

УДК 537.226.001.5

**ДЕЙСТВИЕ СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ
И ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА НИТЕВИДНЫЕ
КРИСТАЛЛЫ ЩЕЛОЧНОГОЛОИДНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ**

Пестерава Е. В., студентка гр. ФПс-161, I курс
Фарзиев Р. М., студент гр. ФПс-161, I курс
Научный руководитель: Кошкина Г.К., к.ф.-м.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
Имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В работе исследовались нитевидные кристаллы щелочногалоидных соединений, размеры которых не превышают 80 мкм. Нитевидные кристаллы являются модельными для исследования электрических и оптических свойств диэлектриков, поскольку практически бездефектны. Исследования проводились в постоянных электрических полях при высоких температурах. В процессе электрического старения фиксировались зависимости тока от времени. Показано, что форма анода исключительно сильно влияет на время жизни диэлектрика. В приэлектродных областях создаются сверхсильные электрические поля, которые и определяют развитие процесса старения.

Многие диэлектрики в электрическом поле при температуре 600–1000 К подвергаются интенсивному электрическому старению, которое характеризуется постепенным уменьшением удельного сопротивления по мере переноса заряда, а также появлением в межэлектродном пространстве избирательного поглощения. Чем выше температура и напряженность электрического поля, тем раньше наступает рост тока, приводящий к нарушению электрической прочности диэлектрика.

Исследования, представленные в данной работе, направлены на углубление понимания явлений, обуславливающих механизм старения, что и определяет актуальность данной работы.

В качестве объектов исследования были выбраны нитевидные кристаллы щелочногалоидных соединений. Эти микрообразцы являются практически бездефектными и поэтому используются в качестве модельных для исследования электрических и оптических свойств диэлектриков. Размеры нитевидных кристаллов варьировались от 4 до 80 мкм в зависимости от условий роста.

Исследования влияния постоянного электрического поля ($2 \cdot 10^4 \div 1,2 \cdot 10^8$) В·м⁻¹ и высоких температур (до 1000 К) на электрические и оптические свойства нитевидных кристаллов проводились в воздухе, осушенном или насыщенном парами воды, и в потоке азота. Установка для исследования электрического старения нитевидных кристаллов состоит из трубчатой печи, микроманипуляторов

с платиновыми электродами, а также блоков электронной аппаратуры для измерения малых токов, высоких напряжений и температур.

С помощью микроскопа можно контролировать взаимное расположение электродов и кристалла, наблюдать и фотографировать изменения оптически неоднородных участков в межэлектродном промежутке кристалла в процессе электрического старения.

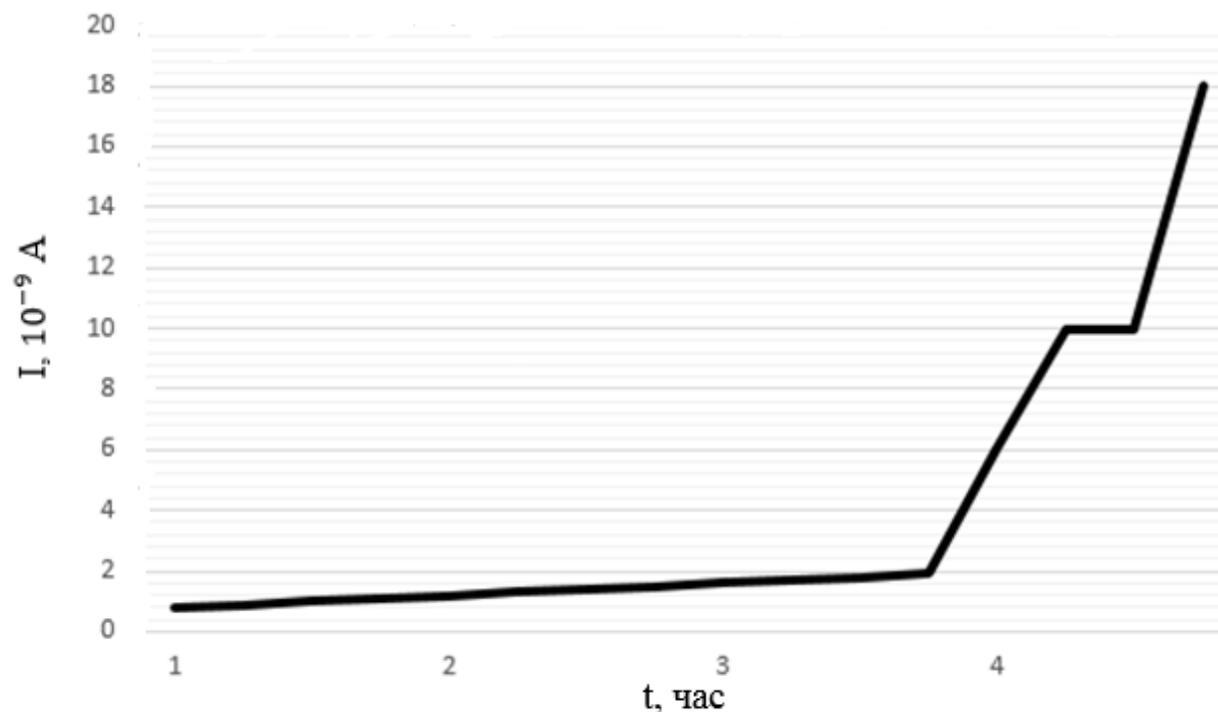


Рис.1. Зависимость тока от времени для НК КВг толщиной 34 мкм при действии электрического поля $E \sim 1 \cdot 10^4 \text{ В} \cdot \text{см}^{-1}$ при температуре 760 К. Катод – острое, анод – сфера диаметром 60 мкм.

Зависимости тока от времени, записанные при электрическом старении нитевидных кристаллов, имеют различный характер при разных формах анода и неизменной форме катода. Если анод – острое, то небольшой начальный рост тока сменяется резким его увеличением, завершающимся пробоем. При электрическом старении нитевидных кристаллов с анодом, изготовленным в виде сферы диаметром 60 мкм, на зависимости тока от времени появляется стационарный участок, сопровождающийся выбросами тока на 1–2 порядка величины (рис.1). Установлено, что, если в течение часа с начала старения отношение тока в данный момент времени к начальному току становится равным четырем и более, то обязательно происходит пробой образца. С увеличением диаметра анода-сферы до 200 мкм продолжительность участка стационарного тока значительно увеличивается (рис.2). Появляются четыре этапа в изменении тока со временем, наблюдавшиеся при электрическом старении макрокристаллов щелочногалоидных соединений, с той лишь разницей, что в случае нитевидных кристаллов процесс старения протекает значительно медленнее. При использовании в качестве анода

плоскости обращает на себя внимание факт увеличения начального тока на 2–3 порядка.

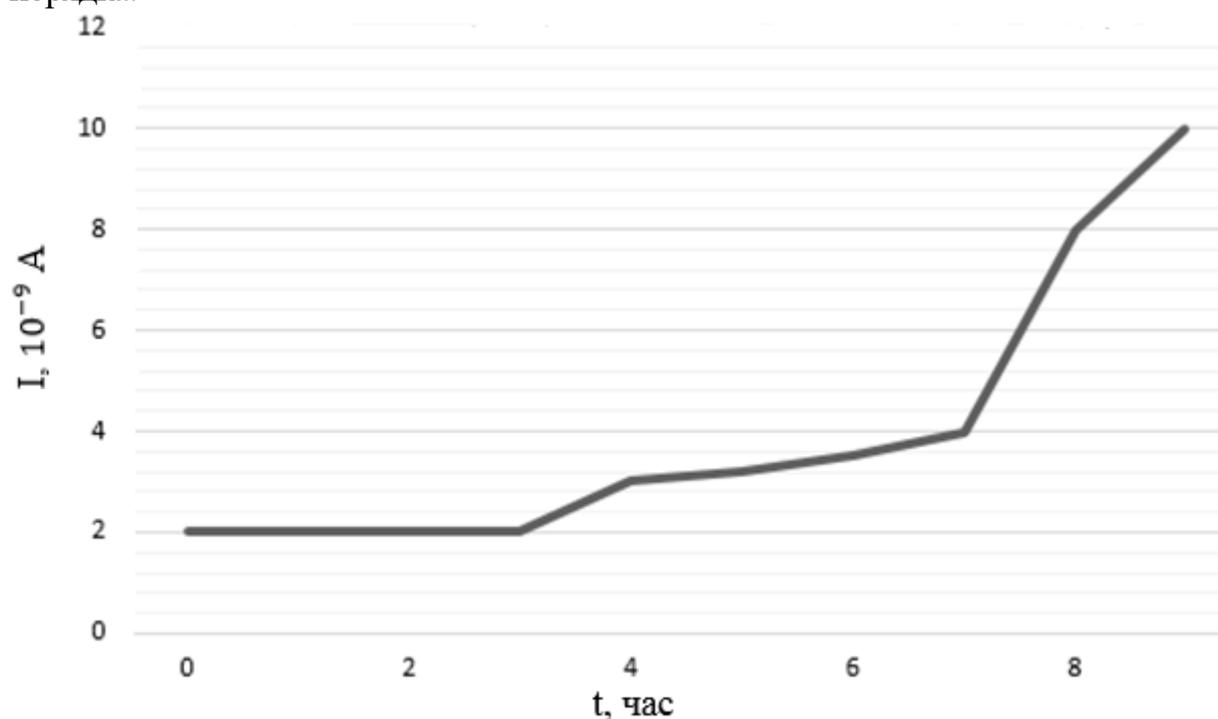


Рис.2. Зависимость тока от времени для НК КВг толщиной 26 мкм. при действии постоянного электрического поля $E \sim 1 \cdot 10^4 \text{ В} \cdot \text{см}^{-1}$ при температуре 780 К. Катод – острие, анод – сфера диаметром 200 мкм.

Как известно, в результате электрического старения макрокристаллы приобретают окраску, обусловленную F-центрами. На нитевидных кристаллах этих же соединений в процессе электрического старения наблюдалось встречное движение прикатодного и прианодного облаков окраски [1].

По-видимому, развитие процесса электрического старения нитевидных щелочногалоидных кристаллов протекает в условиях двойной инжекции: наряду с инжекцией электронов с катода немаловажную роль играет также инжекция дырок с анода. Известно, что острый точечный контакт даже при приложении средних электрических полей является инжектирующим. Действительно, если анод изготовлен в виде острия, то процесс электрического старения развивается достаточно быстро. При такой конфигурации анода старение, как правило, заканчивается пробоем образца. По мере увеличения площади анода уменьшается напряженность электрического поля в прианодной области и увеличивается время жизни нитевидного кристалла. Применение сферического анода диаметром 60 мкм увеличивает процесс электрического старения до 4,5 часов против одного часа при остром аноде. Увеличение диаметра сферы до 200 мкм приводит к длительному электрическому старению образца.

Эти факты свидетельствуют о том, что форма анода исключительно сильно влияет на время жизни диэлектрика. Для всех указанных систем электродов были рассчитаны распределения статических электрических полей методом

изображений. Показано, что величина поля около острейшего электрода может на два порядка превышать среднюю по образцу напряженность электрического поля. В приэлектродных областях создаются сверхсильные электрические поля, которые и определяют развитие процесса старения.

Список литературы:

1. Лебединская, Э. Н. Об изменении приэлектродных областей нитевидных щелочногалоидных кристаллов в процессе электрического старения / Э. Н. Лебединская, Г. К. Барабошкина, С. М. Минаев // Тезисы докладов всесоюзного совещания «Воздействие ионизирующего излучения и света на гетерогенные системы». Часть 2. – Кемерово, 1982. – С. 226.