

УДК 621.316

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАРИСТОРОВ

ГАСАНЛИ Ш.М., ГАШИМОВ А.М.

Институт Физики НАН Азербайджана

Керамика на основе оксида цинка в последнее время находит широкое применение для производства резисторов(варисторов) с высоким коэффициентом нелинейности. В свою очередь эти варисторы используются для изготовления ограничителей перенапряжений и некоторых других приборов для электронной техники[1-2]. По данным работ [3-5] свойства варисторов очень чувствительны к условиям изготовления, в результате вариации которых могут произойти изменения размеров зерен, толщины и физических свойств межкристаллических фаз. Среди них одной из важных проблем, связанных с совершенствованием производства варисторов, является процесс деградации их электрических свойств при длительном времени протекании электрического тока через них.

Данная работа посвящена синтезу варисторов и изучению процесса деградации их электрических свойств при длительном времени протекании через них электрического тока.

Методика эксперимента, результаты и их обсуждение

Нами были исследованы два состава варисторов, а именно: состав №1-(мол. %): 97 ZnO+1 Sb₂O₃+0,5 Bi₂O₃+0,5 Co₃O₄+0,5 MnO₂+0,5 Cr₂O₃., состав №2-(мол. %):

ZnO-96,5; Bi₂O₃-0,5; Co₃O₄-0,5; MnO₂-0,5; B₂O₃-0,5; Sb₂O₃-1,0; ZrO₂-0,5

Варисторы были синтезированы при T=1500 К в атмосфере воздуха. На плотно спеченные образцы были нанесены серебряные электроды. Из вольтамперной характеристики (ВАХ) (рис.1) были рассчитаны коэффициент нелинейности и классификационное напряжение.

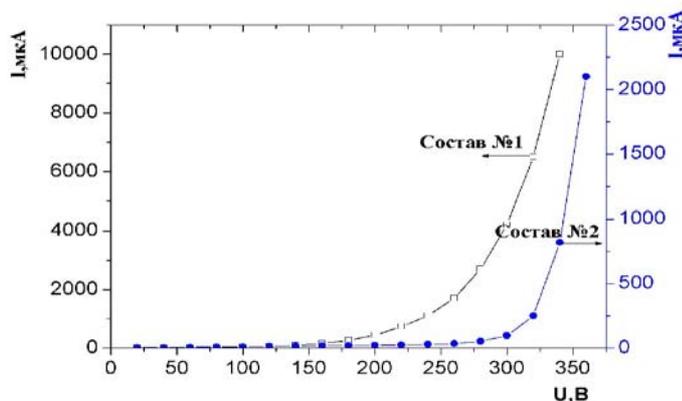


Рис.1. Вольтамперные характеристики исследованных составов (T=293К).

В исследованных варисторах коэффициент нелинейности был равен $\beta=70$, а классификационное напряжение $U=430$ В. Коэффициент β и классификационное напряжение были определены при T=293 К. Кроме того, был исследован процесс

деградации исследуемых образцов. Результаты эксперимента приведены на рис.2 и рис.3, из которых можно сделать следующие выводы:

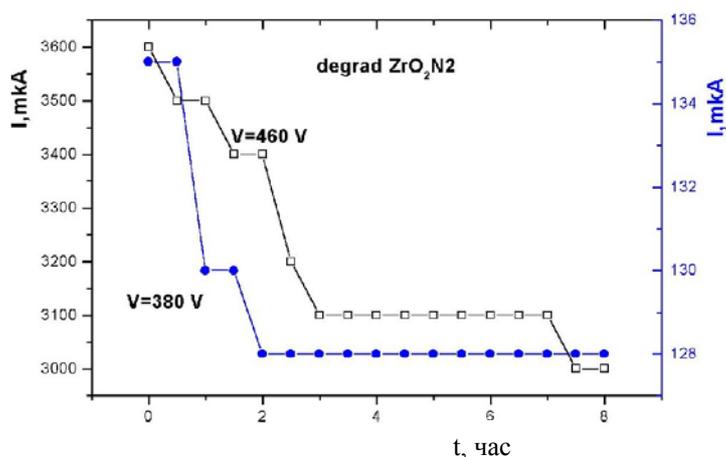


Рис.2. Зависимость величины тока через варистор от времени его протекания при различных значениях приложенного напряжения для состава №2.

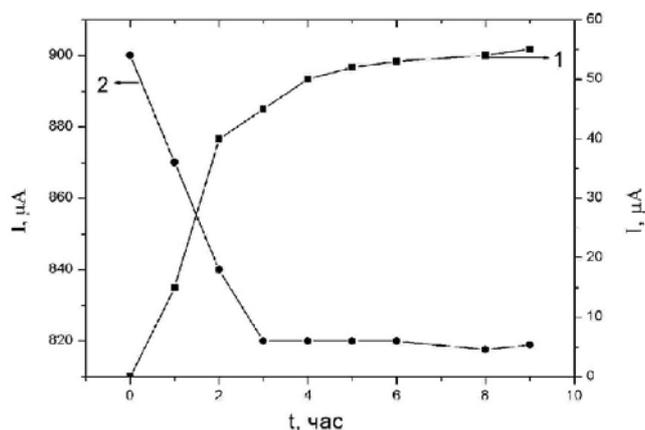


Рис.3. Зависимость величины тока через варистор от времени его протекания для составов 1 и 2.

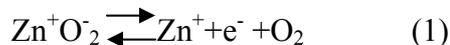
1) Зависимость величины тока через варистор от значения приложенного напряжения $I=f(U)$ носит нелинейный характер. При этом величина тока через варистор увеличивается на 4 порядка; 2) Добавка примеси оксида циркония (ZrO_2) сильно увеличивает крутизну вольтамперной характеристики; 3) Для варисторов состава №1 величина электрического тока через варистор при постоянном значении приложенного напряжения с ростом времени наблюдения растет (рис.3, кривая -1), т.е. сопротивление варистора с течением времени уменьшается. В то же время для состава №2 величина электрического тока через варистор при постоянном значении приложенного напряжения с ростом времени наблюдения уменьшается, другими словами, сопротивления варистора с ростом времени эксперимента увеличивается. Отметим, что при длительном времени протекания через них тока улучшаются их электрические характеристики (величина сопротивления варистора увеличивается с дальнейшей ее стабилизацией) (см. рис.2,3).

Предполагается, что процесс деградации связан с изменением высоты потенциального барьера.

С учетом того, что в формировании варисторного эффекта в керамике на основе оксида цинка особую роль играет межкристаллитный потенциальный барьер (МПБ)

между зернами оксида цинка, полученные результаты могут быть объяснены следующим образом:

1- в составе №1 при длительном времени протекания тока происходит разложение нестойкого поверхностного соединения типа $(Zn^{+}O^{-}_2)$ по реакции(1), в результате которой увеличивается концентрация электронов, уменьшается высота потенциального барьера (МПБ) и, как следствие, сопротивление варистора (растет электропроводность) [3]



2- причина роста сопротивления и коэффициента нелинейности, в варисторах состава №2 объясняется тем, что, с одной стороны, оксид бора улучшает спекаемость и МПБ варистора, с другой стороны, в процессе длительного протекания тока через варистор происходит залечивание стехиометрических дефектов кристаллической решетки ZrO_2 за счет адсорбции атомов кислорода, и кроме того, за счет захвата ловушек уменьшается число электронов в МПБ, в результате чего растет сопротивление варистора(уменьшается величина тока).

Отметим, что в образовании межкристаллитных барьеров между атомами немаловажную роль играет также взаимодействие между атомами оксида цинка и примесными атомами. В работе[4] нами путем электронографического исследования показано, что в результате этих взаимодействий образуются непрерывные фазовые включения, а также непрерывный ряд твердых растворов взаимозамещения, описываемых формулой $Zn_{1-x}Sb_xO$ ($x=0,1\%$ мол.).

1. *Ch.S. Valeev, V.B. Kvaskov. Non-linear metall-oxide Semiconductots, Moscow, 1982, pp.2-15(Russian).*
2. *T.K. Gupta. Application of Zinc oxide varistor. J.Amer.Soc.1990,vol.73, p.1817.*
3. *Гасанли Ш.М, Исмаилов Д.М., Мехтизаде Р.Н., Байрамов Х.Б., Бондяков А.С. Взаимосвязь между электрическими и структурными параметрами варисторов на основе оксида цинка с примесями. Проблемы энергетики, Баку,Элм, 2003, №3, с.45-50.*
4. *Гасанли Ш.М, Гашимов А.М., Исмаилов Д.М., Аллазов Р.М..Мехтизаде Р.Н., Байрамов Х.Б. Электронографическое исследование пленок ZnO с добавками оксидов кобальта, бора, марганца. висмута и сурьмы. 4-ая Национальная конференция по применению Рентгеновского синхротронного измерения, нейтронов и электронов для исследования материалов.17-22-ХI-я 2003, Москва.*
5. *L.M. Levinson, H.R.Philip, G.D.Mahan. Evidence for parallel conduction in ZnO varistor. Advances in varistor technology, Ceramic Transition. 1989, v.3, p.145.*

SİNK OKSİDİ ƏSASINDA ALINMIŞ VARİSTORLARIN ELEKTRİKİ XASSƏLƏRİNƏ DEQRADASIYA PROSESİNİN TƏSİRİ

HƏSƏNLİ Ş.M., HƏŞİMOV A.M.

Məqalədə sink oksidi əsasında sintez olunmuş varistorların elektrofiziki xassələrinə onlardan uzun müddət ərzində çərəyan keçməsi nəticəsində yaranmış deqradasiya prosesinin təsiri tədqiq edilmişdir.

INFLUENCE OF DEGRADATION PROCESS ON ELECTROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF VARISTORS

HASANLI Sh.M., HASHIMOV A.M.

In the article the influence of degradation process on electrophysical characteristics of varistors on a basis of zinc oxide is investigated.