

## ОТЗЫВ

официального оппонента д.ф.-м.н. Кировой Наталии Николаевны на диссертационную работу Никитина Максима Валерьевича «Крутильная деформация квазиодномерного проводника ромбического  $TaS_3$  при движении волны зарядовой плотности», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Образование волн зарядовой плотности (ВЗП) является самым распространенным и, быть может, наиболее ярким явлением в квазиодномерных синтетических проводящих материалах. ВЗП проявляются в эффектах коллективной проводимости, гигантской диэлектрической проницаемости, генерации узкополосного шума и других нелинейных свойствах. Возникающие при этих процессах деформации ВЗП могут приводить к уникальным эффектам, связанным с проявлением этой деформации в свойствах основной решётки. Исследование деформации кручения кристаллов квазиодномерного проводника  $TaS_3$  может являться ценным инструментом для изучения свойств ВЗП. Поэтому актуальность диссертационной работы М.В. Никитина, посвященной изучению квазиодномерных проводников с ВЗП, не вызывает сомнений.

Целью диссертационной работы являлось изучение крутильной деформации квазиодномерного проводника  $TaS_3$  в условиях движущейся ВЗП. Для достижения этой цели диссертантом были поставлены следующие задачи:

1. Исследование статической деформации кристаллов, возникающей при движении ВЗП, выяснение характеристик усреднённой по времени деформации ВЗП, в том числе, при воздействии на образец высокочастотного электрического поля.
2. Поиск и исследование вибраций кристалла при движении ВЗП с целью выяснения характеристик зависящей от времени деформации ВЗП.
3. Разработка новых методов детектирования механических колебаний кристаллов квазиодномерных проводников.

Научная значимость работы определяется тем, что в ней изучаются фундаментальные свойства ВЗП, проявляющиеся в крутильных колебаниях квазиодномерных проводников. Изучение кручения является новым подходом к исследованию деформации ВЗП. В частности, в деформации образца могут проявляться те виды деформации ВЗП, которые не выявляются другими методиками.

Диссертация состоит из Введения, четырех глав и Заключения, она основана на 9 работах, опубликованных в ведущих российских и международных научных журналах и 9 докладах представленных на российских и международных конференциях.

Во Введении дан общий обзор проблемы, определена цель работы, обоснованы актуальность, научная новизна и достоверность результатов, научная и практическая ценность диссертации, представлена структура диссертации.

Глава 1 является обзорной. В ней представлены определения основных понятий из физики волн зарядовой плотности, сведения об изучаемом соединении, обзор физических свойств квазиодномерных проводников. Описаны методики исследований, приводятся основные результаты исследования кручения, полученные к началу работы над диссертацией.

В Главе 2 приводится описание эффекта синхронизации скольжения ВЗП радиочастотным полем и сообщается об обнаружении ступенек Шапиро в кручении квазиодномерного проводника  $TaS_3$ , а также приводятся результаты их исследования. Показано, что синхронизация с внешним высокочастотным полем приводит к уменьшению неоднородной в пространстве деформации ВЗП,

В Главе 3 приведены результаты поиска и исследования колебаний вискеров квазиодномерных проводников, вызванных скольжением ВЗП. Обнаружены периодические механические колебания образца, возникающие при движении ВЗП в полях выше порогового. Помимо того, что диссертант обнаружил шум в кручении, он также установил природу его возникновения.

Приводятся доказательства связи механических колебаний с прямым механическим воздействием скользящей ВЗП на образец.

Глава 4 посвящена применению метода гетеродинного смешения для детектирования резонансных колебаний квазиодномерных проводников с ВЗП. Методика позволяет детектировать резонансные колебания образцов без использования зеркал и увеличить предельные частоты колебаний.

В Заключение сформулированы основные выводы работы.

В качестве замечаний можно отметить следующие моменты.

1. Неясно, является ли кручение основным (преимущественным) видом деформации, или диссертант его выбрал из методических соображений.
2. Непонятно, почему в разных местах диссертации фигурируют разные значения ширины пайерлсовской щели (например, на странице 20  $\Delta=800\text{K}$ , а на странице 39  $\Delta=900\text{K}$ ).
3. Зависимости угла кручения от частоты, представленные на рисунках 4.2b и 4.3b, сильно отличаются по своей форме, что вызывает вопросы. Факт и причины возникновения данного отличия, разъясняются автором лишь на следующей странице диссертации и недостаточно детально.

Сделанные замечания имеют характер пожеланий или относятся к форме представления материала и не снижают общей высокой оценки работы.

В целом диссертация выполнена и изложена на самом высоком уровне. Новизна и достоверность результатов не вызывают сомнений. Достоверность результатов работы определяется использованием обоснованных методов проведения экспериментальных измерений, воспроизводимостью результатов, которые составляют самосогласованную физическую картину.

Представленные в диссертации результаты несомненно актуальны как для понимания физики квазиодномерных соединений с ВЗП, так и для перспектив их возможных применений в микро- и наносистемной технике.

Положения, вынесенные на защиту, чётко сформулированы и обоснованы.

Представленная работа имеет завершённый вид, но, в то же время, перспективы её развития весьма широки.

Автореферат и опубликованные работы подробно и правильно отражают содержание диссертации. Представленные результаты докладывались на престижных международных семинарах и конференциях. Основные результаты опубликованы в ведущих научных изданиях. Очевидно, что работа «Крутильная деформация квазиодномерного проводника ромбического  $\text{TaS}_3$  при движении волны зарядовой плотности» полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 «физика конденсированного состояния», а её автор М. В. Никитин безусловно заслуживает присуждения искомой степени.

09.05.2017 г.

Доктор физико-математических наук, профессор, директор исследований Лаборатории физики твёрдого тела, Национального Центра Научных исследований и Университета Париж-11, Университет Париж-Саклэ



Н.Н. Кирова

Natacha Kirova

tél. : 01 69 15 60 95

fax : 01 69 15 60 86

[natacha.kirova@u-psud.fr](mailto:natacha.kirova@u-psud.fr)

ФИО: Кирова Наталия Николаевна

Учёная степень: доктор физико-математических наук

Специальность: 01.04.02 – теоретическая и математическая физика

Почтовый адрес: LPS, Bat. 511, Université Paris-sud, 11, 91405 Orsay, France

Телефон: +33-(0)1 69 15 60 95

Адрес электронной почты: [natacha.kirova@u-psud.fr](mailto:natacha.kirova@u-psud.fr)

Название организации: Лаборатория физики твердого тела, Национальный  
Центр Научных исследований и Университет Париж-11, Университет Париж-  
Саклэ, Орсэ, Франция

Должность: профессор, директор исследований

Sous la tutelle de :

