

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Таргонского А.В. «Развитие времяразрешающих рентгеноакустических методов и изучение на их основе рентгенодифракционных характеристик кристаллических материалов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.18 – «Кристаллография, физика кристаллов»

Диссертационная работа Таргонского Антона Вадимовича посвящена развитию нового рентгеноакустического способа управления рентгеновским пучком и созданию на этой основе нового исследовательского комплекса с возможностями проведения «in situ» измерений эволюции рентгенодифракционных характеристик кристаллов под ультразвуковым воздействием. Разработан комплексный подход к расчету, созданию и исследованию рентгеноакустических элементов, определены диапазоны допустимых нагрузок для кристаллов кремния и кварца. В кристаллах фторида лития и парателлурита обнаружены ранее неизученные обратимые изменения дефектной структуры, возникающие под действием ультразвука.

Представленная диссертационная работа выполнена по традиционной схеме и состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованных источников. Во введении диссертации обоснована актуальность проводимых исследований, приведены цели и задачи, сформулированы научная новизна и основные положения, выносимые на защиту, описана практическая значимость работы, представлены сведения об апробации работы и основных публикациях.

Первая глава представляет собой обзор литературных данных по тематике диссертации. В ней приведены сведения о существующих современных рентгенодифракционных методах управления рентгеновским пучком, а также описаны особенности рентгеноакустических взаимодействий. Показано, что в области низкочастотного ультразвука рентгеновским пучком может засвечиваться область кристалла, где

деформация решетки остается постоянной по ширине пучка и при этом изменяется во времени, что позволяет использовать такие колебания для управления угловым положением дифрагированного излучения. Кроме того в обзоре отмечены особенности поведения кристаллов в широком диапазоне амплитуд ультразвукового воздействия. Отмечено, что при больших амплитудах деформация решетки становится непропорциональна внешним воздействиям, начинаются процессы интенсивного образования дефектов. Однако, эффективное прямое исследование данных процессов затруднено в связи с низким временным разрешением существующих методов.

Во второй главе приведено описание нового способа управления рентгеновским пучком с помощью кристалла, в котором возбуждается низкочастотная ультразвуковая волна. Предложены две рентгенооптические схемы проведения экспериментов. В первом случае кристалл используется в качестве анализатора дифрагированного образцом пучка, а во втором случае адаптивного монохроматора с возможностями проведения углового и пространственного сканирования на образце. Обе предложенные схемы являются удобными и могут быть успешно реализованы на практике. Так, с использованием первой схемы могут быть усовершенствованы широко распространенные однокристалльные дифрактометры в высокоточный двухкристалльный дифрактометр с возможностями быстрой регистрации КДО, а использование второй схемы подразумевает создание нового класса приборов.

В третьей главе описывается разработанный комплексный подход к созданию и тестированию рентгеноакустических элементов. Предложено два типа таких элементов: традиционный для акустооптики составной резонатор и впервые примененный монолитный. Установлено, что для создания таких резонаторов требуется учет многих параметров, таких как упругая анизотропия колебаний, соотношение геометрических размеров частей резонатора, выбор ориентаций и срезов. Диссертантом проведена подготовка соответствующих кристаллов-заготовок, обработка, расчет параметров и

создание требуемых резонаторов. В результате проведенных экспериментальных исследований созданных резонаторов установлено, что они соответствуют требованиям и позволяют возбуждать эффективные колебания на первой гармонике, причем распределение деформации по резонатору близкое к классическому полуволновому.

В четвертой главе, приведено описание созданного при участии автора рентгеноакустического дифрактометра. К его основным достоинствам следует отнести высокое угловое разрешение, широкий регулируемый угловой диапазон и высокое временное разрешение. Были реализованы и апробированы обе предложенные схемы, которые показали высокое удобство и точность при проведении экспериментов, что подтверждается проведенными сравнительными испытаниями.

В пятой главе приведены результаты “in situ” исследований процессов изменения дефектной структуры кристаллов в условиях ультразвуковой нагрузки с помощью предложенного метода. Созданный рентгеноакустический дифрактометр допускал проведение экспериментов в нескольких режимах записи и позволял анализировать общие по периоду колебаний изменения, изменения структуры в выделенных фазах ультразвуковых колебаний, например, фазе максимального растяжения и сжатия, а также времяразрешающем, когда процесс изменения структуры представляется в виде последовательных КДО, записанных за короткие промежутки времени (100мсек.). С использованием данных методов было установлено, что в отличие от кристаллов кремния и кварца, которые показали высокую стабильность параметров в широких диапазонах амплитуд ультразвука, в кристаллах фторида лития и парателлурита были обнаружены изменения рентгенодифракционных характеристик, что говорит об образовании и размножении дефектов, которые полностью релаксируют до начального состояния за короткие промежутки времени (не более 5 часов).

В заключительной части диссертации достаточно ясно сформулированы её основные результаты и выводы, а также приведен список цитируемых работ

Характеризуя диссертационную работу в целом, следует отметить, что она представляет собой законченное, выполненное на высоком уровне исследование.

Экспериментальные и расчетные результаты диссертационной работы получены при непосредственном участии автора. Кроме того автором подготовлен план работ, проведен расчет рентгенооптических схем, изготовление и тестирование резонаторов.

Среди научных результатов, имеющих важное научное и практическое значение, следует отметить следующее:

1. Предложен и реализован новый метод проведения рентгенодифракционных экспериментов с временным разрешением на несколько порядков лучшим, чем традиционный, основанный на механических поворотах элементов.
2. Реализован комплексный подход к созданию и тестированию рентгеноакустических резонаторов с заданным распределением амплитуды деформации на основе расчетов методом конечных элементов, записи спектров колебаний и рентгенодифракционных измерений.
3. Проведено «in situ» изучение процессов образования и релаксации дефектов кристаллической решетки путем регистрации изменения рентгенодифракционных характеристик с помощью разработанного рентгеноакустического метода.

Полученные результаты, и в особенности новый принцип рентгеновской дифрактометрии, могут найти практическое применение в организациях занимающихся структурными исследованиями с быстро протекающими во времени процессами (динамика фазовых превращений и др.), а так же

организациях занимающимися разработкой и развитием рентгеновских методик.

Представленная диссертационная работа выполнена на высоком экспериментальном и теоретическом уровне. Тем не менее, следует также высказать несколько критических замечаний по работе:

1. Утверждение автора о том, что по ширине КДО можно судить о концентрации локальных неоднородностей в образце (с.103), представляется необоснованным.
2. В главе 5 обсуждается зависимость изменений КДО исследованных кристаллов от амплитуды и мощности ультразвукового воздействия. Однако на экспериментальных зависимостях приводится лишь «напряжение на генераторе». По-видимому, следовало бы определить величины возникающих механических напряжений и уточнить понятие мощности воздействия, чтобы оценить возможность образования и релаксации дефектов.
3. Представленная на рис. 1.15 диаграмма испытания материалов на растяжение изображена неверно.
4. В тексте содержится заметное количество опечаток, о которых сообщено автору.

Эти замечания имеют частный характер и не снижают общей высокой положительной оценки работы.

Материалы диссертации опубликованы в 2 статьях в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК и апробированы на 18-ти семинарах, научных школах, российских и международных конференциях. получен патент на изобретение. Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

Выводы и рекомендации автора в достаточной мере обоснованы. Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации и установленным постановлением правительства российской федерации от 24 сентября 2013 г.

№842 «о порядке присуждения ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.18 – кристаллография, физика кристаллов.

28 января 2015 г.

Отзыв составил:

Кандидат физико-математических наук,
профессор Московского института электроники и
математики НИУ ВШЭ



И.С.Смирнов

Подпись И.С. Смирнова удостоверяю

УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛА
ЗАМ, НАЧ, ОТДЕЛА ПО
РАБОТЕ С НПР
Тихонова Е.Р.

13.02.2015



115054, Москва, ул. Малая Пионерская, д. 12 Национальный
исследовательский университет «Высшая школа экономики» Московский
институт электроники и математики (НИУ ВШЭ МИЭМ)

тел. 8(917) 530-03-20

e-mail: ismirnov@hse.ru