

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Жижченко Алексея Юрьевича
«Лазерно-индуцированные процессы модификации оптических свойств
полиметилметакрилата, допированного антраценоилацетонатом дифторида
бора», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика

Диссертационная работа Жижченко Алексея Юрьевича посвящена экспериментальному исследованию фотофизических свойств нового фоточувствительного полимерного материала и изучению физики процессов его фотомодификации с использованием механизмов как линейного, так и нелинейного (двухфотонного) поглощения лазерного излучения.

Одна из наиболее сложных задач, возникающих на пути создания современных устройств трёхмерной, сверхплотной оптической записи информации, оптических дифракционных элементов и высокоскоростных оптических систем передачи/обработки данных связана с поиском подходящей фоторегистрирующей среды. В связи с этим **актуальность темы** диссертации Жижченко А.Ю. несомненна. Высокая **практическая значимость** диссертации заключается в разработке нового фоторегистрирующего полимерного материала. Разработанный материал не нуждается в жидкостной постэкспозиционной обработке и обладает высоким пространственным разрешением и возможностью фазовой записи толстых дифракционных оптических элементов с высокой дифракционной эффективностью. Указанные свойства позволяют применять материал как для создания высокоэффективных голографических решёток, так и элементов интегральной оптики с низкими оптическими потерями. Низкий порог двухфотонной модификации материала обеспечивает возможность его применения для лазерной записи глубоких структур показателя преломления, что открывает возможность создания толстых дифракционных оптических элементов, фотонных кристаллов и других оптических микроструктур с уникальными оптическими свойствами.

Диссертация состоит из 148 страниц, включая 33 рисунка и список цитированной литературы из 221 наименования. В целом работа неплохо оформлена, написана хорошим языком, её материал изложен достаточно

полно и последовательно. Основные результаты диссертации опубликованы в 8 статьях, из которых 4 входят в перечень ВАК РФ.

Научная новизна основных результатов диссертации Жижченко А.Ю. заключается в следующем. Автор впервые показал возможность использования антраценоилацетоната дифторида бора (AntBF_2) для создания полимерных фоторегистрирующих сред, не требующих жидкостной обработки. Впервые получен и исследован материал на основе матрицы полиметилметакрилата (ПММА), допированного указанным фотоактивным соединением. Показано, что на формирование голограммы в материале ПММА+ AntBF_2 под действием непрерывного лазерного излучения влияют два процесса: фотоиндуцированное образование молекул фотопродукта и диффузия молекул фотопродукта и исходного фоточувствительного компонента AntBF_2 . В общем случае вклад этих процессов в изменение показателя преломления материала частично компенсируется. Это определяет необычную зависимость дифракционной эффективности решёток от времени их записи и постэкспозиционной выдержки, которая имеет выраженный минимум, соответствующий моменту времени, когда происходит полная взаимная компенсация вкладов этих процессов, и два максимума. Первый максимум данной зависимости обусловлен фотохимическими процессами и не имеет прямого отношения к диффузии, а второй более высокий максимум происходит, когда диффузия исходного компонента AntBF_2 завершается и изменение показателя преломления обусловлено только пространственным распределением молекул фотопродукта. Исследовано тепловое воздействие экспонирующего пучка на материал, в результате чего обнаружено формирование динамических неоднородностей показателя преломления в ПММА+ AntBF_2 возникающих вследствие термооптического эффекта. Высокое значение коэффициента термического расширения матрицы ПММА, в совокупности с её низкой теплопроводностью позволило наблюдать значительную самодифракцию экспонирующего пучка теплового характера и сделало возможным управление световыми сигналами с использованием низкоинтенсивных источников лазерного излучения. Впервые показана возможность использования эффекта множественной филаментации лазерного излучения при нелинейной (двухфотонной) модификации полимерного материала ПММА + AntBF_2 для создания упорядоченных нитевидных структур показателя преломления в его глубине. Впервые исследованы

фотофизические особенности материала ПММА + AntBF₂ при создании дифракционных оптических элементов и голограмм в толстых образцах толщиной ~1 мм и при формировании интегрально-оптических волноводных структур в тонких плёнках толщиной ~ 1 – 2 мкм.

На основании указанных результатов работы диссертантом сформулировано пять защищаемых положений. Их **обоснованность** и **достоверность** определяется использованием апробированных экспериментальных методов исследования обеспечивающих хорошую воспроизводимость экспериментальных результатов и их сопоставимость между собой и результатами, полученными на основе аналитических расчетов, а так же согласованностью с известными теоретическими и экспериментальными данными.

Научная значимость результатов, полученных в диссертации, заключается в углублении понимания физики формирования структур показателя преломления в полимерных средах на основе фотодимеризующихся молекул с учётом их диффузии, что позволяет наметить пути дальнейшего развития таких фоторегистрирующих сред и оптимизации их характеристик.

Отмечая высокую научную и практическую ценность диссертационной работы Жижченко А.Ю., вместе с тем, следует обратить внимание на некоторые ее недостатки:

1. Из текста диссертации можно заключить, что основное влияние на свойства полученного фотоматериала оказывает фотоактивная добавка антраценоилацетоната дифторида бора, молекулы которой в процессе взаимодействия с фотонами фотодимеризуются и изменяют оптические свойства. Не вполне понятна роль матрицы полиметилметакрилата в протекании физических процессов, определяющих оптические свойства композиции. На что повлияет замена ПММА другим полимерным материалом?

2. В тексте не вполне рассмотрен вопрос о локальности отклика синтезированного фотоматериала, то есть не понятно, совпадает ли в пространстве записанная голографическая решётка с распределением интенсивности лазерного излучения.

3. В тексте диссертации имеются грамматические и стилистические ошибки и опечатки, в частности, в разделе «задачи работы» автор использует термин «структура показателя преломления», который не является

общепринятым, пишет «ввиду» и «также» отдельно, тогда как в контексте нужно писать слитно. В тексте «... молекулы антрацена и красителя сенсibilизатора» отсутствует дефис между последними словами, что изменяет смысл термина (стр.1 автореферата, 15 стр. диссертации).

Однако отмеченные недостатки не затрагивают основных научных результатов, полученных в диссертационной работе, и не снижают их практической ценности.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Считаю, что диссертационная работа Жижченко Алексея Юрьевича «Лазерно-индуцированные процессы модификации оптических свойств полиметилметакрилата, допированного антраценоилацетонатом дифторида бора» является законченной научно-исследовательской работой, удовлетворяющей требованиям ВАК, а сам соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Проректор по учебной работе
Дальневосточного государственного
университета путей сообщения,
д.ф.-м. н., профессор



В.В. Криштоп
08.06.2015

Подпись
(подпись)
Начальник
отдела кадров

 Криштоп В.В.
_____ заверяю.
Рудиченко С.В. Рудиченко