

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу

Ковгар Виктории Викторовны

«Спектрально-люминесцентные и лазерные свойства иттербий-содержащих иттрий-алюмооборатных и теллуритно-вольфраматных стекол»,
представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика

1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки.

Диссертационная работа В.В. Ковгар посвящена (1) исследованию спектрально-люминесцентных и лазерных свойств иттрий-алюмооборатных (хантитоподобных), иттрий-кремний-алюмооборатных и теллуритно-вольфраматных стекол, легированных иттербием и солегированных хромом или эрбием, (2) изучению происходящих в них процессов внутрионной конверсии и межзонного переноса возбуждений, (3) определению особенностей инкорпорации хрома в первые два типа стекол.

Содержание и результаты диссертационной работы полностью соответствуют пункту: 3 (спектроскопия твердого тела, люминесценция, обратимые и необратимые фотопроецессы) раздела «Область исследования» паспорта специальности 01.04.05 – оптика и удовлетворяют требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

2. Актуальность темы диссертации.

Цель диссертационной работы В.В. Ковгар направлена на разработку новых активированных стекол с заданными свойствами, которые могут найти применение в решении научных и практических задач, в том числе для использования в качестве активных элементов лазеров, антистоксовых визуализаторов излучения ближнего ИК-диапазона и люминесцентных концентраторов и конверторов солнечного излучения.

Результаты исследований, которые вошли в данную работу, получены при выполнении заданий крупных государственных программ и тем, а также конкурсных проектов Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований. Решаемые в диссертации задачи и обсуждаемые вопросы соответствуют современным представлениям, концепциям и направлениям развития фундаментальных и прикладных исследований.

Тема диссертации В.В. Ковгар соответствует пункту 4 «Машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы: микро-, опто- и СВЧ-электроника, фотоника, микросенсорика; композиционные и многофункциональные материалы» приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы Указа Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 г. № 156.

Поэтому тема диссертационной работы, несомненно, является актуальной и полностью соответствует принятым в Республике Беларусь приоритетным направлениям научных исследований.

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту.

Научная новизна представленных в диссертации результатов не вызывает сомнений. Следует отметить наиболее значимые, на мой взгляд, научные результаты:

1. Разработаны Yb-содержащие хантитоподобные стекла, характеризующиеся пониженной на два порядка эффективностью кооперативных процессов по сравнению с кварцевым стеклом с идентичной концентрацией иттербия. Несмотря на относительно высокую склонность к кристаллизации, такие стекла пригодны для вытяжки оптоволокна.

2. Зарегистрировано возбуждение люминесценции ионов Yb^{3+} в таком стекле не только в их абсорбционную полосу ${}^2F_{7/2} \rightarrow {}^2F_{5/2}$, но также в полосе переноса заряда $\text{O}^{2-} \rightarrow \text{Yb}^{3+}$ и посредством безызлучательного переноса энергии от стоксовых спутников комбинационного рассеяния света.

3. Установлено, что хром входит в Cr- и Yb-Cr-содержащие иттрий-алюмооборатные и иттрий-кремний-алюмооборатные стекла преимущественно в степени окисления Cr(III) с заметной примесью Cr(IV), Cr(V), и Cr(VI), последняя появляется при барботировании расплава кислородом либо введении щелочных металлов, и обоснована схема основных процессов переноса возбуждений в таких стёклах.

4. Выявлена зависимость квантового выхода люминесценции ионов Yb^{3+} в соактивированных ионами хрома стеклах от длины волны возбуждения и интерпретировано влияние на неё разновалентной примеси хрома.

5. С помощью спектральных методов установлено положение штарковских подуровней энергетических состояний ${}^2F_{7/2}$ и ${}^2F_{5/2}$ ионов Yb^{3+} в активированных ими теллуритно-вольфраматных стеклах и показана, что стоксов сдвиг может изменяться в интервале 12–92 нм, а квантовый дефект находится в диапазоне 1,2 % – 9,1 %.

Представленные в диссертации и защищаемых положениях результаты являются новыми, что подтверждается их публикацией в ведущих научных изданиях и материалах крупных международных конференций.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Все выводы и заключения в диссертации сделаны на основе анализа спектральных характеристик широкого класса образцов, полученных методом плавления. Их исследование проводилось с использованием методов спектрально-люминесцентного анализа, широко используемых и признанных в мировом научном сообществе. Измерения проводились на стандартном оборудовании, результаты обрабатывались с использованием имеющихся программных средств, а также при необходимости сопоставлялись с теоретическими расчетами. Такой комплексный подход обеспечивает обоснован-

ность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Научная значимость результатов состоит в описании основных процессов переноса и диссипации энергии возбуждения в новых Yb- и Yb-M-содержащих стеклах (M = Cr, Er, щелочные металлы) и выявлении особенностей вхождения хрома в разработанные стекла, что представляет заметный вклад в материаловедение активированных материалов.

Практическая значимость заключается в создании серии новых оптических стекол, перспективных для использования в качестве активных элементов лазеров, антистоксовых визуализаторов ближнего ИК-диапазона с высоким пространственным разрешением и люминесцентных концентраторов и конверторов солнечного излучения. К диссертации приложены 2 патента на изобретение (ПРИЛОЖЕНИЕ Б и В к диссертации), что также подтверждает практическую значимость работы.

Экономическая значимость состоит в получении крупного договора на выполнение мероприятия 3.1 «Разработка технологии получения специальных радиационно-стойких стекол для волоконно-оптических световодов, в том числе световодов, сохраняющих состояние поляризации излучения» (шифр «Световод РБ» на 2023–2026 гг.) в рамках НТП Союзного государства «Компонент Ф».

Социальная значимость заключается во внедрении результатов диссертационной работы в учебный процесс кафедры «Химическая технология стекла и ситаллов» РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва (акт о практическом использовании представлен в ПРИЛОЖЕНИИ В к диссертации). В дальнейшем они могут быть внедрены в учебные процессы на профильных кафедрах ведущих ВУЗов нашей страны.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати.

Результаты диссертационного исследования достаточно полно изложены в 4 научных работах, опубликованных в рецензируемых изданиях из Перечня ВАК Республики Беларусь, в 12 статьях в сборниках материалов конференций и в 5 тезисах докладов конференций, а также 4 патентах на изобретение.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК.

Диссертационная работа и автореферат оформлена в соответствии с требованиями ВАК Республики Беларусь. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

8. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует.

Содержание диссертационной работы, её представление и обсуждения результатов свидетельствуют о том, что В.В. Ковгар владеет терминологией по профилю исследований, а также знакома с современными проблемами в выбранном направлении. Изложение материала и его обсуждение ведется на

хорошем уровне, доказательно и аргументированно, с привлечением имеющейся в литературе информации по обсуждаемым вопросам. Все это в совокупности свидетельствует о соответствии квалификации соискателя искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика.

9. Замечания.

Оценивая диссертацию в целом положительно, следует сделать некоторые замечания:

В работе впервые получена генерация излучения на тонкой пластинке из хантитоподобного стекла, активированного ионами Yb^{3+} . Полученный результат следовало бы и далее развивать с использованием модернизированных составов стекол, режимов возбуждающего излучения, перестройки по длинам волн и т.д.

1. Для определения заселенностей восьми уровней взаимодействующих ионов донора и акцептора используется система 8 дифференциальных уравнений. Решение такой системы требует знания большого числа констант вероятностей излучательных и безызлучательных переходов в доноре и акцепторе, что снижает искомый результат.

2. Вызывает сожаление малое внимание такому интересному физическому явлению, как возбуждение люминесценции ионов Yb^{3+} посредством безызлучательного переноса энергии от стоксовых спутников комбинационного рассеяния света;

3. Соискателем установлена одновременная реализация хрома в Yb-Cr -содержащих стёклах в разных степенях окисления. В этом случае разложение спектров возбуждения люминесценции Yb^{3+} на индивидуальные компоненты могло бы дать полезную новую информацию для обоснования схемы процессов переноса возбуждений, приведенной на рис. 3.22;

4. Соискателем указывается, что для повышения квантового выхода сенсублизированной ионами хрома люминесценции Yb^{3+} следует минимизировать примесь ионов Cr^{4+} и Cr^{5+} , однако не сообщается, как это можно сделать.

5. Рисунки 1.3–1.11 оформлены с использованием англоязычного текста, остальные – на русском. Вставки на некоторых рисунках оформлены очень мелким шрифтом, что затрудняет изучение материала.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают степени обоснованности и надежности полученных результатов и могут рассматриваться скорее, как проблема, требующая дальнейшего исследования.

10. Выводы.

Диссертационная работа Ковгар В.В. «Спектрально-люминесцентные и лазерные свойства иттербий-содержащих иттрий-алюмооборатных и теллурично-вольфраматных стекол» является квалификационной научной работой и отвечает всем требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к кандидатским диссертациям. В ней содержатся новые научно обоснованные результаты, имеющие большое значение для понимания процессов переноса

возбуждений в плавленных Yb-содержащих иттрий-алюмооборатных и теллу-ритно-вольфраматных стеклах, легированных иттербием, эрбием и хромом.

Рекомендую присудить Ковгар Виктории Викторовне ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – оптика *за следующие научные результаты, включающие разработку:*

– хантитоподобного стекла, легированного иттербием, характеризующегося предельным квантовым выходом люминесценции близким к 94 %, эффективной полушириной её полосы порядка 33 нм, практически отсутствующим фотовосстановлением ионов Yb^{3+} до Yb^{2+} , вызывающим фотозатемнение в видимой и ближней ИК областях спектра, а также относительно высокими значениями теплопроводности (0,73–0,95 Вт/м·К) и порога лазерно-индуцированного разрушения поверхности (27 ± 3 Дж/см²);

– иттрий-алюмооборатного и иттрий-кремний-алюмооборатного стёкла, легированного иттербием и хромом, для которого выявлено вхождение ионов хрома не только в степени окисления Cr(III), но и в степени Cr(IV), Cr(V), а также определение механизма сенсбилизации ионами хрома люминесценции ионов Yb^{3+} ;

– теллурично-вольфраматного стекла, легированного иттербием, для которого было определено положение штарковских подуровней ионов Yb^{3+} , а также сечения поглощения и испускания с учетом больцмановских факторов и ряд иных лазерных параметров.

Я, Поведайло Владимир Александрович, даю согласие на публикацию данного отзыва в открытом доступе на официальном сайте Института физики НАН Беларуси в сети Интернет.

Официальный оппонент:
главный научный сотрудник
ИНСТИТУТА ФИЗИКИ
НАН Беларуси, доктор физ.-мат. наук



В.А. Поведайло

20.03.2023

