

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Кандидата физико-математических наук Шестакова Александра Валентиновича
на диссертационную работу Яковлева Алексея Ивановича

«Влияние параметра оптической анизотропии на особенности термонаведенных эффектов в кубических кристаллах с учетом циркулярного двулучепреломления»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.21 – лазерная физика

Увеличение мощности и яркости лазерного излучения является актуальной задачей, решение которой позволяет существенно расширить области применения твердотельных лазеров и расширить возможности решения практически важных задач. Основным фактором, препятствующим увеличению энергетических параметров, является тепловыделение в наиболее нагруженных оптических элементах лазеров и, в первую очередь, в активном элементе и вращателях Фарадея. Диссертационная работа А.И.Яковлева посвящена поиску путей уменьшения влияния эффектов, связанных с тепловыделением в лазерных оптических элементах из кристаллов, керамик и стекол. В работе теоретически и экспериментально исследуются термонаведенные фазовые искажения, вносимые в линейно-поляризованное излучение оптическими элементами при наличии линейного и циркулярного двулучепреломления, а также экспериментально изучаются оптические, термооптические и магнитооптические свойства материалов, перспективных для использования в лазерах различного спектрального диапазона с высокой мощностью излучения. Представленные в работе результаты позволяют моделировать тепловые эффекты, возникающие в оптических элементах лазерных систем, целенаправленно выбирать материалы оптических элементов и оптимизировать конструкции лазеров.

Актуальность диссертационной работы обусловлена необходимостью развития методов минимизации термонаведенных эффектов, возникающих в оптических элементах вследствие поглощения, приводящих к ухудшению качества и уменьшению в мощности проходящего поляризованного излучения.

Научная новизна и практическая значимость работы состоит в том, что полученные результаты могут быть использованы при создании различных оптических

элементов, в том числе лазерных активных и магнитооптических элементов, в которых величины термонаведенных эффектов астигматизма тепловой линзы и деполяризации излучения будут минимальны. Экспериментальные зависимости материальных констант различных магнитооптических материалов позволяют моделировать и создавать новые оптические элементы современных лазеров.

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, списка работ автора, списка литературы. Общий объем составляет 125 страниц, включая 52 рисунка и 9 таблиц. Список литературы содержит 185 источников.

Во Введении приводится обзор литературы, обосновывается актуальность и практическая значимость диссертационной работы, формулируется её цель, указывается научная новизна, кратко излагается содержание диссертации, приводятся положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации автор приводит методику вычисления фазовых искажений излучения, возникающих после прохождения кубического кристалла с произвольной ориентацией кристаллографических осей с учетом циркулярного двулучепреломления. Получено выражение для набега фазы в оптическом элементе при учете поляризационного астигматизма, зависящего от типа падающей поляризации излучения. Анализируя полученные выражения, А. И. Яковлевым найдены аналитические и численные решения, которые определяют ориентацию кристаллографических осей кристалла, в котором астигматизм тепловой линзы отсутствует. Наличие астигматизма тепловой линзы, предсказанное расчетами, было экспериментально продемонстрировано в стекле и кубическом кристалле в ориентации кристаллографических осей [001]. Показано, что материальная константа – параметр оптической анизотропии – играет одну из ключевых ролей в задаче минимизации термонаведенных эффектов – астигматизма тепловой линзы и термонаведенной деполяризации.

Во второй главе приведены результаты экспериментального исследования термонаведенной деполяризации излучения от длины волны, температуры и состава ряда кристаллических материалов. Используемый метод определения параметра оптической анизотропии детально рассмотрен и обоснован. Проведен анализ доступных литературных данных, позволяющих рассчитать спектральную дисперсию

величины параметра оптической анизотропии для ряда фторидных кристаллов. Для верификации этих расчетов был поставлен эксперимент по непосредственному измерению зависимости параметра оптической анизотропии в кристаллах фторидов кальция, бария и стронция и сопоставлению расчетных и экспериментальных результатов. Были определены значения параметров оптической анизотропии и направления кристаллографических осей, в которых отсутствует либо термонаведенная деполаризация излучения, либо астигматизм тепловой линзы.

В третьей главе автором проведены экспериментальные исследования материальной константы постоянной Верде, которая определяет циркулярное двулучепреломление, а также исследования оптических, магнитооптических и термооптических свойств стеклянных и керамических оптических элементов. Постоянная Верде некоторых составов теллуридных стекол и керамик на основе редкоземельных элементов впервые была исследована в широком диапазоне температур и длин волн. На основе измеренных зависимостей постоянной Верде от длины волны, температуры окружающей среды и материала, были предложены и проанализированы возможные аппроксимации, которые необходимы при создании магнитооптических элементов. Заметный интерес представляет исследование влияния легирующих добавок редкоземельных ионов на магнитооптические свойства керамик тербий-алюминиевого граната $Tb_3Al_5O_{12}$ и полторных оксидов иттрия Y_2O_3 . Выполненные в работе эксперименты позволяют провести сопоставление экспериментально измеренных значений постоянной Верде для различных материалов и в совокупности с измерениями деполаризации в образцах керамик обеспечивают возможность целенаправленного выбора материала для изготовления магнитооптических элементов.

В Заключение представлены основные результаты работы.

Замечания по диссертации:

- 1) Несмотря на то, что основные исследования связаны с определением влияния параметра оптической анизотропии на особенности термонаведенных эффектов, обнаружить в тексте диссертации значения этого параметра для некоторых, упоминаемых в диссертации материалов, крайне сложно. Представленные расчетные зависимости влияния параметра оптической

анизотропии на характеристики термоиндуцированных искажений являются исчерпывающе полными, но сопоставление полученных результатов с экспериментальными данными других работ осложняется отсутствием в тексте конкретных величин этого параметра.

- 2) Как пример, в параграфах 1.3 - 1.4 приводится исследование астигматизма тепловой линзы для ориентации кристаллографических осей [001]. Для практических применений важно знать, как при данной ориентации осей будет вести себя термонаведенная деполяризация и сопоставить расчетные и экспериментальные результаты. К сожалению, расчет деполяризации не приводится.
- 3) В тексте диссертации встречается некоторое количество опечаток, некоторые из них: на стр. 54 "... при помощи призм Глана (6)...", хотя на рис. 12 Призма Глана обозначается "(7)"; Рис. 45 –согласно тексту, по всей видимости, должна быть ссылка в легенде на уравнение 3.3; Рис. 50 – подпись по оси абсцисс должна быть мкм, Рис.43. –«клин из шпата», вместо «шпатовый глинозём».
- 4) Обращает внимание использование англицизмов, а именно терминов «бифокусинг», «допант» и «допирование», равно как и обозначения функций $\cot(x)$ и $\tan(x)$, которые не приняты в настоящее время в отечественной литературе.

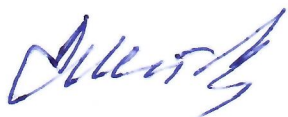
Высказанные замечания не снижают общую высокую оценку диссертационной работы, которая демонстрирует высокую квалификацию автора. Достоверность и практическая ценность полученных результатов подтверждается изложением результатов диссертационного исследования в 24 работах, из которых девять работ опубликованы в ведущих профильных рецензируемых журналах, в шести из которых автор является первым автором. Результаты неоднократно докладывались автором на международных конференциях. Не вызывает сомнения личный вклад соискателя в полученные результаты. Автореферат полно отражает содержание диссертации. Таким образом, диссертационная работа А. И. Яковлева представляет целостное и самостоятельное исследование.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Представленная диссертационная работа «Влияние параметра оптической анизотропии на особенности термонаведенных эффектов в кубических кристаллах с учетом циркулярного двулучепреломления» соответствует выбранной специальности 01.04.21 – лазерная физика, удовлетворяет требованиям, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор А. И. Яковлев заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент Шестаков Александр Валентинович, кандидат физико-математических наук, специальность – 05.27.03 – Квантовая электроника; Акционерное общество «Научно-исследовательский институт «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха», главный научный сотрудник
Почтовый адрес: РФ, 117342, г. Москва, ул. Введенского, д. 3, корп. 1;
Телефон: +7(916)675-1627, e-mail: avshest@yandex.ru

Я, Шестаков Александр Валентинович, выражаю свое согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации.

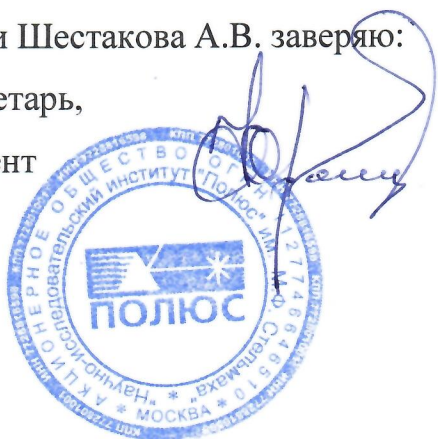


Шестаков А.В.

Подпись руки Шестакова А.В. заверяю:

Ученый секретарь,

к.ф.м.н., доцент



Кротов Ю.А.