

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата физико-математических наук, Бутова Олега Владиславовича на диссертацию Кашайкина Павла Федоровича «Радиационная стойкость волоконных световодов с сердцевиной из нелегированного и легированного германием кварцевого стекла в ближнем ИК-диапазоне», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Диссертационная работа Кашайкина П.Ф. посвящена исследованию радиационно наведенного поглощения света (РНП) в световодах с сердцевиной из нелегированного и легированного германием кварцевого стекла в ближнем ИК-диапазоне и определению радиационных центров окраски (РЦО), ответственных за РНП, и их свойств. При этом были проведены обширные исследования зависимости РНП от технологических параметров изготовления световода, от температуры окружающей среды в процессе гамма облучения и от концентрации РЦО. На основании полученных результатов была проведена оптимизация технологии изготовления световодов с сердцевиной из нелегированного кварцевого стекла, приведшая к многократному увеличению их стойкости к ионизирующему излучению.

Актуальность диссертационной работы обусловлена востребованностью радиационно-стойких световодов для применений в условиях ионизирующего излучения (атомная энергетика, космос, военные применения). Практически важным является и исследуемый спектральный ИК-диапазон, являющийся основным для оптической связи и современных оптоволоконных датчиков.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка используемой литературы. Во введении определены цели работы и соответствующие им задачи, обоснована актуальность, научная новизна, практическая значимость и сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава представляет собой обзор литературных данных по теме диссертационной работы. В ней представлены спектральные характеристики известных до начала диссертационной работы РЦО в нелегированных и легированных германием волоконных световодах из кварцевого стекла, также проанализированы их основные свойства.

Вторая глава посвящена описанию особенностей производства преформ и вытяжки из них световодов с нелегированной сердцевиной из кварцевого стекла и фторированной

оболочкой. Описаны используемые в работе методики облучения и исследования спектров РНП в широком температурном диапазоне.

Третья глава посвящена исследованию РНП в ближнем ИК-диапазоне световодов, заготовки для которых были синтезированы при различных технологических условиях в процессе MCVD. Было показано, что при использовании большого избытка кислорода в парогазовой смеси происходит подавление вхождения атомов хлора в сетку кварцевого стекла, а при балансе этого избытка с содержанием фтора в оболочке происходит значительное уменьшение предшественников самозахваченных дырок, являющихся основным РЦО, ограничивающим радиационную стойкость в ближнем ИК-диапазоне. Кроме того, определено влияние различных параметров при вытяжке на РНП и установлено доминирующее влияние температуры вытяжки. В конце третьей главы представлены результаты сравнительных исследования РНП оптимизированных световодов в лабораторной технологии НЦВО-ИХВВ РАН с зарубежными и отечественными аналогами.

Четвертая глава диссертационной работы посвящена исследованию зависимости РНП в видимом и ближнем ИК-диапазоне от температуры, поддерживаемой при гамма облучении, для световодов с нелегированной и легированной германием сердцевиной. Впервые выявлены и объяснены аномалии и особенности температурной зависимости РНП таких световодов. В частности, в спектрах РНП световодов с сердцевиной из нелегированного кварцевого стекла была обнаружена полоса с максимумом при $E \sim 1$ эВ. В световодах с сердцевиной, легированной германием, впервые была обнаружена полоса РНП с максимумом при $E = 1,38$ эВ и исследованы ее свойства. Также впервые была обнаружена полоса поглощения самозахваченных дырок в германосиликатных световодах.

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

Работа содержит интересные, новые результаты, в частности, впервые в спектрах РНП гамма облученных световодов обнаружены полосы РНП, ограничивающие радиационную стойкость световодов в ближнем ИК-диапазоне. Также впервые была выявлена и объяснена зависимость РНП от температуры в световодах с сердцевиной из нелегированного кварцевого стекла при температуре около 0° С. Было однозначно установлено влияние избытка кислорода в парогазовой смеси при синтезе сердцевины в процессе MCVD и условий вытяжки на РНП. Важным практическим результатом является многократное снижение РНП при оптимизации условий изготовления преформы и

параметров при вытяжке световода. Ценность и практическая значимость полученных результатов не вызывают сомнения.

Содержание диссертационной работы соответствует указанной специальности, а автореферат полностью и верно отражает ее содержание. Результаты диссертации опубликованы в реферируемых журналах из списка ВАК, а также в патенте РФ на изобретение. Основные результаты были апробированы на всероссийских и международных конференциях.

Из недостатков работы можно отметить следующие:

1. В первой главе недостаточное внимание уделено обзору существующих радиационно-стойких волоконных световодов, таких как световоды с сердцевиной на основе стекол КС-4В, КУ-1, а также с легированной азотом сердцевиной.
2. В диссертационной работе рассматриваются исключительно одномодовые световоды, при этом нигде в тексте не делается на этом факте акцент. Почему в качестве объектов исследования был выбран только этот тип волокна, тогда как на световодах с различным диаметром сердцевины проще выявить влияние напряжений на границе раздела сердцевина/оболочки на рост РНП.
3. В рамках данной работы было бы интересно изучить влияние содержания фтора и хлора в сердцевине. Так, например, рекордный по радиационной стойкости образец не имеет фтора в сердцевине и имеет минимальное содержание хлора. Также из экспериментов видно, что при одинаковом содержании хлора в сердцевине добавление фтора может приводить к снижению РНП. Вполне можно ожидать, что добавление малого количества фтора наряду с кислородно-избыточными условиями синтеза стекла сердцевины может привести к дополнительному повышению радиационной стойкости волоконных световодов.

Тем не менее, высказанные выше замечания носят рекомендательный характер и не снижают научной значимости полученных результатов.

Подводя итог обсуждаемой работы, можно сказать, что диссертация Кашайкина П.Ф на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является законченной научно-квалификационной работой, автором проведено достаточно полное и систематическое исследование проблемы радиационной стойкости световодов с нелегированной и легированной германием сердцевиной.

Диссертационная работа Кашайкина П.Ф. на тему «Радиационная стойкость волоконных световодов с сердцевиной из нелегированного и легированного германием

кварцевого стекла в ближнем ИК-диапазоне» удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней (постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния», а ее автор, Кашайкин Павел Федорович, заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук.

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

Бутов Олег
Владиславович

Подпись Бутова О.В. удостоверяю

Ученый секретарь ФГУБ Института радиотехники и
электроники им. В.А.Котельникова РАН
к.ф.-м.н.



И.И. Чусов

ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН
125009, Москва, ул. Моховая 11, корп. 7.,
тел.: +7 (495) 629 3574,
Факс: +7 (495) 629 3678,
e-mail: ire@cplire.ru
e-mail: obutov@mail.ru