

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Заворотного Юрия Станиславовича
«Фотопроцессы в кислородно-дефицитных центрах кварцевых
и германосиликатных стекол»
по специальности 01.04.05 – оптика
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Высокоочищенное кварцевое стекло в настоящее время является основой целого ряда устройств современной волоконной оптики и оптоэлектроники. В основе современных средств телекоммуникации, сенсорных волоконно-оптических систем лежат кварцевые световоды, сердцевина которых легирована оксидом германия. Популярность данного материала для современной волоконной оптики и оптоэлектроники обусловлена физическими особенностями кварцевого стекла, обладающего высокой степенью прозрачности в видимом и ближнем ИК диапазонах. Кроме того, кварцевое стекло, легированное германием, обладает фоточувствительностью, что позволяет изготавливать на его основе такие волоконно-оптические компоненты как решетки показателя преломления, используемые в качестве оптических фильтров, зеркал к волоконным лазерам, датчиков различных физических величин.

Однако, несмотря на широкую распространенность данного материала в современной технике до сих пор до конца не изучены вопросы взаимодействия оптического излучения с кварцевым стеклом. Существующие в литературе работы, посвященные фотопроцессам, происходящим в кварцевых стеклах, не дают исчерпывающих ответов об их природе. Это сказывается и на технологии производства оптоэлектронных устройств, которое носит скорее эмпирический характер. Выявление же механизмов, ответственных за фотохимические процессы позволит существенным образом оптимизировать технологию производства и конечные характеристики изготавливаемых оптоэлектронных устройств.

Диссертационная работа Заворотного Ю.С. посвящена исследованию фотопроцессов, происходящих в кислородно-дефицитных центрах (КДЦ) нелегированных и легированных германием кварцевых стекол. Из литературы известно, что именно КДЦ являются основными инициаторами фотохимических реакций происходящих в стекле, и их изучение на сегодняшний момент представляет значительный интерес. Таким образом, можно заключить, что тема диссертационной работы, выбранная Заворотным Ю.С.,

является крайне актуальной и интересной как с прикладной, так и с фундаментально-научной точек зрения.

Основной целью работы Заворотного Ю.С. было исследование механизмов фотоиндуцированных процессов, происходящих в матрице кварцевого стекла как в объемных образцах, так и на поверхности гибридных наночастиц кремния. Исследовались структурные преобразования матрицы кварцевого стекла под воздействием оптического излучения.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. В первой главе проводится литературный обзор по теме работы, рассматриваются известные структурные особенности, присущие кварцевому стеклу, механизмы их фотохимических преобразований.

Вторая глава диссертационной работы посвящена исследованию процессов фотоионизации КДЦ, обуславливающей один из основных механизмов fotocувствительности кварцевых стекол. Отдельно затрагивается вопрос транспорта электронов в зоне проводимости, образованных в процессе такой фотоионизации.

В третьей главе рассматриваются механизмы оптического возбуждения излучением малой интенсивности и релаксации германиевых КДЦ, являющихся основными инициаторами фотохимических реакций в германосиликатных стеклах. Рассматривается влияние молекулярного водорода на релаксацию возбуждения КДЦ, в том числе с необратимым разрушением последних.

Отдельно следует отметить исследование фотолюминесценции гибридных наночастиц кремния в различном окружении, результаты которого представлены в четвертой главе. Экспериментально установлено влияние матричного окружения на кинетику фотодеградации люминесценции. Также предложена модель, устанавливающая связь fotocувствительности наночастиц с транспортом электронов от ионизированных КДЦ на их поверхности.

Диссертационная работа Заворотного Ю.С. представляет собой разностороннее законченное исследование, тем не менее, в процессе чтения работы возникли замечания, а именно:

1. Во второй главе автор описывает эксперименты с образцами двух типов – содержащими кремниевые и германиевые КДЦ. При этом, концентрация КДЦ определяется по характерной полосе в спектре поглощения, предполагая, что в образцах, содержащих примесь германия, отсутствуют кремниевые КДЦ. Отсутствие

кремниевых КДЦ в образцах кварцевых стёкол, легированных германием, не представляется очевидным и на этот счет не дается никаких разъяснений в тексте диссертации.

2. Имеет смысл уделить большее внимание экспериментальному доказательству предложенной в четвертой главе модели фотопреобразования центров, локализованных на поверхности наночастиц кремния. До этого, в третьей главе автором подобно рассматриваются процессы участия молекулярного водорода в фотохимических процессах преобразования дефектных центров кварцевого стекла. Было бы логично провести подобное исследование взаимодействия поверхностных центров гибридных кремниевых наночастиц с молекулярным водородом.


Указанные недостатки не умаляют значимости полученных автором результатов и не влияют на общую высокую оценку представленной работы. Изложенные в диссертации результаты новы и оригинальны, достаточно полно представлены в печатных изданиях и в докладах на научных конференциях. Достоверность полученных результатов также подтверждается систематическим характером проведенных исследований и не вызывает сомнения.

Проведенные исследования позволяют приблизиться к пониманию механизмов фотохимических процессов, происходящих в кварцевых стеклах, что, несомненно, может найти отражение в оптимизации технологических процессов создания широкого спектра устройств современной оптоэлектроники и волоконной оптики. Результаты данной работы могут быть использованы для совершенствования моделей структуры и дефектов кварцевых и германосиликатных стекол, химических и фотохимических реакций, протекающих в них. Отдельно стоит отметить важность полученных автором результатов по фотостойкости люминесценции наночастиц кремния, являющихся практически значимым, самостоятельным объектом исследования. Так, наночастицы кремния с высоким уровнем фоточувствительности могут быть использованы для создания элементов оптической памяти. С другой стороны, частицы, обладающие повышенной фотостойкостью могут найти применения в качестве люминесцентных маркеров применяемых в медико-диагностических исследованиях.

Таким образом, диссертация Заворотного Ю.С. на соискание ученой степени кандидата наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи определения каналов фотохимических реакций в кварцевых стёклах, волоконных световодах на их основе, а также на поверхности кремниевых наночастиц, что имеет существенное значение для развития телекоммуникационных технологий,

медицины и энергетики. Все полученные автором результаты опубликованы в ведущих мировых изданиях и журналах, рекомендованных ВАК, их новизна не вызывает сомнения. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации. Работа Заворотного Ю.С. удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.05 – оптика, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент,
Ведущий научный сотрудник
ИРЭ им.В.А.Котельникова РАН,
Заведующий лабораторией
волоконно-оптических технологий
к.ф.-м.н.



(подпись)

Бутов О.В.

01.06.2017

Адрес: 125009, г.Москва, ул.Моховая д.11, стр.7

Тел: (495) 629-33-20

e-mail: obutov@mail.ru

