

УДК 621.383.8

DOI: 10.17223/00213411/62/5/64

*З.В. ШОМАХОВ<sup>1,2</sup>, А.М. КАРМОКОВ<sup>1</sup>, О.А. МОЛОКАНОВ<sup>1</sup>, В.К. ЛЮЕВ<sup>1</sup>, М.М. КАРМОКОВ<sup>1</sup>, О.О. МОЛОКАНОВА<sup>1</sup>*

### **ДИФфуЗИЯ В СТЕКЛЕ С78-5 ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

Приведены результаты исследования электропроводности и диффузии ионов калия в боратно-бариевом стекле С78-5 при пропускании электрического тока через образец. Рассчитаны временные зависимости коэффициентов электродиффузии в процессе отжига при постоянных температурах с пропусканием электрического тока.

*Ключевые слова:* боратно-бариевое стекло, диффузия, ион калия, электродиффузия, электропроводность.

Стекло С78-5 относится к классу боратно-бариевых. Интерес к свойствам боратно-бариевых стекол обусловлен их применением в электронной технике: в технологии изготовления стеклянных микроканальных пластин (МКП) [1], а также как конструкционного диэлектрического материала. Боратно-бариевые стекла, как все остальные оксидные стекла, при комнатных температурах являются хорошими диэлектриками, однако при повышенных температурах эти материалы становятся ионными проводниками [2].

Для технологии изготовления микроканальных пластин важно понимание поведения компонентов используемых стекол, в частности перераспределение щелочных компонентов ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) в термических процессах. Электропроводность стекла является информативным параметром, характеризующим содержание и перераспределение этих компонентов. Кроме этого, электродиффузия приводит к направленному электромассопереносу щелочных металлов. В технологии МКП происходит сплавление основного стекла МКП С87-2 с исследуемым стеклом С78-5, и указанный эффект является важным для управления составом стекол в области их сплавления. Таким образом, целью настоящего исследования было изучение электродиффузии и особенностей электропроводности боратно-бариевого стекла С78-5 в процессе нагрева и изотермического отжига, характерного для технологии МКП.

Оксидные стекла при комнатных температурах являются хорошими диэлектриками, однако при повышенных температурах эти материалы становятся ионными проводниками.

При низких температурах реализуется электронный механизм электропроводности с характерными энергиями активации проводимости от нескольких сотых долей до  $\sim 0.2$  эВ [1]. С повышением температуры, как правило, в стекле происходит диссоциация полярных фрагментов структуры, и относительно легкоподвижные ионы щелочных металлов принимают участие в переносе тока. Характерные энергии активации проводимости в этом случае имеют значения примерно от 0.6 до 2.2 эВ [3, 4].

Ионный механизм прохождения тока означает, что ионы, участвующие в переносе тока, мигрируют под действием электрического поля, что приводит к перераспределению элементов в образце в направлении линий растекания тока. Положительные и отрицательные ионы перемещаются в противоположных направлениях. В результате на границах стекла с электродами происходит накопление этих ионов. При этом положительные ионы имеют существенно большие подвижности, чем отрицательные, и, в силу этого, токоперенос осуществляется преимущественно положительными ионами. В стекле в направлении  $x$ , совпадающем с направлением электрического тока, возникает градиент концентрации  $c$  ионов – носителей тока  $dc/dx$ . В результате этого возникает движущая сила, создаваемая градиентом концентрации, в направлении, противоположном массопереносу, создаваемому электрическим током. Таким образом, в экспериментах по измерению электропроводности стекол с использованием однонаправленного тока имеет место результирующее этих двух, направленных противоположно, то есть конкурирующих, потоков, перемещение масс, что согласуется с уравнением Нернста – Эйнштейна для диффузионного потока ионов в электрическом поле [5, 6].

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>