

О Т З Ы В

научного консультанта на диссертационную работу 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.

Многокомпонентное боросиликатное стекло сложного состава является наиболее перспективным материалом для иммобилизации различных химических элементов, содержащихся в ядерных отходах. Однако радиационные эффекты в остеклованных отходах могут приводить к структурным и химическим изменениям на атомном уровне и, соответственно, могут стать причиной изменения объема, запасенной энергии, твердости и изломостойкости стекла, что необходимо учитывать при размещении ядерных отходов. В связи с этим моделирование эффектов само-радиации и их последствий в ядерных стеклах упрощенной композиции (модельные стекла) является актуальной научной и практической задачей.

Поэтому, диссертационная работа «Структурная эволюция допированных оксидных стекол под действием ионизирующей радиации» выполненная Мальчуковой Е.В. на кафедре экспериментальной физики Иркутского государственного университета и Laboratoire des Solides Irradies, Ecole Polytechnique (France) является весьма актуальной. В диссертации приводятся результаты исследования структурных модификаций модельного стекла при усложнении его композиции (допирование ионами переходных металлов (ПМ) и ионами редкоземельных (РЗ) элементов) и их эволюции под действием внешнего облучения. Следует отметить, что, с одной стороны, переходные и/или редкоземельные элементы должны быть остеклованы сами по себе, первые, в силу своей токсичности, а вторые, как продукты распада радиоактивных элементов при хранении радиоактивных отходов. С другой стороны, структурные изменения, происходящие в реальных ядерных стеклах, могут быть смоделированы путем включения переходных или редкоземельных ионов в упрощенные стекольные матрицы для определения модификаций в их окружении, а также их влияния на структуру стекла. В то время как переходные металлы токсичны сами по себе, редкоземельные элементы не радиоактивны и могут быть рассмотрены как суррогаты актинидов (из-за схожих химических и физических свойств) во время разработки стекольных матриц, предназначенных для помещения и хранения радиоактивных отходов.

В основе диссертации лежат результаты 10-летнего изучения поведения модельных ядерных стекол для иммобилизации высокорadioактивных отходов. За это время было исследовано более 500 образцов, подвергнутых облучению высокоэнергетическими электронами на ускорителе Ван

де Граафа в лаборатории облученных сред (LCI, Ecole Polytechnique, Франция). Проанализированы сотни спектров ЭПР, комбинационного рассеяния и люминесценции. В этих исследованиях диссертант являлся основным исполнителем.

Синтезирован новый класс боросиликатных стекол упрощенной композиции (5 оксидов), воспроизводящих структуру многокомпонентного ядерного стекла, используемого для утилизации радиоактивных отходов.

Разработаны методики моделирования поведения реальных ядерных отходов путем изучения электронных процессов, индуцированных внешним β -облучением.

Установлено, что легирование ионами ПМ так же, как и РЗ ионами приводит к ограничению структурных модификаций в матрице модельного оксидного стекла. Предложен механизм уменьшения подвижности щелочного иона, приводящей к структурным эволюциям в модельном стекле. Выявлено разнообразие положений ионов Gd^{3+} и Eu^{2+} в структуре алюмоборосиликатного стекла. Сформулированы критерии выбора концентраций соактиваторов в двояколегированных РЗ ионами алюмоборосиликатных стеклах для повышения радиационно-оптической стойкости стеклянной матрицы.

Обоснована практическая значимость проведенного комплексного исследования и продемонстрировано, что 5-и оксидные стекла, легированные редкоземельными ионами, обладают высокой радиационной стойкостью, обуславливающей использование их реальных многокомпонентных аналогов при утилизации отходов атомной промышленности.

Основные положения диссертационной работы изложены в опубликованных научных статьях и сборниках научных трудов (27 наименований, из них 18 статей в журналах, рекомендуемых ВАК). Ход и результаты исследования на разных этапах докладывались соискателем и обсуждались на многочисленных международных конференциях, симпозиумах и семинарах.

Считаю, что диссертационная работа Е.В.Мальчуковой соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ей ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Научный консультант, заместитель
директора Института геохимии СО
РАН, заслуженный деятель науки
РФ, доктор физико-математических
наук, профессор

А.И.Непомнящих

664033, Иркутск,
Фаворского 1А.
+73952 511466,
ainep@ige.irk.ru