

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по исследованиям и разработкам
Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»

проф.

 С.Н. Гаричев

27 мая 2017 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Головиной Татьяны Геннадиевны на тему **«Особенности оптических свойств поглощающих и гиротропных кристаллов»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.18 – кристаллография, физика кристаллов.

Диссертационная работа Т.Г. Головиной посвящена исследованию оптических свойств одноосных и двуосных кристаллов. Одним из таких свойств является оптическая активность. До сих пор, начиная с открытия явления оптической активности в 1811 г. и до настоящего времени, этому вопросу было посвящено довольно много работ, как теоретических, так и экспериментальных. Несмотря на это, даже для одноосных кристаллов некоторые аспекты проявления оптической активности выяснены недостаточно детально, а низкосимметричные кристаллы, особенно моноклинные и триклинные, изучены гораздо хуже, так что остается еще широкое поле деятельности. При этом правильный учет оптической активности необходим при исследовании любых оптических свойств кристаллов. Стоит отметить, что результаты, полученные при исследовании гиротропии кристаллов, можно применить при изучении любых других гиротропных объектов, обладающих известной упорядоченностью, в частности жидких кристаллов и биологических структур.

Научная новизна рассматриваемой работы состоит в том, что в ней рассматриваются те вопросы, которые до сих пор не были решены. Во-первых, изучены ранее не исследованные особенности поляризации отраженного и прошедшего света в одноосных гиротропных кристаллах, связанные с необычным видом тензора гирации. Во-вторых, подробно изучена поляризация собственных волн в моноклинных и триклинных поглощающих кристаллах с разным числом оптических осей, в том числе оптически активных, и проведено сравнение с соответствующими величинами для ромбических кристаллов. В-третьих, подробно рассмотрен вопрос оценки показателей преломления и вращения плоскости поляризации света на основе структурных данных для кристаллов семейства лангасита.

Диссертационная работа Т.Г. Головиной состоит из введения, 5 глав, выводов и списка цитируемой литературы из 188 наименований.

Во введении приводится обоснование целей и задач исследований, проводимых в работе, отмечается актуальность выбранной тематики работы, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, формулируются положения, выносимые на защиту, и дается информация об апробации работы и личном вкладе автора.

В первой главе приведен литературный обзор по рассматриваемым вопросам и описаны методы расчета, используемые в дальнейшей работе. Подробно рассмотрен метод Берремана, с помощью которого решаются различные граничные задачи. Кратко описаны вопросы, которые рассматриваются в последующих главах.

Во второй главе изучена поляризация отраженного и прошедшего света в одноосных оптически активных кристаллах разных классов симметрии.

Сначала рассмотрено влияние учета антисимметричной части тензора гирации на параметры поляризации отраженного и прошедшего света в одноосных кристаллах примитивных, аксиальных и планальных классов. До сих пор антисимметричная часть тензора гирации учитывалась только для кристаллов планальных классов, для которых тензор гирации антисимметричен; для кристаллов примитивных классов эта величина не учитывалась. Учет

антисимметричной части тензора гирации приводит к тому, что величины азимутов поляризации и эллиптичностей отраженного и прошедшего света, рассчитанные для примитивных и аксиальных кристаллов, оказываются различны, что ранее нигде не фиксировалось. Обнаружено, что при определенной ориентации кристалла эти величины для примитивных и планальных кристаллов отличаются при положительных и отрицательных углах падения света.

Кроме того, изучена поляризация отраженного и прошедшего света для одноосных оптически активных кристаллов инверсионно-примитивного и инверсионно-планального классов, в которых тензор гирации имеет необычный вид. Оптическая активность в таких кристаллах проявляется только в направлениях, отличных от оптической оси; вращение плоскости поляризации можно наблюдать только при наличии изотропной точки по двупреломлению. Показано, что при некоторых направлениях оптической оси кристалла поляризация отраженного и прошедшего света отличается при положительных и отрицательных углах падения.

В третьей главе изучены особенности распространения света в поглощающих низкосимметричных кристаллах, имеющих разное число и тип оптических осей. Обычно в таких кристаллах четыре оптические оси, но при определенных условиях может быть и другое число оптических осей. В ромбических кристаллах возможны либо четыре круговые, либо две изотропные оптические оси. В моноклинных и триклинных поглощающих кристаллах возможны, кроме четырех круговых оптических осей, одна круговая оптическая ось в моноклинном и одна изотропная в триклинном кристалле, две круговые оптические оси, три круговые оптические оси, одна изотропная и одна круговая оптические оси, одна изотропная и две круговые оптические оси. Для моноклинных и триклинных поглощающих кристаллов получены аналитические выражения для комплексного тензора диэлектрической проницаемости для всех случаев количества и типа оптических осей. Рассмотрена поляризация собственных волн для таких кристаллов и поляризация света, прошедшего через кристалл, для разных ориентаций пластинки.

В четвертой главе исследуется поляризация собственных волн в прозрачных и поглощающих низкосимметричных кристаллах, а также поляризация света, прошедшего через кристалл. В таких кристаллах возможны разные расположения оптических осей относительно элементов симметрии кристалла. К этому еще добавляется "расщепление" оптических осей из-за поглощения. К тому же, как показано в третьей главе, в поглощающих низкосимметричных кристаллах возможно разное количество оптических осей. Такое сочетание поглощения и оптической активности приводит к различным вариантам поляризации собственных волн в кристаллах.

В пятой главе проведен расчет показателей преломления и вращения плоскости поляризации света на основе структурных данных для некоторых кристаллов семейства лангасита, а также для двуосного кристалла α - HfO_3 .

С помощью метода аддитивных молекулярных рефракций, используя экспериментальные показатели преломления, рассчитаны рефракции веществ, на которые можно условно разбить формулы кристаллов семейства лангасита. Используя полученные рефракции, вычислены показатели преломления и их дисперсия для некоторых кристаллов семейства лангасита, для которых пока нет экспериментальных данных. Кроме того, для трех кристаллов измерено вращение плоскости поляризации света. С целью оценки удельного вращения плоскости поляризации света были рассмотрены зависимости данной величины от разных параметров кристалла. Оказалось, что наиболее интересна зависимость от двупреломления, которую можно приблизительно считать линейной. Из этой зависимости можно получить величины вращения плоскости поляризации света для тех кристаллов, для которых они неизвестны.

Также проведена оценка вращения плоскости поляризации на основе структурных данных по программе WinOptAct. Полученные значения хорошо согласуются с величинами, полученными автором.

Программа WinOptAct обычно используется для одноосных кристаллов. Автором проведены расчеты показателей преломления и параметров оптической активности для двуосного кристалла α - HfO_3 , и проведено сравнение с известными

экспериментальными данными. Получено удовлетворительное согласование показателей преломления и удельного вращения плоскости поляризации света.

В заключении кратко сформулированы основные результаты проведенных исследований и выводы на их основе.

Практическая значимость работы связана с тем, что оптическая активность занимает особое место среди физических свойств веществ и правильный учет параметров оптической активности необходим при исследовании любых оптических свойств кристаллов. Низкосимметричные поглощающие кристаллы мало изучены, поэтому их исследование является перспективным для изучения различных оптических свойств. В настоящее время существует много искусственных материалов, поэтому не исключено, что некоторые из них будут обладать необычными оптическими свойствами. В связи с этим исследование особенностей таких кристаллов представляет интерес, а полученные результаты могут быть использованы при экспериментальных исследованиях кристаллов с любым набором оптических свойств.

Другим важным вопросом является задача расчета параметров оптической активности, исходя из знания состава и структурных данных кристалла. Так как кристаллы семейства лангасита представляют большой интерес, таких кристаллов выращено много и все время появляются новые, проблема оценки оптических характеристик таких кристаллов, в том числе показателей преломления и вращения плоскости поляризации света, по данным об их структуре и химическом составе представляется весьма актуальной.

По диссертации Т.Г. Головиной можно сделать следующие замечания:

1. Глава 3. Как оптические оси поглощающего низкосимметричного кристалла связаны с оптическими осями прозрачного кристалла?
2. Глава 3. Как увидеть четыре оптические оси на эксперименте? Можно ли их увидеть на коноскопической картине?
3. Глава 3. На рис. 3.2 не видно, где круговые, а где изотропные оптические оси.
4. Главы 3, 4. Не очень понятно, какая поляризация света в направлении оптических осей в поглощающих кристаллах.

5. Глава 5. Формула (5.7) для дисперсии показателей преломления неточная, там на самом деле не одна, а несколько полос поглощения.

6. Глава 5. Откуда брать рефракции фрагментов, если показатели преломления соответствующих веществ неизвестны? Можно, конечно, их измерить, но получается необозримо большой объем работы.

7. В случае аппроксимации ДОВ в числителе соответствующих формул стоит псевдоскалярное произведение $(P)(m)$. Поэтому переходы, разрешенные в электрическом дипольном приближении, которые дают основной вклад в дисперсию показателя преломления, могут давать незначительный вклад в ДОВ или КД. Имеются экспериментальные доказательства этого утверждения.

Отмеченные недостатки не снижают высокой ценности работы и не затрагивают основные выводы, поэтому не влияют на ее общую положительную оценку.

Материал диссертации изложен достаточно грамотно, четко и последовательно. Наглядные рисунки, графики и таблицы хорошо иллюстрируют полученные автором результаты. Выводы в конце каждой главы помогают в восприятии материала диссертации. Диссертация представляет собой цельную, законченную научно-исследовательскую работу по актуальной тематике и обладает существенной практической значимостью.

По теме диссертационной работы опубликовано 13 статей в рецензируемых научных журналах "Кристаллография" и "Проблемы физики, математики и техники" (Беларусь). Результаты представлены на 15 различных национальных и международных конференциях.

Диссертационная работа Т.Г. Головиной может быть отнесена к научно-квалификационной работе, в которой содержится решение актуальных задач кристаллооптики. Рассматриваемая диссертационная работа является законченным исследованием и полностью соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным согласно п. 8 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации, а ее автор, Головина Татьяна Геннадиевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата

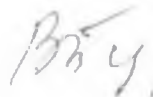
физико-математических наук по специальности 01.04.18 – кристаллография, физика кристаллов.

Диссертационная работа Т.Г. Головиной «Особенности оптических свойств поглощающих и гиротропных кристаллов», заслушана и обсуждена на заседании семинара оптической лаборатории МФТИ кафедры квантовой радиофизики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» (МФТИ), протокол №2/7 от 17 мая 2017 года.

Отзыв заслушан и утвержден на заседании семинара оптической лаборатории МФТИ кафедры квантовой радиофизики МФТИ, протокол № 2 от 19 мая 2017 года.

Отзыв составил:

Д.ф.-м.н., профессор



В.И. Бурков

141701, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., д. 9,

МФТИ, кафедра квантовой радиофизики

Телефон: 8-495-408-60-11

Электронная почта: optikcentr@mail.mipt.ru

Подпись руки

ЗАВЕРЯЮ:

ЗАВЕДУЮЩАЯ КАНЦЕЛЯРИИ

АДМИНИСТРАТИВНОГО ОТДЕЛА

М.А. Гусева

