

УДК 621.311

**СТАБИЛИЗАЦИЯ ДЕГРАДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В
КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛЕНОЧНЫХ ВАРИСТОРАХ ПУТЕМ ИХ
ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ****МЕХТИЗАДЕ Р.Н.***Институт Физики НАН Азербайджана***Введение.**

Нелинейные резисторы-варисторы широко используются в высоковольтных и низковольтных электрических сетях в качестве ограничителей перенапряжений, а также в электрических и электронных цепях для стабилизации напряжения и т.д. Однако, как известно, в процессе эксплуатации варисторов имеет место явление деградации, заключающееся в резком ухудшении со временем их характеристик, в частности, уменьшении сопротивления в «закрытом» состоянии [1,2]. Деградация параметров варистора в процессе его эксплуатации представляет большую опасность для защищаемого оборудования. Поэтому уменьшение деградационных процессов в варисторах и стабилизация его параметров являются актуальными задачами науки и техники.

Явление деградации в процессе эксплуатации наблюдалась также и в разработанных нами варисторах, как на основе оксида цинка с многокомпонентной добавкой [3,4], так и в варисторах из пленочной композиции [5,6]. Уменьшения деградационных процессов в материале варистора и повышения стабильности его работы можно добиться с помощью модифицирования материала воздействием на него электрическим разрядом. В данной статье приведены экспериментальные результаты по уменьшению деградации разработанного и изготовленного нами композиционного пленочного варистора на основе оксида цинка с добавками (керамика К) и полимерного материала - полиэтилена (ПЭ)[7,8] путем его электроразрядной формовки.

Экспериментальные результаты и их обсуждение.

На рис.1 представлены типичные вольтамперные характеристики (ВАХ) образцов композиционного варистора на основе ZnO с добавками и полимерного материала-полиэтилена с объемным содержанием компонентов 30%К + 70% ПЭ, причем кривая 1 относится к свежеприготовленному образцу, а кривая 2 – к тому же образцу после двухнедельной выдержки под напряжением ежедневно в течение 5 минут.

Как видно из рис. 1, образец композиционного варистора подвержен процессу деградации со временем; его вольтамперная характеристика, снятая через 14 суток, значительно сместилась в сторону увеличения токов через образец при соответствующих напряжениях.

Для подробного исследования процесса деградации нами были выбраны низковольтные образцы, т.е. образцы, у которых квалификационное напряжение (напряжение открывания) составляет 30-60 вольт.

Эксперименты проводились следующим образом.

Для образцов в течение 28 суток каждый день по 5 минут снимались и строились вольтамперные характеристики по методу «туда-обратно». Приложенное постоянное напряжение изменялось от 0 до 65 В.

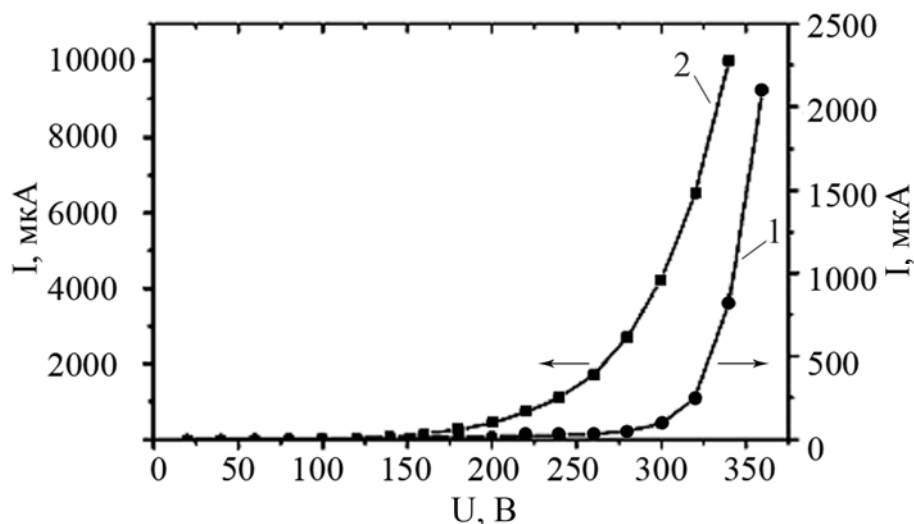


Рис.1. Вольтамперные характеристики композиционного варистора с содержанием компонентов 30% К + 70% ПЭ до (1) и после (2) деградации в течение 14 суток

На рис. 2 представлены типичные ВАХ одного из низковольтных образцов с содержанием компонентов 60% К + 40% ПЭ, соответствующие 0, 6, 12, 18, 24, 28 суткам от начала эксперимента. Квалификационное напряжение указанного образца составляет 30 В.

Приведенная на рис. 2 серия ВАХ однозначно демонстрирует процесс деградации со временем. Видно, что с увеличением времени выдержки образцов под напряжением ВАХ смещаются в сторону увеличения значений токов.

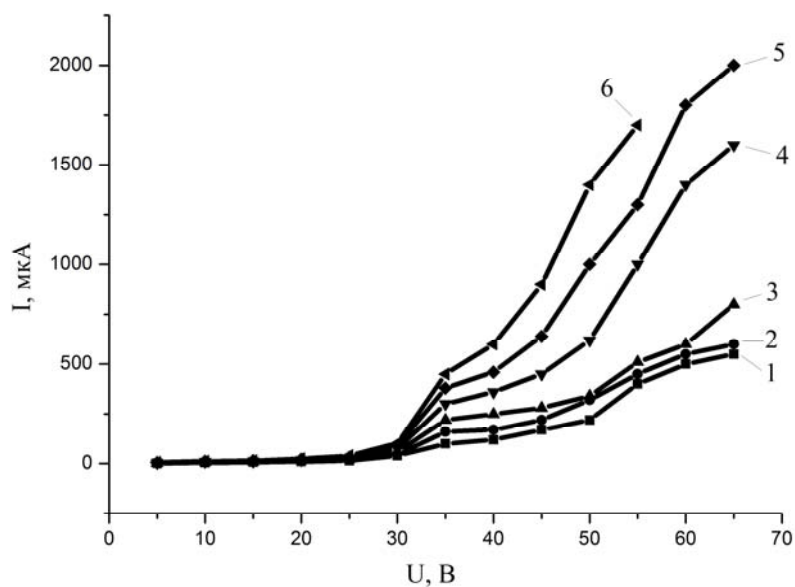


Рис.2. Вольтамперные характеристики композиционного варистора с содержанием компонентов 60% К + 40% ПЭ, снятые после приготовления образца через: 1-0 суток; 2-6 суток; 3-12 суток; 4-18 суток; 5-24 суток; 6-28 суток

Далее, следующая серия свежеприготовленных образцов подвергалась воздействию электрического разряда барьерного вида в течение 15 минут. Электрический разряд возбуждался при приложении переменного напряжения к воздушному промежутку длиной 1 мм, образованному прокладками из ситалла.

Барьером также служила пластина ситалла толщиной 0,6 мм. Напряжение разряда 4 кВ, ток разряда 60 мкА. После электроразрядной обработки снова снимались ВАХ ежедневно в течение 28 суток.

Для наглядного выявления влияния электроразрядного модифицирования на процесс деградации образцов варисторов, на основе полученных ВАХ были построены 2 графика (рис.3а и б) распределения значений токов через образцы по 0, 6, 12, 18, 24, 28 суткам от начала эксперимента. Кривые 1 соответствуют не обработанным образцам, а кривые 2 – обработанным. Причем, на одном графике фиксировались значения токов при напряжении, равном квалификационному (для данных образцов 30 В), рис.3а, а на другом графике – то же, но при напряжении, большем квалификационного (для данных образцов при 50 В), рис 3б.

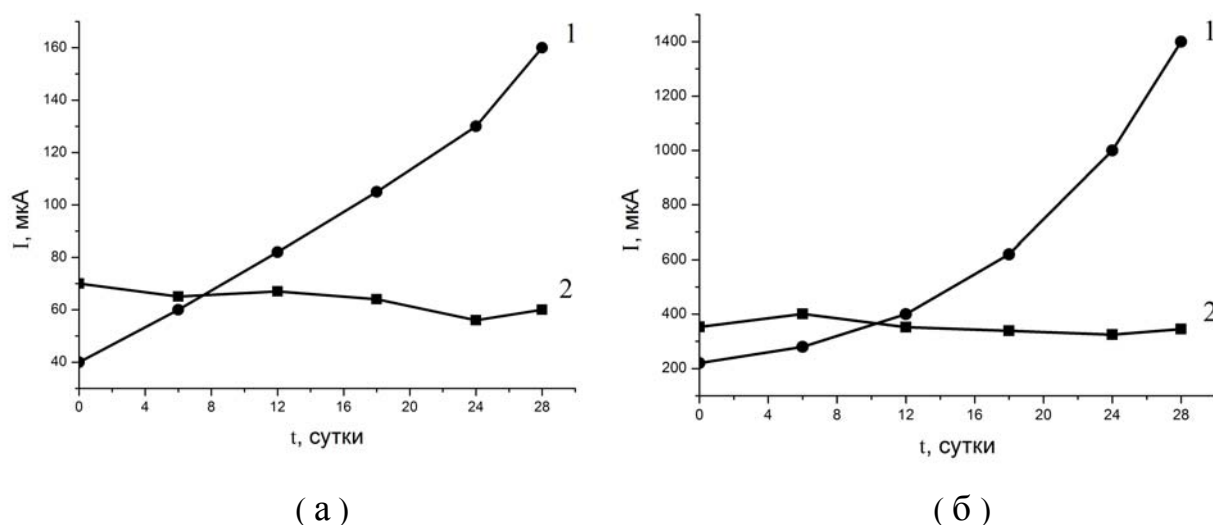


Рис.3. Распределение по суткам значений токов варистора, не подвергнутого (1) и подвергнутого (2) электроразрядному воздействию, измеренных при напряжениях 30 В (а) и 50 В (б)

Из рис. 3а и 3б видно, что значения токов через варисторы, не подвергнутые электроразрядному воздействию (кривые 1 на обоих рисунках), как при 30 В, так и при 50 В, заметно возрастают с увеличением количества суток от 0 до 28, т.е. имеют место процессы деградации варисторов.

Из рисунков 3а и 3б также видно, что для образцов, подвергнутых 15-минутному электроразрядному модифицированию, распределения значений токов по суткам резко отличаются изменением в сторону стабилизации (кривые 2 на обоих рисунках), т.е. значения токов модифицированных разрядом варисторов с течением времени практически не увеличиваются.

Деградация материала может быть объяснена наличием в аморфной области структуры композита большого количества дефектов в виде оборванных молекулярных цепей, различных радикалов и функциональных групп, возникающих при его изготовлении. Указанные дефекты служат ловушками для носителей тока, т.е. центрами захвата заряженных частиц [9,10]. При длительной эксплуатации варистора ловушки начинают заполняться носителями тока, что приводит к уменьшению энергетических барьеров, обусловленных межфазными взаимодействиями внутри структуры и, как следствие, к увеличению электрической проводимости структуры. Наблюдается увеличение тока через структуру со временем, т.е. деградация структуры.

Стабилизация вольтамперной характеристики материала обусловлена, по-видимому, его электроразрядной формовкой за счет процессов сшивки, происходящих

в материале в результате действия на него известных факторов электрического разряда (электронная и ионная бомбардировка, действие озона, внедрение заряда) [11], в результате которых количество свободных радикалов, функциональных групп, оборванных молекулярных цепей резко уменьшается из за образования новых связей.

Этот вывод подтверждается результатами рентгеноструктурного анализа материала варистора до его электроразрядного модифицирования и после него.

На рис.4 представлены зависимости интенсивностей отражения рентгеновского излучения (полученных из соответствующих дифрактограмм) для композиционного материала варистора от объемного содержания его керамического компонента. Кривая 1 на рисунке относится к свежеприготовленному образцу, а кривая 2 к образцу, подвергнутому 15- минутной электроразрядной формовке. Видно, что интенсивность рентгеновского отражения в случае модифицированного разрядом образца заметно выше, чем в случае не модифицированного, независимо от содержания компонентов композита.

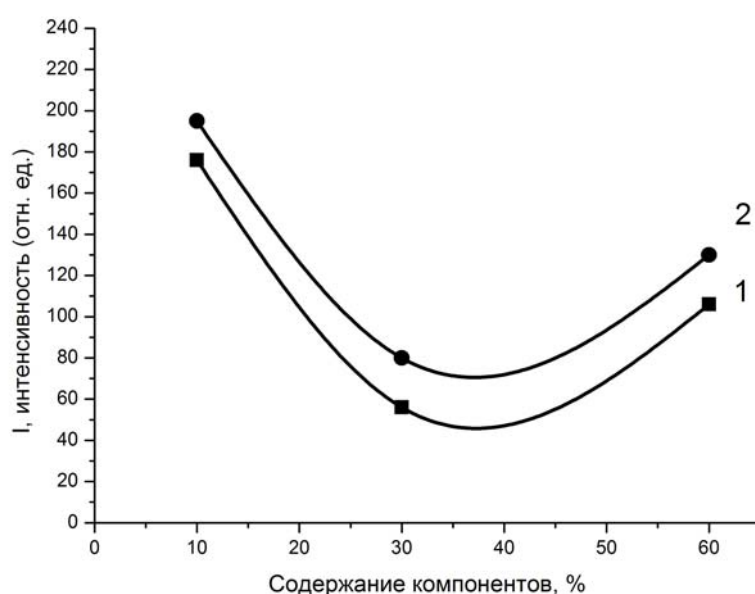


Рис. 4. Зависимости интенсивностей отражения рентгеновского излучения для композиционного материала варистора от объемного содержания его керамического компонента.

1 - свежеприготовленный образец; 2 - образец, подвергнутый 15- минутному воздействию барьерного разряда

Более высокое значение интенсивности рентгеновского отражения свидетельствует о более плотной и упорядоченной упаковке структуры материала, обусловленной, по всей вероятности, процессами сшивки молекулярных цепей под действием электроразрядной формовки. Этот вывод согласуется с известным фактом [9,10], что с уменьшением дефектов и формированием более совершенных кристаллических структурных областей, в материале наблюдаются более низкие значения внедренного ионного заряда, располагающегося обычно в местах дефектов структуры.

Заключение.

Таким образом, электроразрядное модифицирование композиционных пленочных нелинейных резисторов-варисторов приводит к значительному уменьшению эффекта деградации со временем и стабилизации вольтамперных характеристик. Этот результат свидетельствует о том, что электроразрядное модифицирование варисторов может быть

рекомендовано для использования в технологическом процессе их промышленного производства для улучшения качества продукции.

1. *Dongxiang Zhou, Congchun Zhang, Shuping Gong.* Degradation phenomena due to dc bias in low-voltage ZnO varistors//Materials Science and Engineering B99 (2003), p.412-415.
2. *Hekmat-Shoar M.H., Hasanli Sh.M., Mehdizadeh R.N.* Some electrophysical characteristics of zinc oxide based varistors// Проблемы энергетики, Баку, Элм, 2006, №3-4, с. 67-71
3. *Гасанли Ш.М., Исмайлов 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, 2003.№3, с.45-50
4. *Гасанли Ш.М., Мехтизаде Р.Н.* Влияние полевых обработок на параметры МДП-структур/ The International Conference on Relaxation Phenomena in Solids (RPS),Voronezh, 2004, p.51
5. *Hashimov A.M., Hasanli Sh.M., Mehdizadeh R.N., Bayramov Kh.B., Azizova Sh.M.* Zink oxide and polymer based composite varistors// Physica Status Solidi (c)3, 2006, No.8, p. 2871-2875.
6. *Hashimov A.M., Hasanli Sh.M., Mehtizadeh R.N., Azizova Sh.,Bayramov Kh.B.* Features of Electrophysical Characteristics of the Ceramics and Polymer Based //Composites Society of Manufacturing Engineers.USA, Dearbon, 2006,TP06PUB108, p.1-6
7. *Hashimov A. M., Hasanli Sh. M., Mehdizadeh R. N., Azizova Sh. M., and Kh. B. Bayramov.* Nonlinear Resistor Based on a Polymer-Ceramic Composition// Technical Physics, USA, 2007, Vol. 52, No. 8, p. 1086–1088. Pleiades Publishing, Ltd., 2007.
8. *Həşimov A.M., Qurbanov K.B., Həsənli Ş.M., Əzizova Ş.M., Bayramov X.B.* Nazik təbəqəli kompozit varistorunun hazırlanması üsulu/ Patent № İ 2007 0172, 2007.
9. Электреты. Под ред. Г.Сесслера/ М., Мир. 1983, 483с.
10. *Луцкейкин Г.А.* Полимерные электреты/М, Химия, 1984, 184 с
11. *Багиров М.А., Малин В.П.* Электрическое старение полимерных диэлектриков/ Баку: Азернешр, 1987, 208 с

ELEKTRİK GAZBOŞALMALARININ MODİFİKASİYASI VASİTƏSİLƏ KOMPOZİSİYALI LENTVARİ VARİSTORLARININ KÖHNƏLMƏ PROSESLƏRİNİN STABİLLƏŞDİRİLMƏSİ

MEHDİZADƏ R.N.

Məğalədə, əlavələri olan sink oksidi və polietilen əsasında işlənmiş və hazırlanmış kompozisiyalı lentvari varistorlara elektrik gazboşalmalarının təsirinin, varistorun köhnəlmə proseslərinin azalmasına dair yerinə yetirilən tədqiqatların nəticələri verilmişdir.

STABILIZATION OF DEGRADATION PROCESSES IN COMPOSITE FILM VARISTORS BY ITS ELECTRODISCHARGE MODIFYING

MEHDIZADEH R.N.

In article the experimental results on reduction of degradation processes in the developed and prepared composite film varistors on the basis of zinc oxide with additives and polythene by means of electric discharges effect are resulted.