening soliton-like structures have been researched in photorefractive crystals  $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$  (BTO) with section [ 111], [ 11-2 ], [ 1-10]

experimentally. The basic scenario of transformation transverse beam profile has been demonstrated and the necessary exposure for forming sustainable beam structure has been determined

Ключевые слова: фоторефрактивные монокристаллы, светоиндуцированные процессы, самофокусировка

В связи с использованием фоторефрактивных кристаллов в различных системах управления лазерным излучением, оптической обработки и хранения информации самостоятельный интерес представляют исследования динамики светоиндуцированных переходов и последующих релаксационных процессов [1, 2]. Для построения целостной динамической модели переходов в фоторефрактивных кристаллах целесообразно использование обобщенной информации как о динамике фотопроводимости, так и динамике фотохромных процессов.

В ходе проведенных исследований созданы экспериментальные установки по прямому измерению фотопроводимости и фотоиндуцированному поглощению. Проведенные эксперименты позволили установить общие закономерности проявления указанных эффектов в условиях наносекундной импульсной засветки (длительность засвечивающего импульса 15-20 нс). Определены характерные времена релаксационных переходов из зоны проводимости в валентную зону и на ловушечные уровни в запрещенной зоне. Измеренные кинетики фотопроводимости и для кристалла силиката висмута, и для кристалла титаната висмута имеют сложный неодноэкспоненциальный вид. Одно из времен релаксации имеет характерное значение на уровне десятков наносекунд, а второе – на уровне микро-секунд.

Для анализа особенностей формирования и распространения солитонов в работе предложена методика детектирования пространственных солитоноподобных структур как для гауссовых световых полей, так и для сингулярных. Показано, что при увеличении мощности излучения процессы самофокусировки и дефокусировки протекают быстрее, причем произведение мощности излучения на время выхода на устойчивую структуру (экспозиция) остается постоянным и составляет несколько милд-жоулей при характерном размере пучка на входе в кристалл в несколько десятков микрон. Установлены зависимости времен формирования устойчивых структур гауссовых и сингулярных световых пучков от мощности излучения. Также определены требуемые экспозиции для гауссовых и сингулярных световых пучков: так для гауссового пучка экспозиция составила 3,6 мДж, в то время как для сингулярного пучка – 6,7 мДж.

В результате исследований получена информация об особенностях электрооптических и нелинейно-оптических эффектов в наиболее популярных фоторефрактивных кристаллах семейства силленитов. Полученные результаты могут быть использованы для анализа процесса записи изображений, построения систем оптической обработки и адресации информации, а также представляют интерес при построении теории перезарядки дефектных центров фоторефрактивных материалов с различными сечениями поглощения.

#### Литература

1. Рыбкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках // М.: Физматгиз. 1963. 496 с.
2. Barbosa E.A. Holographic imaging with multimode, large free spectral range lasers in photorefractive sillenite crystals // Appl. Phys. B. 2005. 80. P. 345-350.

© ГГТУ им. П.О.Сухого

## К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ И ЦЕН НА ДРАГМЕТАЛЛЫ

*Г.И. КУЗЬМЕНКО, Н.С. СЕРАПИН, Л.Н. МАРЧЕНКО*

The models of the currency rates dynamic and precious metals prices were developed for long-term and short-term forecasting

Ключевые слова: валютный курс, драгметаллы, модели тренда, модели ARIMA, коинтеграция, прогноз

Операции с иностранной валютой представляют собой относительно новую сферу деятельности для белорусских банков. В условиях усиливающейся конкуренции, банки, которые являются одними из основных участников валютного рынка. Уметь быстро ориентироваться на валютном рынке, умело использовать экономико-математические методы для прогнозирования ситуации является неотъемлемой частью банковской деятельности в разрезе валютных операций.

В работе исследована динамика курсов корзины валют и цен на драгоценные металлы по данным Национального банка Республики Беларусь. Анализ ситуации на валютном рынке за 2011 год позволил динамику изменения курса белорусского рубля по отношению к доллару США условно разбить на четыре последовательных этапа и построить адекватную кусочно-непрерывную модель тренда. Также построены модели долгосрочной тенденции для всех исследуемых временных рядов по данным Национального банка за 2012 год. Для осуществления прогнозов в долгосрочной перспективе выбраны модели, обладающие наилучшей аппроксимацией исходных данных. С другой