

ELEKTRİK QAZ BOŞALMASINDA MODİFİKASIYA OLUNMUŞ YARIMKEÇİRİCİ-POLİMER KOMPOZİTLƏRİNDƏ STRUKTUR DƏYİŞİKLİKLƏRİNİN TƏDQIQI

Ş.M. ƏHƏDZADƏ, E.Z. QULİYEV

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Fizika İnstitutu
AZ-1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 131, e-mail: ahadzade79@mail.ru

Məqalədə ilk dəfə olaraq elektrik qaz boşalmasında modifikasiya olunmuş müxtəlif keramik fazaya malik yarımkeçirici-polimer kompozitlərin struktur dəyişiklikləri tədqiq olunmuşdur. Keramik faza kimi ZnO və Si yarımkeçiricilərindən, polimer faza kimi polyar-polivinilidenftorid (PVDF) və polivinilidenftoridin 2 dəfə modifikasiya olunmuş növündən (F2M), qeyri polyar-polietilen (PE) və polipropilendən (PP) istifadə olunmuşdur. Müxtəlif həcmi faizli həm ZnO-PVDF, həm də Si-PVDF kompozit varistorları sintez olunaraq elektrik qaz boşalmasında modifikasiya olunmuşdur. Bu kompozitlərin volt-ampere xarakteristikaları ölçülmüşdür. Elektrik qaz boşalma prosesinin kompozitlərin əsas parametrləri olan qeyri-xəttilik (β) və açılma gərginliyinə ($U_{aç}$) təsiri müşahidə edilmişdir. Kompozitlərin müqayisəsindən məlum olmuşdur ki, elektrik qaz boşalmasında modifikasiya olunduqdan həm polyar (F2M), həm də qeyri-polyar (PE) polimerlər və ZnO əsaslı kompozitlərdə modifikasiya prosesindən sonra onların açılma gərginliyi kəskin azalmış (təqribən ~ 10 dəfə), kompozitlər öz qeyri-xəttiliyini isə sabit saxlamışdır. Müxtəlif həcmi faizlərə malik polyar (PVDF) və qeyri-polyar (PP) polimerlər və Si əsaslı yarımkeçirici kompozitlərin müqayisəsindən məlum olmuşdur ki, elektrik qaz boşalmasında modifikasiya olunduqdan sonra onların açılma gərginliyi, təqribən modifikasiyadan əvvəlki hala uyğun gəlir. Qeyri-xəttilik isə müəyyən nümunədə artmış, bəzilərində isə sabit qalmışdır. Elektrik qaz boşalmasında modifikasiyadan sonra kompozitdən keçən cərəyanın qiyməti kəskin artır. Bu artım qaz boşalmasının təsir müddəti ilə düz mütənasibdir.

Açar sözlər: ZnO, SiC, keramika, yarımkeçirici, polyar, qeyri-polyar, volt-ampere xarakteristikası, elektrik qaz boşalması, modifikasiya.

UOT: 621.315.61

GİRİŞ

Məlumdur ki, elektroenergetika sahəsində qeyri-xətti keçiriciliyə malik olan materiallar mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu materialların tətbiqi yüksək gərginlik xətlərində və yarımstansiyalarda sıçrayışla arta bilən zərərli gərginlik dalğalarının zəifləməsinə təmin edir. Qeyd etmək lazımdır ki, müasir elektrotexnika sənayesində əsasən simmetrik volt-ampere xarakteristikasına malik olan SiC və ZnO materiallarından istifadə olunur [2, 6, 7]. Bu materiallardan yaradılmış element işlək gərginliklərdə dielektrik kimi yüksək müqavimətə malikdir. Bu element mühafizə qurğusuna paralel bağlansa, sıçrayışla arta bilən dalğalar zəifləyir və cihaz yüksək keçid gərginliklərini təyin edə bilmir. Bu məsələlərin həllinə nail olmaq üçün elektrotexnika sahəsində polimer-yarımkeçirici əsasında hazırlanmış kompozit materiallarından geniş istifadə olunur [2-6].

Qeyd etdiyimiz kimi kompozit varistorlar əsasən iki fazalı sistem olub, üzvi və qeyri-üzvi fazalardan ibarətdir. Qeyri-üzvi faza disperqator, üzvi faza isə dispersləşdirilmiş matrisadır. Bu iki fazanın sərhəddində keçid təbəqə formalaşır. Keçid təbəqənin strukturu, mexaniki və elektrofiziki xassələri sintez prosesində yaranan struktur dəyişiklikləri və fazalar arasındakı qarşılıqlı təsirdən asılıdır [1-16].

Qeyd edək ki, yarımkeçirici-polimer kompozitlərinin polimer fazasında məqsədəuyğun struktur dəyişiklikləri aparmaq üçün ən effektiv üsullardan biri onların elektrik qaz boşalmasında modifikasiyasıdır [10, 11].

İşdə qarşıya qoyulan məqsəd kompozit varistorların xassələrinə təsir edən bilən struktur dəyişikliklərinin öyrənilməsidir. Bu məqsədlə işdə müxtəlif ke-

ramik fazalara (ZnO və Si) malik olan yarımkeçirici-polimer kompozit varistorları sintez olunmuş və onların varistor xassələrinə təsir edən struktur dəyişiklikləri öyrənilmişdir. Məqalədə kompozitlərin sintez prosesi, müxtəlif həcmi faizli ZnO-F2M, ZnO-PE və Si-PVDF, Si-PP əsaslı kompozitlərin volt-ampere xarakteristikaları çıxarılmış, bütün nümunələr 3÷15 dəqiqə müddətində arakəsməli elektrik qaz boşalmasında modifikasiya olunmuşdur.

TƏCRÜBİ HİSSƏ VƏ NƏTİCƏLƏRİN MÜZAKİRƏSİ

Kompozitin alınma prosesinin ilkin mərhələsi keramika və polimerin pres-ovuntusunun hazırlanmasıdır [1]. Pres-ovuntunun alınmasının ilkin mərhələsi komponentlərin xırdalanması və qarışdırılmasıdır. Müasir zamanda ilkin məmulatın (ZnO-polimer, Si-polimer) qarışdırılması üçün daha sadə və universal keramik qarışdırma metodundan istifadə edilir və nəticədə komponentlərin bircins qarışığı alınır. Qarışdırma prosesi mikrodəyirmanlarda quru halda aparılır. Keramik yarımkeçirici faza kimi ZnO və Si, polimer faza kimi isə yüksək dielektrik xassələrə malik sənaye məqsədi üçün nəzərdə tutulan polimer tozları - (polivinilidenftorid (PVDF), 2 dəfə modifikasiya olunmuş polivinilidenftorid (F2M), polietilen (Pe), polipropilen (PP) götürülmüşdür [1, 6, 7].

Kompozit nümunələrin alınmasının sonrakı mərhələsi aşağıdakı kimidir:

Əvvəlcə şixtənin komponentləri- keramika və polimer lazımı çəkiddə çəkilir, farfor kürəli dəyirmanında 60 mkm və daha kiçik ölçüyə qədər xırdalanır. Sonra

alınmış qarışıq presformaya yerləşdirilir və aşağıdakı ardıcılıqla isti presdə preslənilir və sintez edilir:

a) Əvvəlcə şıxtə 20 dəqiqə müddətində $P=1\text{MPa}$ təzyiq altında, hər bir nümunə öz ərimə temperaturuna qədər qızdırılır;

b) Sonra presin təzyiqi $P=15\text{MPa}$ -la qədər qaldırılır, ərimiş şıxtə bu təzyiqdə 5 dəqiqə müddətində saxlanılır;

c) Alınmış nümunələr suda möhkəmlətmə üsulu ilə soyudulur [1].

Polimer materialların, o cümlədən polimer kompozitlərin modifikasiyası üçün müxtəlif təbiətli elektrik qaz boşalmalarından istifadə olunur [2-11]. Bunun əsas səbəbi elektrik qaz boşalmaları şəraitində enerjisi kifayət qədər olan elektron, ion və kimyəvi cəhətdən aktiv olan kiçik molekullu oksigen tərkibli qaz məhsullarının meydana gəlməsidir. Elektrik qaz boşalması şəraitində belə faktorların yaranması polimerlərin intensiv olaraq qaz boşalmasında işlənməsini təmin edir. Çoxlu sayda təcrübə nəticələri göstərir ki, polimer materiallar və onlar əsasında hazırlanmış kompozitlərin bir-cins işlənməsi üçün ən effektiv elektrik qaz boşalması arakəsməli boşalmadır [11].

Tədqiqatlar göstərir ki, elektromənfiliyə malik hava boşluğunda elektrik qaz boşalma prosesi zamanı kiçik molekullu qaz məhsulları yaranır [10, 11]. Kanallarda sintez olunan ionlaşdırıcı şüalar vasitəsilə polimer faza oksidləşmə-destruksiya reaksiyasına uğrayır. Bütün bu effektlər polimer matrisanın fazalararası sərhəddə yerləşən polimer fazanın elektron halını dəyişdirir. Gözləmək olar ki, fazalararası sərhəddin elektron halının dəyişməsi sərhəddəki potensial çəpərin parametrlərini dəyişəcəkdir.

Əgər qeyri-polyar matrisa üçün (məs: Pe, PP) elektrik qaz boşalmasının təsiri onun polyarlaşmasına səbəb olurdusa, polimer faza kimi polyar polimerlərdən (məs: PVDF, F2M) istifadə edilməsi həm polyarlığın artmasına, həm də polyar polimerin makromolekulunun zəncirində oksigen mənşəli yüksək elektromənfiliyə malik mərkəzlərin əmələ gəlməsinə səbəb olacaqdır. Polimer matrisaların polyarlığının artması və onların zəncirində oksigen mənşəli yüksək elektromənfiliyə malik qrupların yaranması yarımkeçirici-polimer sərhəddində fazalararası qarşılıqlı təsirlərin intensivliyinə və təbiətinə təsir edəcəkdir. Şərh edilən və kifayət qədər mürəkkəb təbiətə malik olan effektlər imkan verir ki, yarımkeçirici-polimer kompozit varistorunun volt-ampere xarakteristikası, qeyri-xəttiliyi və açılma gərginliyi onların tətbiq sahələrinin tələbinə görə tənzimlənsin.

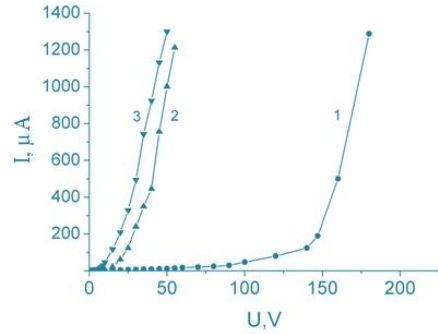
Ona görə də, polimer-yarımkeçirici əsaslı kompozitlərin elektrofiziki xassələrinin elektrik qaz boşalmasının təsiri ilə dəyişməsinə nəzərdən keçirək.

Məlumdur ki, istənilən kompozitlərin xassələri onların komponentlərinin kompozitdəki həcmi faizindən kəskin asılıdır. Qeyd etdiyimiz kimi, bu effekt fazalararası sərhəddə disperqatorun hissəciklərinin təsiri altında polimer fazasının strukturunun dəyişməsi ilə əlaqədardır [1-15]. Deməli, həcmi faizi dəyişməklə müxtəlif quruluş almış polimer fazaya elektrik qaz boşalmasının təsiri aydınlaşdırmaq üçün keramik fazanın həm sabit, həm də müxtəlif həcmi faizlərində elektrik boşalmalarına qarşı həssaslığı öyrənilməlidir. Bu

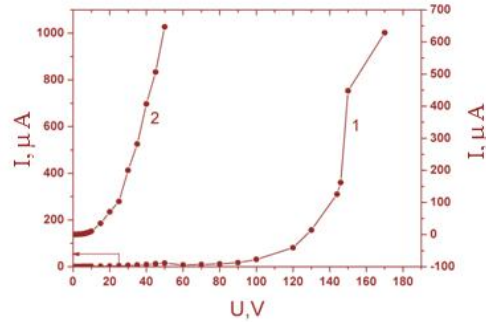
məqsədlə sınaq özəyinə 3 kV gərginlik tətbiq etməklə amplitudun sabitliyi şəraitində, modifikasiya müddətini 3÷15 dəqiqə seçməklə, müxtəlif tərkibli kompozit nümunələr arakəsməli elektrik qaz boşalmasında modifikasiya olunmuşdur.

Aparılmış təcrübələrin nəticələri şəkil 1÷6-da göstərilmişdir.

Şəkil 1 və 2-də polyar və qeyri-polyar polimerlər və ZnO əsaslı kompozitlər elektrik qaz boşalmasında 3-10 dəqiqə müddətində modifikasiya olunmuşdur. Modifikasiyadan əvvəl və sonra kompozitlərin volt-ampere xarakteristikaları ölçülmüşdür (60% ZnO+40% F2M, (60% ZnO+40% PE).



Şəkil 1. Elektrik qaz boşalmasında modifikasiyasından əvvəl və sonra kompozitlərin volt-ampere xarakteristikası (60% ZnO+40% F2M). 1- modifikasiya olunmamış nümunə; 2- 3 dəqiqə modifikasiya olunmuş nümunə; 3- 10 dəqiqə modifikasiya olunmuş nümunə.

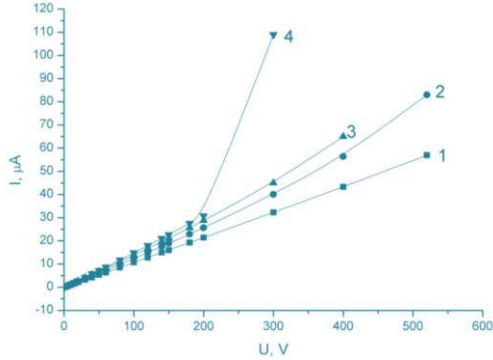


Şəkil 2. Elektrik qaz boşalmasında modifikasiyasından əvvəl və sonra kompozitlərin volt-ampere xarakteristikası (60% ZnO+40% PE). 1- modifikasiya olunmamış nümunə; 2- 10 dəqiqə modifikasiya olunmuş nümunə.

Şəkil 1 və 2-dən görünür ki, elektrik qaz boşalmasında modifikasiya olunduqdan sonra kompozitlərin varistor xassələrini xarakterizə edən əsas parametrlərdən biri olan açılma gərginliyi nəzərəcarpacaq dərəcədə azalmışdır (~10 dəfə).

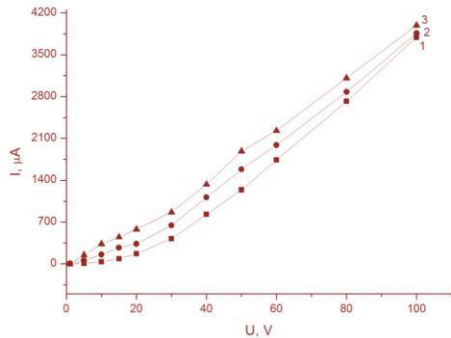
Elektrik qaz boşalma prosesinin təsiri nəticəsində kompozitdə polyarizasiya proseslərinin dəyişməsi kompozitlərin əsas parametrlərinin (U_{aq}) dəyişməsinə gətirib çıxarır. Qeyd edək ki, kompozitlərin elektrofiziki xassələri qaz boşalma prosesinin təsir müddətindən də asılıdır. Təsir müddəti artdıqca elektrofiziki parametrlər də dəyişir. Bu onunla əlaqədardır ki, qaz boşalma prosesində enerji artdıqca ozon, azot oksidləri və s. kimi maddələrin konsentrasiyası çoxalır və onların kompozitə təsiri də artır.

Şəkil 3 və 4-də elektrik qaz boşalmasında modifikasiya prosesindən əvvəl və sonra Si yarımkeçirici keramika – polyar (PVDF) və qeyri-polyar (PP) polimerlər əsasında hazırlanmış kompozitlərin volt-ampere xarakteristikaları verilmişdir.



Şəkil 3. Elektrik qaz boşalmasında modifikasiyasından əvvəl və sonra kompozitlərin volt-ampere xarakteristikası (30%Si+40% PVDF). 1- modifikasiya olunmamış nümunə; 2- 3 dəqiqə modifikasiya olmuş nümunə; 3- 8 dəqiqə modifikasiya olmuş nümunə; 4- 15 dəqiqə modifikasiya olmuş nümunə.

Şəkil 3-dən görünür ki, təsir müddətindən asılı olmayaraq qaz boşalma prosesindən sonra nümunədən keçən cərəyanın qiyməti kəskin artır. Daha dəqiq desək, $t_{bos}=15$ dəqiqə müddətindən sonra kompozitdən keçən cərəyanın qiyməti 2-3 tərtib dəyişir.



Şəkil 4. Elektrik qaz boşalmasında modifikasiyasından əvvəl və sonra kompozitlərin volt-ampere xarakteristikası (50%Si+50% PVDF). 1- modifikasiya olunmamış nümunə; 2-8 dəqiqə modifikasiya olmuş nümunə; 3- 15 dəqiqə modifikasiya olmuş nümunə.

Şəkil 3 və 4-dən görünür ki, disperqatorun həcmi faizindən və polimer matrisanın növündən asılı olmayaraq, elektrik qaz boşalmasında modifikasiyadan son-

ra nümunədən keçən cərəyanın qiyməti kəskin artır. Bu artım qaz boşalmasının təsir müddəti ilə düz mütənasibdir.

Qeyd edək ki, bütün tədqiq olunan kompozitlərdə elektrik cərəyanı nəzərə sarpacaq dərəcədə dəyişir. Beləliklə, elektrik boşalmalarının kompozitlərin volt-ampere xarakteristikasına, açılma gərginliyinə, qeyri-xəttilik əmsalına təsirinin analizindən belə nəticəyə gəlmək olar ki, qeyd olunan parametrlərin dəyişməsinin əsas səbəbi elektrik qaz boşalmasının müddəti və fazalararası sərhəddə gedən struktur dəyişiklikləridir.

[1- 17] işlərində göstərilmişdir ki, üzvi və qeyri-üzvi kompozitlərin sərhəddində strukturu qeyri-üzvi faza kimi götürdüyümüz ZnO və Si keramik hissəciklərinin səthinin təsiri altında formalaşan yeni bir faza yaranır. Bu fazada polimerin strukturu və xassələri ilkin götürdüyümüz polimer matrisanın analoji xarakteristikalarından fərqlidir: Bu xassələrdən biri yeni yaranmış fazanın elektrik qaz boşalmasının təsirinə qarşı davamlılığıdır. Fazalararası sərhəddə yaranan və arakəsməli elektrik qaz boşalmasının təsirinə yüksək davamlılığı, stabil elektrik yük halına malik olması yarımkeçirici-polimer tərkibli kompozitlər əsasında yüksək fiziki və mexaniki xassələrə malik kompozit varistorlar hazırlamağa imkan verir [1-19].

NƏTİCƏ

Məqalədə müxtəlif keramik fazalara (ZnO və Si) və polimer matrisaya (polyar- PVDF, F2M, qeyri-polyar- Pe, PP) malik yarımkeçirici-polimer kompozit varistorları hazırlanmış və bütün kompozitlərin volt-ampere xarakteristikaları ölçülmüşdür. Müxtəlif həcmi faizli həm ZnO-polimer, həm də Si-polimer əsaslı kompozit varistorlar arakəsməli elektrik qaz boşalmasında modifikasiya olunmuşdur.

Müəyyən olunmuşdur ki, ZnO əsaslı kompozitlərdə modifikasiya prosesindən sonra onların açılma gərginliyi kəskin azalmış (təqribən ~ 10 dəfə), qeyri-xəttiliyi isə sabit qalmışdır. Təcrübə nəticələrindən müəyyən olmuşdur ki, Si əsaslı yarımkeçirici kompozitlərdə qaz boşalmasında modifikasiya olunduqdan sonra kompozitlərin açılma gərginliyi təqribən modifikasiyadan əvvəlki hala uyğun gəlir. Qeyd edək ki, aşağı gərginlikli mikroenergetika qurğularında istifadə məqsədilə elektrik qaz boşalmasında modifikasiya üsulu ilə yarımkeçirici-polimer əsasında hazırlanmış kompozitlərin alınma texnologiyası işlənilib hazırlanmışdır [1-17].

[1] A.M. Həşimov, K.B. Qurbanov, Ş.M. Həsənli, R.N. Mehdizadə, Ş.M. Əzizova, X.B. Bayramov. Nazik təbəqəli kompozit varistorun hazırlanma üsulu. Azərbaycan Respublikası Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə dövlət Agentliyi. İ 2007 0172, 6 səh.

[2] Ş.M. Əhədşadə, A.M. Həşimov, T.K. Nurubəyli. "ZnO-polimer əsaslı kompozitlərin infraqizmi spektrlərinin analizi və keramik fazanın dielektrik parametrlərinin spektroskopiyası". Akademik L.M. İmanovun 100 illik yubileyinə həsr olunmuş

Molekulyar spektroskopiyə mövzusunda konfrans, Bakı-Şuşa 21-22 Sentyabr, AJP FİZİKA, 2022-ci il, səh.3-7.

[3] Ş.M. Əhədşadə, A.M.Həşimov, T.K.Nurubəyli. "ZnO-polimer əsaslı kompozit varistorlarda nümunələrin optimal faizlərinin təyini". Akademik M.H. Şahtaxtinskiyin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş mövzusunda konfrans, Bakı-Naxçıvan 19-20 Oktyabr, AJP FİZİKA, 2022-ci il, səh. 3-7.

[4] Sh.M.Ahadzadeh, A.M.Hashimov, Sh.G.Khalilova. "Research of the electrical properties of

- composite varistors based on ZnO-polymer”, *IJTPE*, 2022, Issue 50, Vol. 4, No.1, pp.166-17.
- [5] *Sh.M. Ahadzade, A.M. Hashimov, T.K.Nurubeyli*. “Research of the electrical properties of the intercrystallite boundary and mechanisms of conductivity in a ZnO varistor with impurities”. *ICTPE-2022*, Vol 14, №1, p.50-54.
- [6] *Sh.M. Ahadzade, A.Y. İmanova*. Varistor characteristics of composites made based on ZnO and Si semiconductor materials. V International Scientific and Practical Conference «Science and Innovation of modern world», January 25-27, 2023 London, Great Britain.
- [7] *Ş.M. Əhədzadə, A.Y. İmanova, S.S. Əhədova*. Kompozit varistorlarda fərqli keramik fazaların varistor effektinin tədqiqi. *Energetikanın Problemləri*, 2022, № 4, səh.17-23.
- [8] *Sh.M. Ahadzade, A.M. Hashimov*. “Variation of the main parameters of polar and nonpolar polymers and composite varistors based on ZnO”. *ICTPE-2020*, 12 - 13 October, Istanbul, Turkey, p. 99-101.
- [9] *Ш.М. Гасанли, Ш.М. Азизова, Дж.Дж. Халилов, Ф. Харирчи*. «Спектроскопия диэлектрических параметров варисторов на основе ZnO» *Электронная Обработка Материалов*, 2012, том 48, №1, с. 58-62.
- [10] *A.M. Гашимов, Ш.М. Гасанли, Р.Н. Мехтизаде, Ш.М. Азизова, Х.Б. Байрамов*. Нелинейный резистор на основе композиции полимер-керамика. *Журнал технической физики*, 2007, том 77, вып. 8, с.121.
- [11] *Ş.M. Əzizova*. “Elektrik qaz boşalmasında işlənmiş polimer-ZnO kompozitinin elektrofiziki xassələri”. *Energetikanın problemləri*, №1, 2009, səh.72-76.
- [12] *K.B. Qurbamov, K.S. Burziyev, Ş.M. Əzizova*. Qismi boşalmala rəşəraitində polimer dielektriklərin elektrofiziki xüsusiyyətlərinin dəyişməsi. *AMEA Fizika İnstitutu, Energetikanın problemləri*, №2, 2004, səh.17-21.
- [13] *Sh.M. Ahadzade, A.M. Hashimov*. “Variation of the main parameters of polar and nonpolar polymers and composite varistors based on ZnO”. *ICTPE-2020*, 12 - 13 October, Istanbul, Turkey, p.99-101.
- [14] *Sh.M.Ahadzade, A.M.Hashimov, Sh.G. Khalilova*. Research of the electrical properties of composite varistors based on ZnO-polymer. The 17th International Conference on “Technical and Physical Problems of Engineering” (*ICTPE-2021*) Istanbul, Turkey, № 18, p. 86-89.
- [15] *Ş.M. Əhədzadə, A.M.Həşimov, T.K.Nurubəyli*. “ZnO-polimer əsaslı kompozit varistorlarda nümunələrin optimal faizlərinin təyini”. Akademik M.H. Şahtaxtinskiyin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş mövzusunda konfrans, Bakı-Naxçıvan 19-20 Oktyabr, *AJP FİZİKA*, 2022-ci il, səh.3-7.
- [16] *Sh.M.Ahadzadeh, A.M.Hashimov, Sh.G.Khalilova*. “Research of the electrical properties of composite varistors based on ZnO-polymer”. *IJTPE*, 2022, Issue 50, Vol. 4, No.1, pp.166-17.
- [17] *D. Szwagierczak, J. Kulawik, A. Skwarek*. Influence of processing on microstructure and electrical characteristics of multilayer varistors// *Journal of Advanced Ceramics* 2019, 8(3): 408–417 ISSN 2226-4108 <https://doi.org/10.1007/s40145-019-0323-7>.
- [18] *J. Kulawik, D. Szwagierczak, A. Skwarek*. Electrical and microstructural characterization of doped ZnO based multilayer varistors. *Microelectron Int* 2017, 34: 116–120.
- [19] *G. Manoharan, M. Karuppiyah, N.K Sahu, et al*. High performance multi-layer varistor (MLV) from doped ZnO nanopowders by water based tape casting: Rheology, sintering, microstructure and properties// *Ceram Int* 2018, 44: 7837–7843.

Sh.M. Ahadzade

STUDY OF STRUCTURAL CHANGES IN MODIFIED SEMICONDUCTOR-POLYMER COMPOSITES UNDER GAS ELECTRIC DISCHARGE

In the article, semiconductor-polymer composite varistors with various ceramic phases (ZnO and Si) and a polymer matrix (polar-PVDF, F2M, non-polar-Pe, PP) are developed, and the current-voltage characteristics of all composites are measured. Composite varistors based on ZnO polymer and Si polymer with different volume percentages were modified in a barrier electric gas discharge. It was found that after the modification process in ZnO-based composites, their response voltage sharply (by about ~10 times) decreased, and the nonlinearity remained stable. According to the results of the experiments, it was found that after the discharge modification in Si-based semiconductor composites, the response voltage of the composites approximately corresponds to the state before the modification. It should be noted that in order to be used in low-voltage micropower devices, a technology has been developed for obtaining composites based on a semiconductor-polymer by modification in an electric gas discharge.

Ахадзаде Ш.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ ГАЗОВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ РАЗРЯДЕ

В статье разработаны полупроводниково-полимерные композиционные варисторы с различными керамическими фазами (ZnO и Si) и полимерная матрица (полярные-ПВДФ, Ф2М, неполярные-Пе, ПП), а также измерены вольт-амперные характеристики всех композитов. Композитные варисторы на основе ZnO-полимера и Si-полимера с раз-

ELEKTRİK QAZ BOŞALMASINDA MODİFİKASIYA OLUNMUŞ YARIMKEÇİRİCİ-POLİMER KOMPOZİTLƏRİNDƏ...

личным объемным процентным содержанием были модифицированы в барьерном электрическом газовом разряде. Установлено, что после процесса модификации в композитах на основе ZnO резко (примерно в ~10 раз) уменьшилось их напряжение срабатывание, а нелинейность оставалась стабильной. По результатам экспериментов установлено, что после разрядной модификации в полупроводниковых композитах на основе Si напряжение срабатывание композитов примерно соответствует состоянию до модификации. Следует отметить, что с целью использования в низковольтных микросиловых устройствах разработана технология получения композитов на основе полупроводник-полимер методом модифицирования в электрическом газовом разряде.