

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мальчуковой Евгении Валерьевны «Структурная эволюция допированных оксидных стекол под действием ионизирующей радиации», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Проблема радиационной устойчивости стекол имеет глубокие исторические корни. Еще в пятидесятых годах прошлого века было показано, что захват свободных носителей на немостиковых атомах кислорода и ионах переменной валентности имеет определяющее значение в решении задач повышения радиационной устойчивости оптических стекол (например, дозиметрических радиационно-чувствительных, фотохромных, фоторефрактивных и т. д.). Для лазерных стекол и волоконной оптики продолжает оставаться актуальной проблема потерь, в том числе потерь на поглощение, обусловленных радиационными центрами окраски.

К числу важных практических применений результатов исследований радиационной устойчивости стекол, безусловно, относится их использование в качестве матриц для иммобилизации ядерных отходов. Уже много лет технология остекловывания является лидирующей при утилизации отходов ядерной энергетики, поскольку другой равноценной альтернативы в области радиационной безопасности на сегодняшний день не существует. Тем не менее, синтез стекол новых композиций, а также исследование в них радиационных эффектов приводящих к структурным и химическим изменениям матриц на атомном уровне, активно продолжают. Поэтому поставленная перед автором цель по определению взаимосвязи изменений структуры ядерного стекла упрощенной композиции (5 оксидов) и окислительно-восстановительных процессов, происходящих в допированных ионами переходных элементов оксидных стеклах под действием β -излучения, а также установление универсальной закономерности их поведения при воздействии внешнего β -излучения в зависимости от природы и количества допирующих ионов весьма своевременна и важна. Актуальность темы диссертации Е.В. Мальчуковой не вызывает сомнений. Автор решил комплекс задач по исследованию влияния зарядовых преобразований ионов переходных металлов и редкоземельных элементов и на создание точечных дефектов, и на модификации в структуре оксидных стекол, подвергнутых высоким дозам ионизирующего излучения. Крайне интересным, на наш взгляд, является результат и научное обоснование повышения радиационной устойчивости оксидного стекла путем одновременного введения двух редкоземельных ионов (Sm и Gd) (Гл.6).

Следует также отметить, научную новизну методики моделирования поведения реальных ядерных отходов путем изучения электронных процессов, индуцированных внешним β -облучением и полученных результатов. Так, установлено, что допирование ионами ПМ так же, как и РЗ ионами, приводит к ограничению структурных модификаций в матрице модельного оксидного стекла.

Полученные результаты представляют фундаментальную основу для практических решений в области обращения с актинидсодержащими отходами ядерного топливного цикла, причем практическая ценность предлагаемого решения состоит также в том, что дорогостоящие компоненты (редкие земли, цирконий) находятся в самих отходах. Практическая значимость подтверждается также патентом на изобретение № 2566084 от 24.09.2015 г. (в автореферате заявка № 2014137633 от 18.09.2014 г.) и заявкой на патент на получение консервирующих матриц для иммобилизации высокоактивных актинидных отходов (№ 2014137630 от 18.09.2014 г.).

Содержательный объем диссертации, судя по автореферату значителен – в основе диссертации лежат результаты 10-летнего изучения поведения модельных ядерных стекол для иммобилизации высокорadioактивных отходов. За это время были исследованы более 500 образцов, синтезированных и подвергнутых облучению высокоэнергетическими электронами на ускорителе Ван де Граафа. Изучены их микроструктурные свойства и поведение при облучении и введении актинидных суррогатов (РЗ элементы). Проанализированы сотни спектров ЭПР, комбинационного рассеяния и люминесценции: подчеркивается, что в этих исследованиях соискатель являлся основным исполнителем. На наш взгляд, результаты автора, представленные в каждой из пяти глав, по своей значимости, новизне и уровню выполненной работы вполне достаточны по объему, чтобы быть представленными к защите докторской диссертации по указанной теме. Список авторских публикаций и апробация работы указывает на практическую востребованность идей, сформулированных Е.В. Мальчуковой, а также важность физических результатов, полученных при непосредственном участии автора диссертации и его соавторов.

К сожалению, в тексте автореферата мне не удалось обнаружить конкретные данные о том, какие именно модификации в структуре алюмоборосиликатного стекла происходят под действием облучения и как именно внедрение допантов (редкоземельные ионы) отражается на этих изменениях. Во введении (с.8) обсуждаются факторы, ограничивающие структурные изменения, но не указывается, о чем идет речь. На с. 10 в экспериментальной части ведется разговор о полосе $450-460\text{ см}^{-1}$ в спектрах комбинационного рассеяния, сдвиг которой, по всей видимости, и обсуждается на с. 16 «Сдвиг этой полосы сопоставляется с уменьшением среднего угла Si-O-Si связи...», и

рассматривается на Рис.8а в качестве доказательства влияния допантов на уплотнение и полимеризацию структуры стекла, наведенных облучением; тем не менее, в описании результатов главы 4, напрямую эти изменения не представлены. Думается, что читателю, не знакомому со структурой спектров комбинационного рассеяния, матриц, содержащих оксид кремния, будет сложно понять изложенное и дать оценку данному результату.

Отмеченный недостаток, однако, не снижает значимость выполненной работы и не влияет на обоснованность защищаемых положений.

Считаю, что по объему полученных результатов, их новизне, актуальности, практической и научной значимости представленная работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Евгения Валерьевна Мальчукова, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Доктор физико-математических наук,
профессор,
профессор кафедры физической электроники
Серегин Павел Павлович

191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, 48, корпус 1, ауд. 302
тел. +79213100200, e-mail: ppseregin@mail.ru

д.ф.-м.н. по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния