

Вероятность простоя трансформаторов в плановом ремонте  
 $q_{\text{T}}^{\text{пл}} = 0,172 \cdot 10^{-2}$ .

Резюме. Определены количественные показатели надежности работы силовых трансформаторов 6 кВ городских электрических сетей.

### Л и т е р а т у р а

1. Мельников Н.А. Электрические сети и системы. М., 1969.

УДК 666.11.01.621.315

С.П. Р ж е в с к а я

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ МНОГОТИТАНОВЫХ СТЕКОЛ

Создание электротехнических приборов, которые обеспечивали бы стабильность и воспроизводимость параметров, а также высокую надежность в работе, невозможно без детального изучения природы и механизма электрических явлений.

С целью установления зависимости между характером электропроводности и составом стекла измерено электрическое сопротивление многотитановых стекол, которые применяются для получения конденсаторных ситаллов. Электрическое сопротивление измерялось в диапазоне температур 250 - 600 °С. Исследованию подвергались стекла системы BaO - SiO<sub>2</sub> - TiO<sub>2</sub> с содержанием двуокиси титана 25 - 50 мол. %. Стекла синтезированы в электрической печи.

Температурная зависимость удельной объемной проводимости подчиняется экспоненциальному закону  $\gamma = \gamma_0 \exp V/T$ , где  $\gamma_0$  и  $V$  - постоянные,  $T$  - абсолютная температура. В координатах  $\ln \gamma - \frac{1}{T}$  эта зависимость представляет

собой прямую. Энергия активации рассчитывалась по фор-

муле  $W = 0,86 \cdot 10^{-4} \frac{\ln \rho_1 - \ln \rho_2}{1/T_1 - 1/T_2}$ , где  $\rho_1$  и

$\rho_2$  - значения удельных объемных сопротивлений стекла при температурах  $T_1$  и  $T_2$  [1].

Как показали измерения (рис. 1), увеличение в стекле количества двуокиси титана за счет окиси бария приводит к

росту удельной проводимости при условии, что отношение  $\text{BaO}/\text{TiO}_2 \leq 1$ . Значение энергии активации для этих стекол постоянно и равно 1,7 эВ. Это свидетельствует об одинаковом механизме электропроводности стекол данной области составов.

Стекла, характеризующиеся соотношением  $\text{BaO}/\text{TiO}_2 \geq 1$ , имеют очень низкую проводимость, но при увеличении содержания окиси бария заметна тенденция к ее росту (рис. 2). Энергия активации существенно не меняется и остается близка к величине 1,7 эВ.

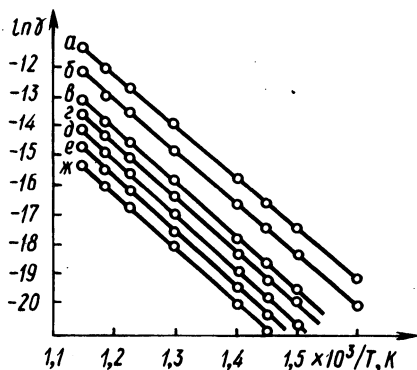


Рис. 1. Температурная зависимость удельной объемной электрической проводимости стекол  $\text{BaO}/\text{TiO}_2$ : а-0,5; б-0,56; в-0,75; г-0,87; д-1; е-1,14; ж-1,5.

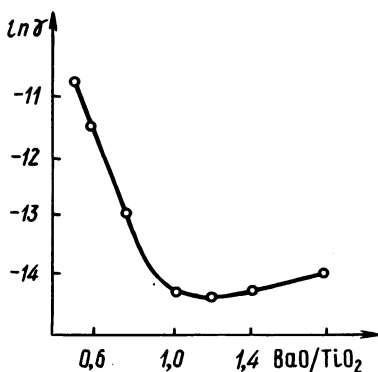


Рис. 2. Зависимость удельной объемной электрической проводимости при  $600^\circ\text{C}$  от состава стекла.

Как видно из рис. 2, исследованные стекла можно разделить на 2 группы, у которых отношение  $\text{BaO}/\text{TiO}_2$  меньше или больше единицы. Для первой группы, характеризующихся отношением  $\text{BaO}/\text{TiO}_2 < 1$ , величина удельной проводимости определяется количеством двуокиси титана. Для второй группы стекол ( $\text{BaO}/\text{TiO}_2 \geq 1$ ) удельная проводимость начинает зависеть от количества окиси бария.

Полученные зависимости вытекают из работы [2], где исследовалось структурное состояние иона титана в титано-силикатных стеклах и определялось присутствие в виде небольшой примеси октаэдрически координированного титана  $[\text{TiO}_6]$ , количество которого резко возрастает при уменьшении отношения  $\text{BaO}/\text{TiO}_2$  ниже единицы. Кроме того, присутствие комплексов  $[\text{TiO}_6]$  повышает склонность иона титана к восстановлению [3]. При этих условиях для стекол, содержащих комплексы  $[\text{TiO}_6]$  (такое условие соблюда-

ется при  $\text{BaO}/\text{TiO}_2 < 1$ ), оказывается возможным электронный обмен  $\text{Ti}^{4+2} \rightleftharpoons \bar{e} + \text{Ti}^{3+}$ , т.е. наличие электронной проводимости. При этом величина удельной проводимости должна уменьшаться по мере роста соотношения  $\text{BaO}/\text{TiO}_2$ , что и наблюдалось в исследованных стеклах. Возрастание величины удельной проводимости у стекол с отношением  $\text{BaO}/\text{TiO}_2 > 1$  свидетельствует о том, что характер электропроводимости стекол с вышеуказанным соотношением компонент становится ионным.

Резюме. Проведенное исследование показало, что электропроводность многотитановых стекол зависит от двуокиси титана и окиси бария в стекле и определяется координационно-валентным состоянием иона титана.

#### Л и т е р а т у р а

1. Данлэп У. Введение в физику полупроводников. М., 1959.
2. Варшал Б.Г., Илюхин В.В., Белов Н.В. Кристаллохимические аспекты ликвационных явлений в трехкомпонентных титаносиликатных системах. - Тез. докл. II Всесоюз. симпозиума по ликвационным явлениям в стеклах. Л., 1973.
3. Цехомский В.А. Полупроводниковые стекла на основе окислов железа и титана. - Автореф. канд. дис. Л., 1966.