

ALİFATİK VƏ TSİKLİK ZƏNCİR QURULUŞLARINA MALİK KARBOHİDROGEN MÜHİTİNİN $\text{Al-Ge}_{33}\text{As}_{17}\text{S}_{35}\text{Se}_{15}\text{-Te}$ SENDVİÇ STRUKTURUNUN VOLT-AMPER XARAKTERİSTİKASINA TƏSİRİ

S.İ. MEHDİYEVA¹, R.İ. ƏLƏKBƏROV¹, S.M. MƏMMƏDOV¹, H.İ. MƏMMƏDOVA¹,
B.H. İBRAHİMOV¹, M.V. KAZIMOV¹, V.N. POLADOVA²

¹Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Fizika İnstitutu,
Bakı, Az 1143, H.Cavid, 131 E-mail: Rahim-14@mail.ru

²Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Radiasiya Problemləri İnstitutu

$\text{Al-Ge}_{33}\text{As}_{17}\text{S}_{35}\text{Se}_{15}\text{-Te}$ sendviç strukturlarının butan qazı və benzol buxarı mühitində volt-ampere xarakteristikası sabit cərəyan rejimində ölçülmüşdür. Eksperimentlərin aparılması üçün sintez olunan $\text{Ge}_{33}\text{As}_{17}\text{S}_{35}\text{Se}_{15}$ maddəsinin tərkibindəki elementlərin molyar faizi, maddənin quruluşunun amorfluğu enerji dispersiv spektroskopiyaya və Rentgen difraksiya səpilməsi metodları ilə müəyyən edilmişdir. Tədqiq olunan maddənin elektrik müqavimətinə butan qazı və benzol buxarı mühitinin təsirinin 2D və 3D- diaqramlarında təsvirləri göstərir ki, müqavimətin qiymətinin dəyişməsi karbohidrogen mühitinin tərkibindən və növündən nəzərəcarpan səviyyədə asılıdır.

Açar sözlər: xalkogenid şüşə, amorf,

Pacs: 81.05. Gc

1. GİRİŞ

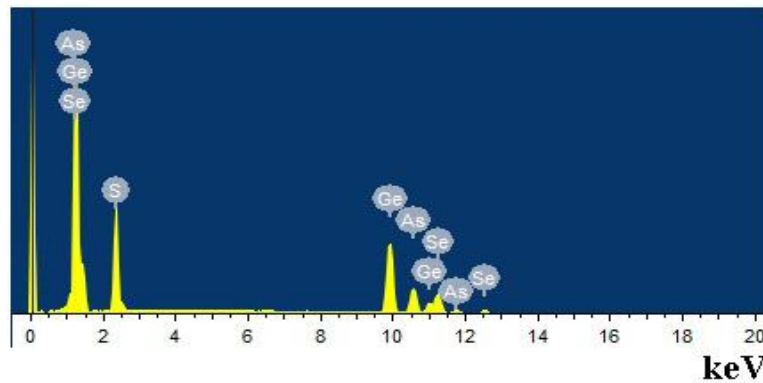
Hazırda ətraf mühitin ekoloji monitorinqi ilə əlaqədar olaraq nisbətən dəyişən temperatur intervalında işləyən sensorların hazırlanmasına böyük zərurət vardır [1]. Bu qəbildən olan tədqiqatların müqayisəli təhlili göstərir ki, tərkibində kükürd (S), selen (Se), tellur (Te) xalkogen elementləri olan mürəkkəb komponentli qeyri-üzvü nizamsız quruluşlu materialların ifrat yüksək kristallaşma sürətinə (~80 nsan), amorf və kristal fazalar arasındakı yüksək optik kontrastlığa, kristal faza halına keçdikdə yüksək keçiricilik xüsusiyyətlərinə, tərkibdən asılı olaraq idarə oluna bilən keçiricilik xassəsinə, optik sındırma, optik ekstinksiya və udulma əmsallarına, şüşələnmə və kristallaşma temperaturuna malik olması onların tətbiq sahələrinin artmasına zəmin yaratmışdır [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Qeyd olunan işlərin nəticələri göstərir ki, xalkogenid şüşələr əsasında hazırlanan cihazların iş prinsipi müxtəlif fiziki hadisələrin baş vermə mexanizminə əsaslanır. Digər tərəfdən alınan

strukturların qaza həssaslığı baxımından selektivliyini müəyyənəşdirmək üçün anoloji tədqiqatların [7] qarışığı olmayan qaz və digər karbohidrogenlərin (benzol) buxarı mühitində aparılması zəruridir.

Tədqim olunan işin məqsədi $\text{Al-Ge}_{33}\text{As}_{17}\text{S}_{35}\text{Se}_{15}\text{-Te}$ sendviç strukturlarının butan qazı və benzol buxarı mühitində həssaslığının fiziki prinsiplərini və tətbiqə yararlılığını aydınlaşdırmaqdır.

2. TƏCRÜBƏNİN METODİKASI VƏ NÜMUNƏLƏRİN ALINMASI

$\text{Ge}_{33}\text{As}_{17}\text{S}_{35}\text{Se}_{15}$ xalkogenid şüşəvari yarımkəçirici (XŞY) tərkibinin sintezi fırlanan silindrik soba üsulu ilə yerinə yetirilmişdir [7]. Sintez olunan $\text{Ge}_{33}\text{As}_{17}\text{S}_{35}\text{Se}_{15}$ maddəsinin tərkibindəki elementlərin molyar faizi enerji dispersiv spektroskopiyaya metodu ilə müəyyən edilmişdir. Enerji dispersiv Rentgen analizi JEOL JSM-6610LV markalı skanlayıcı elektron mikroskopu ilə yerinə yetirilmişdir.



Şəkil 1. Maddə tərkibinin ($\text{Ge}_{35.16}\text{As}_{14.84}\text{S}_{34.34}\text{Se}_{15.66}$) enerji dispersiv Rentgen analizi.

Enerji dispersiv Rentgen analizinin nəticəsi göstərir ki, sintez olunan maddənin tərkib elementlərinin molyar faizi tədqiqat üçün seçilmiş tərkibə $\pm 0.04 \div 2.24$ xəta tərtibində uyğun gəlir. Tədqiqat zamanı alınmış

vakuumda termik buxarlandırma üsulu ilə alınan $\text{Ge}_{33}\text{As}_{17}\text{S}_{35}\text{Se}_{15}$ tərkibli nazik təbəqənin Rentgen quruluş analizi D2 PHASER toz difraktometri vasitəsilə edilmişdir. Şüalanmanın mənbəyi 40kV gərginlik və

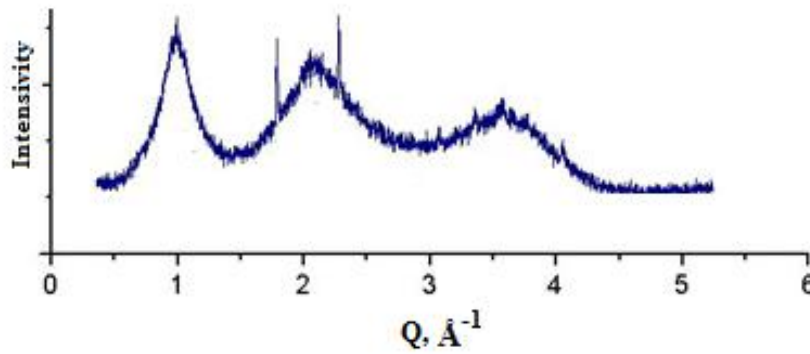
40mA cərəyan şiddəti rejimində işləyən CuKα anodudur. Onun dalğa uzunluğu $\lambda=1,5406 \text{ \AA}$ -dir. Volt-ampere xarakteristikasının ölçülməsi şüşə altlıqlar üzərində vakuumdə termik buxarlandırma üsulu ilə alınan $d=2\text{mkm}$ qalınlığa malik Al-Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅-Te sendviç strukturlu nazik amorf təbəqələrdə yerinə yetirilmişdir. Qazın miqdarı MESTEK CGD02A markalı detektorla təyin olunmuşdur.

3. NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

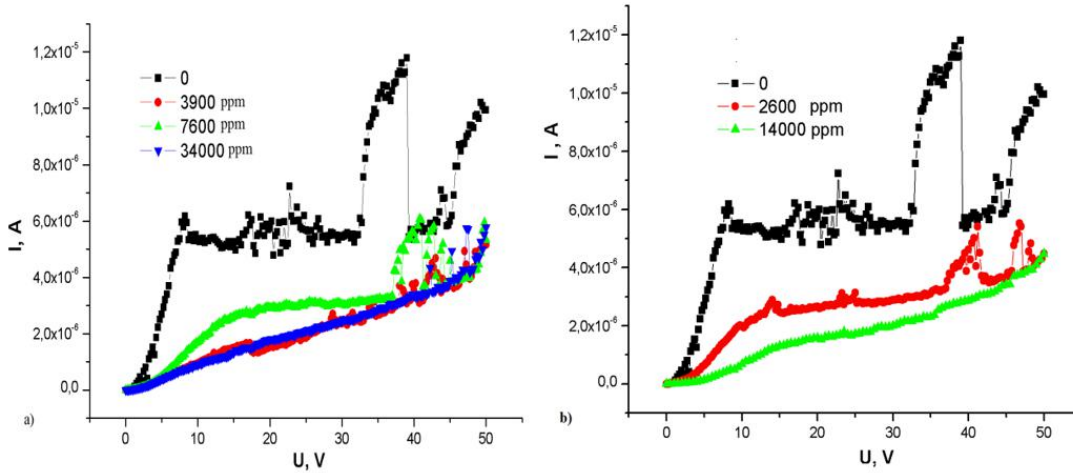
Şəkil 2-də mürəkkəb komponentli Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅ tərkibinin Rentgen difraksiya səpilmə spektri təsvir olunmuşdur.

Şəkil 2-də genişlənmiş Rentgen difraksiya səpilmə əyrisinin müşahidə olunması alınan maddənin quruluşunun əsasən amorf olduğunu təsdiq edir. Tədqiq

olunan nümunədə Rentgen difraksiya səpilmə əyrisindən görüldüyü kimi, səpilmə vektorunun qiyməti $Q \sim 1 \text{ \AA}^{-1}$ ətrafında birinci kəskin difraksiya piki (BKDP) müşahidə olunur. Bu nəticə müxtəlif binar As₂Se₃ (As₂S₃), GeSe₂ və mürəkkəb komponentli As_xSe_yS_{1-x-y}, As_xSe_yTe_{1-x-y} (x=40, y=30 at%), As_xSe_yS_{1-x-y}, As_xSe_yTe_{1-x-y} (x=33.3, y=33.3 at%) xalkogenid şüşələr üzərində aparılan Rentgen və neytron difraksiya səpilməsi təcrübələrinin nəticələrində alınan BKDP-nin vəziyyəti ilə uyğunluq təşkil edir [6, 8]. Spektrdə birinci kəskin difraksiya pikinin müşahidə olunması tədqiq olunan kovalent rabitəli amorf maddədə ölçüsü $L \sim 33,7 \text{ \AA}$ tərtibində olan orta nizam quruluşunun varlığı ilə əlaqələndirilir [9].



Şəkil 2. Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅ tərkibinin Rentgen difraksiya səpilmə əyrisi.

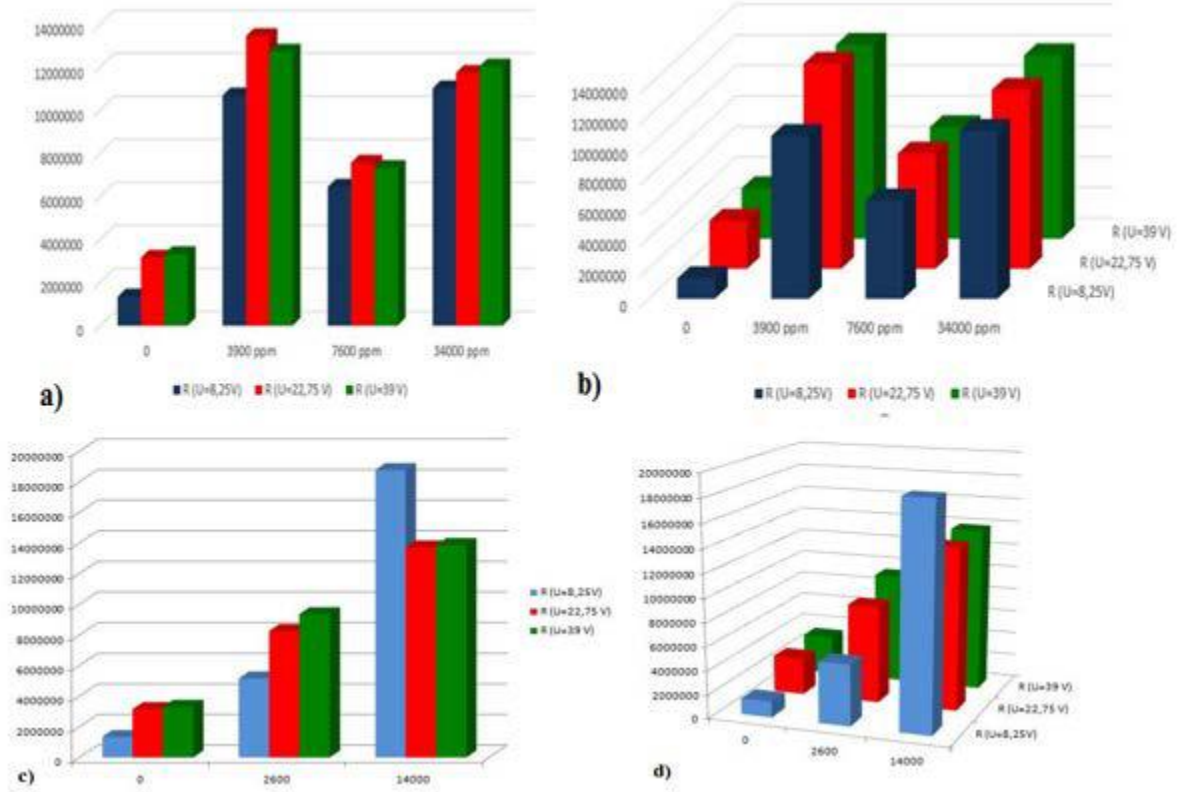


Şəkil 3. Atmosfer, butan qazı (a) və benzol buxarı (b) mühitində Al-Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅-Te sendviç strukturunun volt – amper xarakteristikası.

Şəkil.3-də atmosfer, butan qazı və benzol buxarı mühitində Al-Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅-Te sendviç strukturunun volt–ampere xarakteristikası (VAX) təsvir edilmişdir. Xarakteristikadan görüldüyü kimi açıq (alifatik və ya atsiklik) və qapalı (tsiklik) zəncir quruluşlarına malik olan butan qazı və benzol buxarının miqdarının artması nəticəsində tədqiq olunan maddənin müqavimətinin artması müşahidə olunur.

Alınan nəticələrin müqayisəli analizi göstərir ki, istər alifatik, istərsə də tsiklik zəncir quruluşlarına malik karbohidrogen mühitinin təsiri nəticəsində hər iki xarakteristikanın cərəyan ossilyasiyaları zəifləyərək

aradan qalxır. Ossilyasiyaların tədricən zəifləyərək yox olması neytral qaz atomlarının aşağı atomar sıxlıqlı oblastlara və ya məsələlərə toplanması nəticəsində U - mərkəzlərinin ionlaşma proseslərinin zəifləməsinə təsirləri ilə əlaqələndirilir [7]. Karbohidrogen mühitinin tərkibindən və növündən asılı olaraq tədqiq olunan strukturun sensitiv xüsusiyyətlərində selektivliyin mövcudluğunu aşkar etmək üçün müxtəlif keçid gərginliklərində butan qazı və benzol buxarı miqdarının təsiri ilə müqavimətin dəyişməsi 2D və 3D diaqramları ilə təsvir edilmişdir.



Şəkil 4. Xalkogenid şüşəvari Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅ maddəsinin müqavimətinə butan qazı (a və b) və benzol buxarı (c və d) mühitinin təsirinin 2D və 3D diaqramlarında təsviri.

Tədqiqatlar göstərir ki, binar Ge_xSe_{100-x} və Ge_xS_{100-x} (x = 30,33,40) xalkogenid şüşələr əsasında hazırlanan radiasiyaya davamlı olan yüksək temperatur sensorlarının iş prinsipi amorf faza halından kristal hala keçid zamanı hazırlanan fiber lazerin gücünün dəyişməsinə əsaslanır [1]. Bu həmçinin optik parametrlərin dəyişməsi ilə nəticələnir. Digər tərəfdən, mürəkkəb komponentli xalkogenid şüşələr (Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅) əsasında vakuumda termik buxarlandırma üsulu ilə alınan Al-Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅-Te sendviç strukturları propan-butan qaz qarışığı mühitində nəzərəçarpan səviyyədə müqavimət dəyişməsinə məruz qalır [7]. Qeyd olunan tədqiqatların davamı olaraq xalkogenid şüşəvari Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅ maddəsinin elektrik müqavimətinə butan qazı (a və b) və benzol buxarı (c və d) mühitinin təsirinin 2D və 3D diaqramlarında təsvirləri göstərir ki, müqavimətin qiymətinin dəyişməsi karbohidrogen mühitinin tərkibindən və növündən nəzərəçarpan səviyyədə asılıdır. Alınan nəticələr göstərir ki, açıq zəncir quruluşlu butan qazı ilə müqayisədə qapalı zəncir quruluşuna malik olan benzol buxarı mühiti tədqiq olunan maddənin müqavimətinin artmasına daha üstün təsir göstərir. Bu nəticə benzol və butan molekullarının diametral və uzunluq ölçülərinin (d=6Å⁰; L=5,7Å⁰ və d=4,9Å⁰; L=7,78Å⁰), o cümlədən rabitə növü, əlaqəliliyi və uzunluğunun fərqlənməsi ilə əlaqələndirilir.

Beləliklə müəyyən olunmuşdur ki, Al-Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅-Te sendviç strukturu mühitin növündən asılı olaraq selektiv həssaslığa malikdir.

4. NƏTİCƏ

Butan qazı və benzol buxarı mühitində Al-Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅-Te sendviç strukturlarının volt-ampere xarakteristikası sabit cərəyan metodu ilə tədqiq olunaraq göstərilmişdir ki, istər alifatik, istərsə də tsiklik zəncir quruluşlarına malik karbohidrogen mühitinin təsiri nəticəsində volt-ampere xarakteristikasının cərəyan osilyasiyaları zəifləyərək aradan qalxır. Osilyasiyaların tədricən zəifləyərək yox olmasının səbəbi qaz atomlarının aşağı atomar sıxlıqlı oblastlara və ya məsələlərə toplanması və nəticədə U⁻ mərkəzlərinin ionlaşma və rekombinasiya proseslərinə təsiri ilə bağlıdır. Açıq zəncir quruluşlu butan qazı ilə müqayisədə qapalı zəncir quruluşuna malik olan benzol buxarı mühitinin tədqiq olunan maddənin müqavimətinin artmasına daha üstün təsir göstərməsi onların molekullarının diametral və uzunluq ölçülərinin və, o cümlədən rabitə növü, rabitə bucağı, əlaqəliliyi və uzunluğunun fərqlənməsi ilə əlaqələndirilir. İŞ SOCAR-ın Elm Fondunun maliyyə dəstəyi ilə yerinə yetirilmişdir (№06 LR-EF/2024)

[1] Bahareh Badamchi, Al-Amin Ahmed Simon, Maria Mitkova, Harish Subbaraman. Chalcogenide Glass-Capped Fiber-Optic Sensor

for Real-Time Temperature Monitoring in Extreme Environments//Sensors 2021, 21(5), 1616; <https://doi.org/10.3390/s21051616>

- [2] G.W. Burr, M.J. Brightsky, A. Sebastian, H.Y.Cheng, J.Y. Wu, S. Kim, N.E. Sosa, N.Papandreou, H.L. Lung, H. Pozidis, et al. Recent progress in phase-change memory technology. IEEE J. Etcas 2016, 6, 146–162.
- [3] S. Abdollahramezani, O. Hemmatyar, H.Taghinejad, A. Krasnok, Y. Kiarashinejad, M.Zandehshahvar, A. Alü, A. Adibi. Tunable nanophotonics enabled by chalcogenide phase-change materials. Nanophotonics 2020, 9, 1189–1241. [Google Scholar] [CrossRef]
- [4] A.A. Ahmed Simon, L. Jones, Y. Sakaguchi, H.Kunold, I. van Rooyen, M.Mitkova. Effect of Ion Irradiation on Amorphous and Crystalline Ge–Se and Their Application as Phase Change Temperature Sensor. Phys. Status Solidi (b) 2020, 2000429
- [5] A.A.A.Simon, B. Badamchi, H. Subbaraman, , Y.Sakaguchi, M. Mitkova. Phase change in Ge-Se chalcogenide glasses and its implications on optical temperature-sensing devices. J. Mater. Sci. Mater. Electron. 2020, 31, 11211–11226.
- [6] K. Tanaka, K.himakawa. Amorphous Chalcogenide Semiconductors and Related Materials; Springer Science & Business Media: New York, NY, USA, 2011
- [7] S.İ. Mehdiyeva, R.İ. Ələkbərov, S.M.Məmmədov, H.İ. Məmmədova, B.H. İbrahimov, M.V. Kazimov, V.N. Poladova. Propan-butan qaz qarışığına malik mühitdə Al-Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅-Te sendviç strukturunun volt–amper xarakteristikasının tədqiqi. Azerbaijan Journal of Physics, vol XXX, № 1, 2024, səh. 23-27
- [8] R.I. Alekberov, S.I. Mekhtiyeva, A.I. Isayev, M. Fabian. The local structure of As-Se-S chalcogenide glasses studied by neutron diffraction and Raman scattering// J. Non - Crystalline Solids, 2017, 470(15), –p.152-159.
- [9] S.İ. Mehdiyeva, R.İ. Ələkbərov, S.M. Məmmədov. Ge-As-Se-S xalkogenid şüşəvari sistemində rentgen difraksiya səpilməsi. Azerbaijan Journal of Physics, vol XXVII, № 4, 2021, səh. 7-10

S.I. Mekhtiyeva, R.I. Alekberov, S. M. Mammadov, H.I.Mammadova, B.G. Ibragimov, M.V. Kazimov, V.N. Poladova

INFLUENCE OF HYDROCARBON MEDIUM WITH ALIPHATIC AND CYCLIC CHAIN STRUCTURES ON VOLT-AMPERE CHARACTERISTIC OF SANDWICH STRUCTURE Al-Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅-Te

The volt-ampere characteristic of Al-Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅-Te sandwich structures in butane gas and benzene vapor environment was measured in constant current mode. For conducting experiments, the molar percentage of elements in the composition Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅, the amorphousness of the structure were determined by the methods of energy dispersive x-ray spectroscopy and X-ray diffraction scattering. Drawings in 2D and 3D - diagrams of the influence of butane gas and benzene vapor environment on the electrical resistance of the studied substance show that the change in the value of the resistance depends at a noticeable level on the composition and type of hydrocarbon medium.

С.И. Мехтиева, Р.И. Алекберов, С. М. Мамедов, Х.И.Мамедова, Б.Г. Ибрагимов, М.В. Казимов, В. Н. Поладова

ВЛИЯНИЕ УГЛЕВОДОРОДНОЙ СРЕДЫ СО СТРУКТУРОЙ АЛИФАТИЧЕСКОЙ И ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЦЕПЕЙ НА ВОЛЬТ-АМПЕРНУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ СЭНДВИЧ-СТРУКТУРЫ Al-Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅-Te

Измерена вольт-амперная характеристика сэндвич-структур Al-Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅-Te в среде бутана и паров бензола в режиме постоянного тока. Для проведения экспериментов молярный процент элементов в составе синтезируемого вещества Ge₃₃As₁₇S₃₅Se₁₅, аморфность структуры вещества определялись методами энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии и рентгеновского дифракционного рассеяния. Изображения на 2D и 3D - диаграммах влияния среды газообразного Бутана и паров бензола на электрическое сопротивление исследуемого вещества показывают, что изменение значения сопротивления в значительной степени зависит от состава и типа углеводородной среды.