

Методика расчетов методами подобия и анализа размерности влияющих факторов приведена в [2].

Выполненные по методике [2] расчеты перспективной численности персонала ПЭС приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, при пользовании указанными методами получается расхождение величин численности персонала. Наиболее реальный путь расчета перспективной численности электросетевого персонала основан на анализе темпов роста объема обслуживаемого оборудования и производительности труда.

Использование остальных методов, изучающих тенденции изменения численности персонала или ориентирующих факторов в прошлом, не дает возможности учесть в полной мере уровень технического прогресса в планируемом периоде и предполагает сохранение прежних существовавших тенденций развития.

Л и т е р а т у р а

1. Пospelов Г.Е. и др. Методика определения перспективной потребности в специалистах с высшим образованием для эксплуатации электрических сетей. — В сб.: Электроэнергетика. Вып. 3. Минск, 1973. 2. Короткевич М.А. Прогнозирование численности электросетевого персонала методами подобия и анализа размерностей. — В сб.: Электроэнергетика. Вып. 4. Минск, 1974.

С.П. Ржевская, А.А. Граблевская, М.А. Левина ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИТАЛЛОВ С ПОВЫШЕННОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ

В работе представлены результаты исследования диэлектрических свойств силикатных стекол и полученных на их основе стеклокристаллических материалов—ситаллов, кристаллизующихся с образованием титаната бария—наиболее дешевого из всех сегнетоэлектриков.

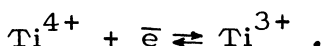
Синтезированы силикатные стекла, содержащие окислы бария, кальция и титана, в газовой печи при температуре 1460°C . Рентгенофазовый анализ продуктов кристаллизации стекол производился на установке УРС-50ИМ. Для измерения ϵ и $\text{tg } \delta$ на частотах 10^3 — 10^4 Гц применялся низкочастотный мост типа

P551, на частотах 10^5 — 10^7 Гц — куметр типа Е9-4. Образцы имели форму дисков диаметром 25 мм и толщиной 3 мм. Электроды наносились методом вжигания серебряной пасты.

По данным рентгенофазового анализа, проведенного для стекол различных составов и подвергнутых кристаллизации при 900°C в течение 2 ч, установлено наличие титаната бария лишь в составах тех стекол, содержание двуокиси титана в которых составляет 30 и более мол. %.

Известно [1], что титан как элемент с переменной валентностью может быть в трех- и четырехвалентном состоянии в зависимости от степени окисления. Поэтому проверялась чувствительность основных диэлектрических свойств стекол ϵ и $\text{tg } \delta$. Для этого синтез опытных стекол производился в окислительных и восстановительных условиях, которые контролировались с помощью газоанализатора.

Как показали измерения, диэлектрическая проницаемость (рис. 1, кривые а, б) оказалась параметром, не чувствительным к условиям синтеза. Для всех исследованных стекол она находится в пределах $13 \div 16$ и возрастает при увеличении содержания двуокиси титана. Это объясняется сильно поляризуемыми электронными оболочками катиона титана [2]. Эквивалентная замена окисла бария на окисел кальция в количестве $0 \div 15$ мол. %, проведенная в некоторых стеклах, привела к уменьшению диэлектрической проницаемости стекол с кальцием до 13, что можно объяснить уменьшением парциальных проницаемостей CaO по сравнению с BaO [2]. Одновременно с ϵ измерен $\text{tg } \delta$ стекол в диапазоне температур $20 \div 500^\circ\text{C}$ (рис. 1, кривые в—и). При 20°C $\text{tg } \delta$ стекол, синтезированных в окислительных (рис. 1, в—е) и восстановительных (рис. 1, кривые ж, з, и) условиях, отличается незначительно. С увеличением температуры разница становится весьма ощутимой. У восстановленных стекол $\text{tg } \delta$ при $150 \div 170^\circ\text{C}$ становится больше 0,1. У стекол, синтезированных в окислительных условиях, нет резкого подъема $\text{tg } \delta$ до 350°C . Так как потери в стеклах при низких частотах вызваны процессами релаксации и проводимости (т.е. носят миграционный характер [4]), то увеличение $\text{tg } \delta$ в восстановленных стеклах свидетельствует о том, что в общей сумме миграционных потерь составляющая потеря проводимости весьма значительна из-за малой энергии перехода



По рис. 1 можно проследить также за влиянием состава на диэлектрические потери стекол: увеличение в стеклах окиси алюминия за счет двуокиси кремния приводит к уменьшению $\text{tg } \delta$ всех исследованных стекол в диапазоне температур $20 \div 500^\circ\text{C}$. Уменьшение $\text{tg } \delta$ происходит также в тех стеклах, у которых произведена замена BaO на CaO в количестве $5 \div 15$ мол. %.

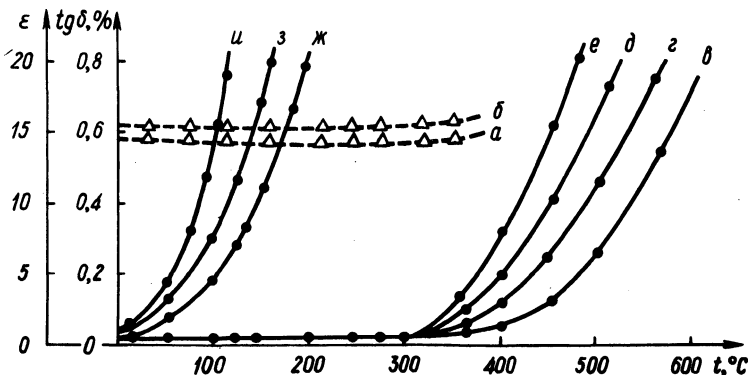


Рис. 1. Температурные зависимости ϵ (пунктирная линия) и $\text{tg } \delta$ (сплошная) стекол, синтезированных в окислительных (а—в) и восстановительных (ж, з, и) условиях; в, и — 2 мол. % Al_2O_3 ; д, з — 4 мол. % Al_2O_3 ; г, ж — 6 мол. % Al_2O_3 ; в — 8 мол. %

Известно [3,4], что диэлектрические свойства ситаллов характеризуются гораздо более сложными закономерностями, чем стекол. В зависимости от вида кристаллических фаз, состава и количества стеклофазы направление изменения диэлектрических свойств при кристаллизации стекол различных составов существенно отличается от изменений, происходящих в стекле.

Сравнение температурных зависимостей $\text{tg } \delta$ стекол и продуктов их кристаллизации (рис. 1, кривые в—и, рис. 2, кривые а—г) указывает, что низкотемпературные релаксационные потери в стеклах имеют меньшую величину, чем в продуктах кристаллизации. Характер температурной зависимости, наблюдаемый в закристаллизованных стеклах, можно объяснить проявлением релаксационных потерь, обусловленных межповерхностной поляризацией на границах зерен кристалл-стекло. Кроме того, для титаната бария, на наличие которого у закристаллизованных стекол указывают рентгенограммы, характерно повышенное значение релаксационных потерь [1].

Кристаллизация приводит к возрастанию ϵ от 14 до (рис. 2, кривые д—э) у ситалла, содержащего окислы бария. Введение кальция увеличивает ϵ до 200 и смещает максимум ее в сторону более низких температур. Этот результат свидетельствует о том, что присутствие кальция снижает темпера-

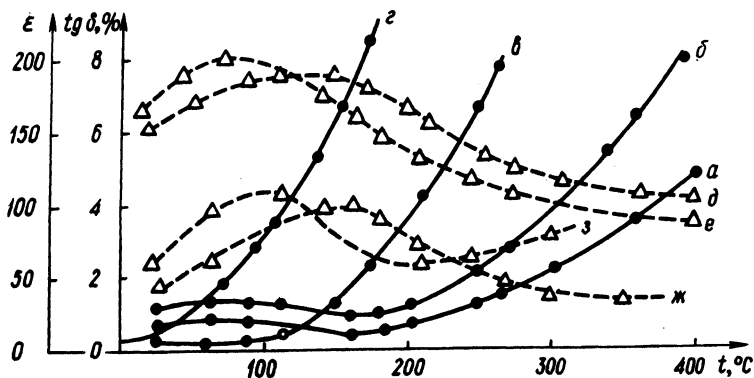


Рис. 2. Температурные зависимости ϵ (пунктирная линия) и $\operatorname{tg} \delta$ (сплошная) бариевых (г, в, ж, з) и бариево-кальциевых (а, б, д, е) стекло-кристаллических материалов при $f = 10^4$ Гц (б, г, е, з) и $f = 10^5$ Гц (а, в, д, ж).

туру кристаллизации максимального количества титаната бария в стеклах. Наличие максимума в температурной зависимости ϵ обусловлено фазовыми переходами в сегнетоэлектрических кристаллах [1]. Возрастание диэлектрической проницаемости ситаллов, наблюдающееся при температурах начиная с 200°C при $5 \cdot 10^4$ Гц и с 300°C при $5 \cdot 10^5$ Гц (рис. 2) связано, вероятно, с ростом электропроводности [1, 2].

Л и т е р а т у р а

1. Сканави Г.И. Диэлектрическая поляризация и потери в стеклах и керамических материалах с высокой диэлектрической проницаемостью. М.—Л., 1952.
2. Мазурин О.В. Электрические свойства стекла. — "Труды ЛТИ", вып. 12. Л., 1962.
3. Павлушкин Н.М. Основы технологии ситаллов. М., 1970.
4. Машкович М.Д. Электрические свойства неорганических диэлектриков в диапазоне СВЧ. М., 1969.