

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Колядина Антона Николаевича

«ПОЛЫЕ РЕВОЛЬВЕРНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ СВЕТОВОДЫ С РАЗДЕЛЬНЫМИ КАПИЛЛЯРАМИ В ОТРАЖАЮЩЕЙ ОБОЛОЧКЕ И ИХ ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА»,

представленной на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности

1.3.19. Лазерная физика

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Колядина А. Н. посвящена исследованию методов снижения оптических потерь в световодах с поллой сердцевинной, экспериментальному измерению оптических характеристик созданных световодов, а именно потерь, изгибных потерь и дисперсии, а также исследованию особенностей распространения оптического разряда в данных световодах.

На сегодняшний день становится очевидной перспективность использования световодов с поллой сердцевинной для ряда применений, что подтверждается как растущим числом научных публикаций, так и появлением коммерческих образцов световодов. Одним из основных направлений в развитии волоконной оптики является повышение интенсивности передаваемого излучения, но для световодов, изготовленных по стандартному методу – стеклянная сердцевина и оболочка, увеличение интенсивности передаваемого излучения приводит к возникновению нежелательных нелинейных эффектов, а также разрушению стеклянной сердцевины световода. Появление микроструктурированных световодов с поллой сердцевинной, изготовленных из кварцевого стекла, не только открывает новые возможности для развития волоконной оптики, но и позволяет применить весь накопленный опыт технологии производства полностью стеклянных световодов. В настоящее время различными группами ученых уже были предложены микроструктурированные световоды с поллой сердцевинной. Поперечное сечение таких световодов представляет собой двумерный фотонный кристалл, окружающий полую сердцевину, однако данные типы световодов демонстрируют относительно высокие оптические потери, а технология их изготовления достаточно сложная, что увеличивает их стоимость и снижает возможность воспроизведения точной структуры от одного образца к другому. Работа Колядина А. Н. посвящена антирезонансным (револьверным) световодам, у которых в поперечном сечении полую сердцевину окружает более

простая по сравнению с фотонно-кристаллическими световодами оболочка, элементы которой преимущественно состоят из отдельных стеклянных капилляров.

Целью работы соискателя является модификация структуры полого револьверного световода для снижения оптических потерь в ближнем и среднем ИК-диапазонах; получение световода с модифицированной структурой и исследование его оптических характеристик; наблюдение и исследование процесса разрушения полых световодов под действием распространяющегося по ним лазерного излучения с высокой интенсивностью.

Содержание диссертационного исследования

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Во введении обоснована актуальность работы и сформулированы цели исследования и соответствующие им задачи, описана научная новизна и практическая значимость, а также сформулированы основные положения, выносимые на защиту. Дополнительно представлена информация о личном вкладе автора, обоснованности и достоверности результатов, апробации результатов работы и перечень публикаций автора по теме диссертационного исследования, который включает 5 статей в журналах из перечня ВАК.

Первая глава посвящена анализу литературы по теме исследования. В этой главе рассмотрены основные типы волоконных световодов с полый сердцевинной и различными типами отражающей оболочки. Рассмотрены физические принципы формирования волноводного механизма и методы численного моделирования свойств револьверных световодов.

Во второй главе диссертации представлены результаты численного моделирования основных оптических характеристик револьверного световода. Предложено поперечное сечение револьверного световода, для которого достигается снижение оптических потерь за счет создания отражающей оболочки с несоприкасающимися капиллярами.

Третья глава посвящена измерению оптических свойств револьверного световода с несоприкасающимися капиллярами в отражающей оболочке, в частности измерен дисперсионный параметр в спектральном диапазоне от 660 нм до 760 нм. Полученные результаты показали, что величина дисперсионного параметра револьверного световода составляет порядка $1 - 5$ пс/(нм·км), что значительно меньше, чем для полых световодов с фотонно-кристаллической отражающей оболочкой. Проведены исследования изгибных потерь и резонансной связи мод сердцевины с модами оболочки. Установлено, что существуют определенные значения радиуса изгиба световода, на которых возникает резонансная связь мод сердцевины с модами оболочки, что приводит к резкому увеличению оптических потерь в световоде.

В четвертой главе представлены результаты исследования распространения оптического разряда по полым револьверным световодам и проведено измерение скорости распространения и температуры оптического разряда. Показано, что

температура плазмы оптического разряда, распространяющегося по полному револьверному световоду, значительно выше, чем для оптического разряда в световоде на основе кварцевого стекла с твердой сердцевиной.

В заключении сформулированы выводы и перечислены наиболее важные результаты, полученные автором диссертационной работы.

Содержание диссертационной работы соответствует указанной специальности, а автореферат полностью и логично отражает её основное содержание. Результаты диссертации опубликованы в пяти реферируемых журналах из списка ВАК. Основные результаты были апробированы на всероссийских и международных конференциях.

Основные результаты и их новизна

1. Впервые предложена и исследована численно и экспериментально новая структура полого револьверного световода с несоприкасающимися капиллярами.
2. Впервые в данных световодах экспериментально исследованы дисперсионные характеристики.
3. Впервые в полых световодах резонансная связь мод сердцевины с модами оболочки продемонстрирована экспериментально.
4. Впервые в полых световодах исследовано распространение оптического разряда.

Степень обоснованности научных положений и достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждена использованием комплекса современных экспериментальных методов исследований, сравнением экспериментально полученных результатов с результатами численного моделирования и литературными данными, а также результатами последующих исследований других научных групп.

Ценность для науки и практики результатов работы

Полученные соискателем результаты позволяют рассматривать револьверные световоды из кварцевого стекла как перспективную среду для передачи излучения в среднем ИК-диапазоне, несмотря на то, что само кварцевое стекло обладает в этом диапазоне большими (более 10дБ/м) оптическими потерями. Следует отметить, что обнаруженное и исследованное явление оптического разряда в полном световоде можно использовать для защиты волоконных линий на основе полых световодов и создания своего рода «предохранителей». Для этого достаточно, чтобы волоконная линия содержала короткий участок оптического волокна со снятым полимерным покрытием и достаточно тонкой опорной трубкой.

Замечания по диссертационной работе в целом

В качестве замечаний необходимо отметить следующее:

1. В разделе 1.9.1 отсутствуют какие-либо аналитические формулы, хотя раздел называется “Физические принципы волноводного механизма. Аналитическое решение для упрощённых моделей”.
2. По всей диссертации есть несогласованность выбора базовых длин волн на которых проводится измерение потерь, дисперсии и других характеристик револьверных световодов, что немного затрудняет восприятие материала читателем.
3. Во второй главе исследование влияния величины зазора между капиллярами в отражающей оболочке револьверного световода на оптические потери проведено не полностью. Указано, что величины зазора в 1,3 мкм достаточно, чтобы исключить явление перетекания излучения между капиллярами, но в экспериментальном образце световода данный зазор составил уже 10 мкм. Непонятно, есть ли ограничение сверху на величину данного зазора.
4. На рисунке 29 в экспериментально измеренных данных отсутствует окно пропускания световода с центром на длине волны 7 мкм, однако расчеты показывают наличие данного окна.
5. В диссертации не рассматривается вопрос, насколько оптимальна предложенная конструкция револьверного световода с точки зрения минимизации потерь.
6. В работе было показано влияние изгиба на оптические потери световода и установлена резонансная связь мод сердцевины и мод оболочки, но никаких рассуждений относительно того, есть ли возможность устранить или снизить влияние изгиба, сделано не было.

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

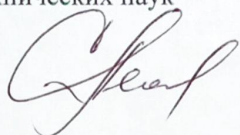
Заключительная оценка

Диссертационная работа Колядина Антона Николаевича является законченным исследованием, выполненным автором самостоятельно на высоком научном и техническом уровне. Представленная работа вносит значительный вклад в развитие волоконной оптики. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы. Все результаты работы были получены соискателем лично или при его непосредственном участии и имеют высокий уровень, являются достоверными, а выводы и заключения обоснованными. Результаты диссертационной работы своевременно опубликованы в 20 печатных трудах, 5 из которых – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертационного исследования.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой

степени кандидата технических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика, а ее автор Колядин Антон Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по этой специальности.

Официальный оппонент
начальник Учебно-исследовательской лаборатории современных проблем
оптотехники НОЦ «Фотоника и ИК-техника»
доцент кафедры «Лазерные и оптико-электронные системы»
МГТУ им. Н.Э. Баумана
кандидат технических наук



10.09.2021

Леонов Станислав Олегович

ФИО: Леонов Станислав Олегович

Почтовый адрес:

105005, Москва, 2-ая Бауманская, 5 стр.1

Рабочий телефон: +7 (499) 263-60-11

E-mail: leonov-st@bmstu.ru

Подпись Леонова С.О. заверяю:



А. Г. МАТВЕЕВ

ЗАМ. НАЧ УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ

Тел: 8499-263-67-69

Сведения об оппоненте:

Леонов Станислав Олегович

кандидат технических наук

специальность: 05.13.01

адрес: 105005, Москва, 2-ая Бауманская, 5

телефон: +7 (499) 263-60-11

E-mail: leonov-st@bmstu.ru

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)