

**Ա.Հ. ԽԱԶԱՏՐՅԱՆ, Ռ.Ա. ԱՎԵՏՅԱՆ, Ա.Հ. ԲԱՐՍԵՂՅԱՆ,
Ռ.Մ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ**

**BiBO₃ - SrB₂O₄ ԵՎ BiBO₃ - CaB₂O₄ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԴՅՈՒՐԱՀԱԼ
ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ**

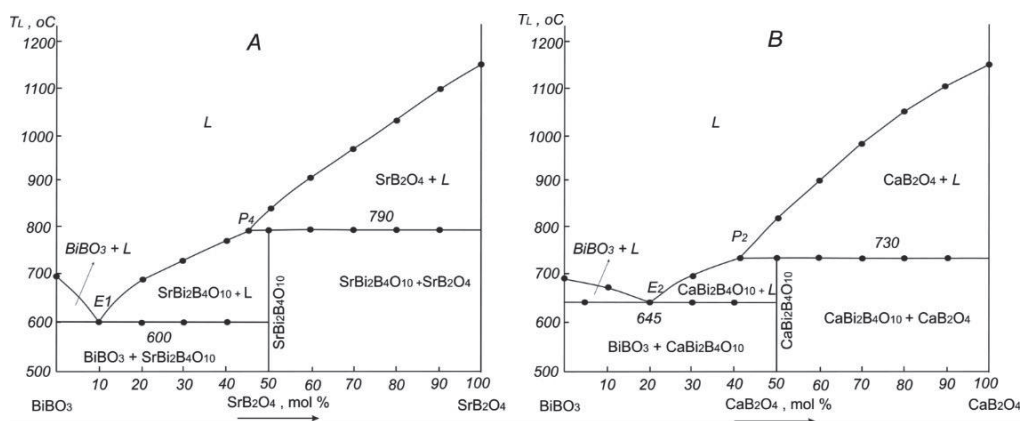
Ուսումնասիրվել են CaO-Bi₂O₃-B₂O₃ և SrO-Bi₂O₃-B₂O₃ եռակոմպոնենտ համակարգերի ապակեգոյացման տիրույթները և համակարգերում առկա կեղծ բինար համակարգերի վիճակի դիագրամները: BiBO₃-SrB₂O₄ և BiBO₃-CaB₂O₄ կեղծ բինար համակարգերից ընտրվել է էվտեկտիկ բաղադրությունների հիմքով 90BiBO₃·10SrB₂O₄ - 80BiBO₃·20 CaB₂O₄ բազմակոմպոնենտ համակարգը, ուսումնասիրվել են այդ համակարգի ապակիների ջերմագրերը, ԳԸՋԳ-ի (գծային ընդարձակման ջերմաստիճանային գործակից) փոփոխման տիրույթները, հոսունության կորերը: Արդյունքում՝ մշակվել է դյուրահալ բաղադրություն բավարար հոսունությամբ և ԳԸՋԳ-ի արժեքներով՝ զոդանյութեր ստանալու համար:

Առանցքային բառեր. ապակեգոյացում, կեղծ բինար համակարգ, դյուրահալ ապակի:

Ներածություն: Պրակտիկ կիրառման համար անհրաժեշտ հատկություններով օժտված նոր ֆունկցիոնալ նյութերի հետազոտումը ժամանակակից նյութաբանության խնդիրներից է: Բազմաֆունկցիոնալ նյութերի շարքում հատուկ տեղ են զբաղեցնում բիսմութի եռավալենտ օքսիդի հիմքով ապակիներն ու ապակեթյուրեղային նյութերը: Կապարի օքսիդին փոխարինող բիսմութի օքսիդ պարունակող ապակիները առանձնանում են խտության, բեկման ցուցչի, դիէլեկտրիկ թափանցելիության բարձր արժեքներով, թափանցելիության լայն տիրույթով լույսի տեսանելի և ԻԿ տիրույթներում: Այս հատկությունները, ինչպես նաև բիսմութ բորատային մոնոթյուրեղների ոչ գծային օպտիկական բարձր արժեքները հեռանկարային են դարձնում բիսմութի օքսիդ պարունակող ապակիների կիրառումը: Տեխնիկական նյութերի արտադրության մեջ բիսմութային ապակիները մեծ կիրառություն են գտել որպես ջերմաստիճանային և մեխանիկական սենսորներ, օպտիկական և էլեկտրոնային սարքավորումների ծածկույթներ, ինչպես նաև որպես ապակեկերամիկական նյութեր և անդրադարձնող ապակիներ:

Հարկ է նշել, որ Bi₂O₃-M_xO_y բինար համակարգերը շատ մանրամասն են ուսումնասիրված, ի տարբերություն բազմակոմպոնենտ համակարգերի, որոնք նախկինում գրեթե չեն ուսումնասիրվել: Հողալկալիական մետաղների օքսիդներով բիսմութ բորատային համակարգերի ուսումնասիրությունը բազմաթիվ միջազգային հեղինակություն ունեցող հետազոտական խմբերի ուսումնասիրության կենտրոնում է: CaO-Bi₂O₃-B₂O₃ և SrO-Bi₂O₃-B₂O₃ համակարգերի հետազոտումը այդ ուսումնասիրությունների շարունակական աշխատանքների մասն է կազմում [1]:

Ցածրջերմաստիճանային միացությունների առկայության շնորհիվ $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ համակարգը հիմք է հանդիսանում շատ եռակոմպոնենտ համակարգերի համար և ուսումնասիրված է շատ հեղինակների կողմից: Այս համակարգում հայտնի են 6 քյուրեղական միացություններ՝ $\text{Bi}_{24}\text{B}_2\text{O}_{39}$, $\text{Bi}_4\text{B}_2\text{O}_9$, $\text{Bi}_3\text{B}_5\text{O}_{12}$, BiB_3O_6 , $\text{Bi}_2\text{B}_8\text{O}_{15}$ [2], BiBO_3 [3,4,5,6], համապատասխանաբար 735, 675, 722, 708, 715 և 685 °C հալման ջերմաստիճաններով, և 6 էվտեկտիկ բաղադրություններ՝ 622 , 646 , 665 , 698 , 695 և 709 °C հալման ջերմաստիճաններով: Հեղինակները ուսումնասիրել են $\text{CaO-Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ և $\text{SrO-Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ համակարգերի ապակեգոյացման տիրույթները, կառուցել են համակարգերում առկա կեղծ բինար համակարգերի վիճակի դիագրամները, ինչպես նաև ուսումնասիրել են համակարգի եռակի միացությունների հալման վարքագծերը [7]: Այս աշխատանքից մեր ուսումնասիրությունների համար ընտրվել են դյուրահալ ապակիներ պարունակող $\text{BiBO}_3\text{-SrB}_2\text{O}_4$ և $\text{BiBO}_3\text{-CaB}_2\text{O}_4$ կեղծ բինար համակարգերը: Նկ. 1-ում բերված են այս համակարգերի վիճակի դիագրամները:



Նկ. 1. $\text{BiBO}_3\text{-SrB}_2\text{O}_4$ (A) և $\text{BiBO}_3\text{-CaB}_2\text{O}_4$ (B) համակարգերի վիճակի դիագրամները

Խնդրի իրականացման ուղիները: $\text{BiBO}_3\text{-SrB}_2\text{O}_4$ և $\text{BiBO}_3\text{-CaB}_2\text{O}_4$ կեղծ բինար համակարգերից ընտրվել է E_1 և E_2 էվտեկտիկ բաղադրությունների հիմքով $90\text{BiBO}_3\cdot 10\text{SrB}_2\text{O}_4\text{-}80\text{BiBO}_3\cdot 20\text{CaB}_2\text{O}_4$ բազմակոմպոնենտ համակարգը: Եփվել են այդ համակարգի ապակիները, հետազոտվել ԴԹԱ մեթոդով, ուսումնասիրվել են ապակիների ԳԸՋԳ-ի արժեքների փոփոխման տիրույթները: Ելնելով համակարգի բաղադրությունների ԳԸՋԳ-ի արժեքներից, ԴԹԱ և հոսունության կորերից՝ մշակվել է դյուրահալ բաղադրություն՝ զոդանյութեր ստանալու համար:

Փորձի կատարման մեթոդիկան և արդյունքները: Ապակիների բովախառնուրդները պատրաստվել են քիմիապես մաքուր դասի CaO , SrO , Bi_2O_3 , H_3BO_3 հումքանյութերից՝ հաշվի առնելով եփման ընթացքում կոմպոնենտների, հատկապես H_3BO_3 - ի թռչելիությունը: Ապակիները եփվել են քվարցե հալքանոթներում էլեկտրա-

կան տաքացման “Nabertherm HT 04/17” վառարանում: Ապակիների եփման ջերմաստիճանը, բաղադրությունից կախված, փոփոխվել է 900 - 950 °C, 5-10 րոպե եփման տևողությամբ ստացվել են հոմոգեն հալույթներ: Հալույթները դատարկվել են ջրում որպես հատիկանյութ և չորացվել չորանոցում 100 °C ջերմաստիճանում: ԴԹԱ-ի և այլ հետազոտությունների նմուշներ ստանալու համար արդեն չորացված ապակիները մանրացվել են ագաթե սանդուղ և անցկացվել կապրոնե մաղով:

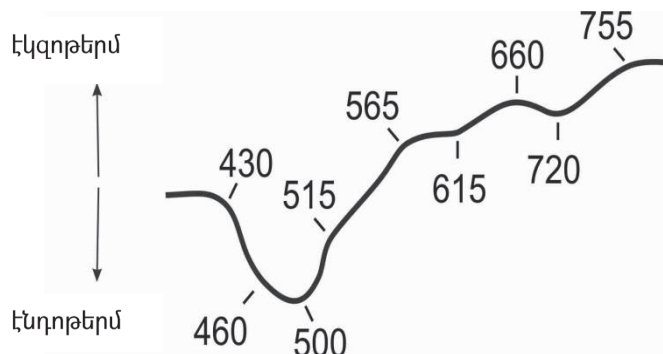
Ապակիների ԴԹԱ-ի չափումները կատարվել են “Q-1500” մակնիշի դերիվատոգրաֆով, 10°C/ր տաքացման արագությամբ, 250 զգայնությամբ:

Ապակիների ԳԸԶԳ-ի չափման նմուշ ստանալու համար հալույթները դատարկվել են 4×4×50 մմ չափերով մետաղական կաղապարներում և թրծաթողվել մոֆելային վառարանում 400 - 450°C ջերմաստիճանում: Ապակիների ԳԸԶԳ-ը, ապակիացման ջերմաստիճանը և դեֆորմացման սկզբի ջերմաստիճանը ($T_{դս}$) որոշվել են “ДКВ-5А” մակնիշի ուղղահայաց քվարցային դիլատոմետրի միջոցով 20-600°C ջերմաստիճանային միջակայքում: Զերմաստիճանը բարձրացվել է 3 °C/րոպե արագությամբ:

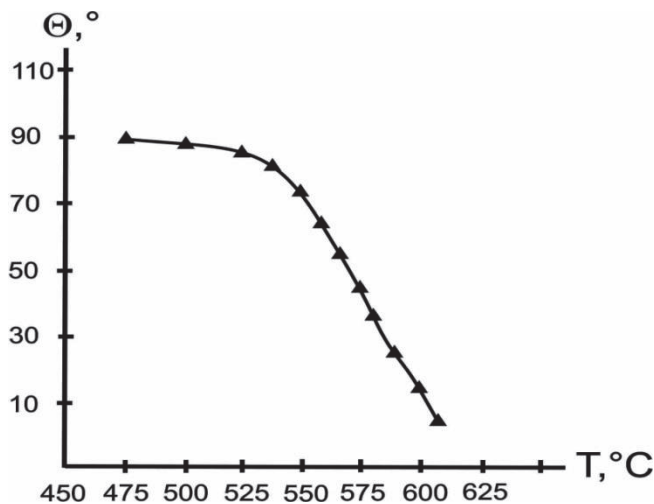
Դյուրահալ ապակիների հոսունության թրջման անկյան (θ) որոշման փորձերը կատարվել են էլեկտրական խողովակաձև վառարանում, որին հարմարեցված են պրոյեկտոր, լուսավորող և լուսանկարող սարքեր: Ապակիները մանրացվել են (70 մկ հատիկային կազմով), մամլվել 8 մմ տրամագծով հաբերի տեսքով և տարբեր տակդիրներով տեղադրվել վառարանի խողովակաձև խցիկում ու ենթարկվել ջերմամշակման: Դինամիկ ռեժիմով նկարահանվել են նմուշների պրոյեկցված պատկերները՝ փափկացման սկզբից մինչև առավելագույն թրջման անկյուն: Ստացված նկարներից հաշվարկային մեթոդով որոշվել են թրջման անկյունները:

$90\text{BiBO}_3 \cdot 10\text{SrB}_2\text{O}_4 - 80\text{BiBO}_3 \cdot 20 \text{CaB}_2\text{O}_4$ համակարգի ապակիների դիֆերենցիալ թերմիկ անալիզի կորերի վրա (նկ. 2) էկզոթերմիկ էֆեկտների բացակայությունը 500 - 560 °C ջերմաստիճանային միջակայքում վկայում է դյուրահալ ապակիների բյուրեղացման բացակայության մասին:

Համադրելով փորձնական հետազոտությունների արդյունքները՝ մշակվել է դյուրահալ ապակու բաղադրությունը, որի թրջման անկյան ջերմաստիճանից կախվածության կորը ներկայացված է նկ. 3-ում:



Նկ. 2. Դյուրահալ ապակու ԴԺԱ ջերմագիրը



Նկ. 3. Դյուրահալ ապակու թրջման անկյան փոփոխությունը՝ կախված ջերմաստիճանից

Դյուրահալ ապակու թրջման անկյան ցածր արժեքները 550- 560 °C ջերմաստիճանային միջակայքում վկայում են նրա բարձր թրջելիության մասին տակդիրի նկատմամբ: Չափումների արդյունքում $90\text{BiBO}_3 \cdot 10\text{SrB}_2\text{O}_4 - 80\text{BiBO}_3 \cdot 20\text{CaB}_2\text{O}_4$ համակարգի ապակիների համար ստացվել են ԳԸՋԳ –ի $85 - 95 \cdot 10^{-7} \text{ Կ}^{-1}$ արժեքներ:

Եզրակացություն: Հետազոտությունների արդյունքում մշակվել է $87 \cdot 10^{-7} \text{ Կ}^{-1}$ ԳԸՋԳ ունեցող դյուրահալ ապակու բաղադրությունը, որը 550 - 560°C ջերմաստիճանային միջակայքում ունի բավարար հոսունություն, ինչը թույլ կտա հետագայում համապատասխան լցանյութերի հավելմամբ ստանալ զոդանյութեր՝ թերթային ապակու և այլումաօքսիդային կերամիկայի հերմետիկ զոդման համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Becker P. & Bohaty L.** // Phys. Chem. Glasses. -2003. -44. -P.91.
2. **Levin E. M. & McDaniel C.L.** // J. Am. Ceram. Soc. -1962. – 45. -P.355.
3. **Pottier M. J.** //Bull. Soc. Chim. Belg. - 1974.- 83. -P.235.
4. **Becker P. & Froehlich R. Z.** //Naturforsch. B. -2004.-59. -P.256.
5. **Zargarova M. I. & Kasumova M. F.** //Zh. Neorg. Mater. -1990. -26.-P.1678.
6. **Hovhannisyan M.R., Hovhannisyan R.M., Grigoryan B.V., Alexanyan H.A., Knyazyan N.B.** Glass Technol./Eur. J. Glass Sci. Technol. A.- 2009.- 50(6).-P.323.
7. **Barseghyan A.H., Hovhannisyan R.M., Petrosyan B.V., Alexanyan H.A., Toroyan V.P.**//Phys. Chem Glasses: Eur. J. Glass Sci. Technol. B. – October, 2013.- 54(5). –P.199.

Ա.Գ. ԽԱՇԱՏՐՅԱՆ, Ր.Ա. ԱՎԵՏՅԱՆ, Ա.Գ. ԲԱՐՏԵԳՅԱՆ, Ր.Մ. ՕԳԱՆԵՏՅԱՆ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕГКОПЛАВКИХ СТЕКОЛ В СИСТЕМАХ BiBO₃ - SrB₂O₄ И BiBO₃ - CaB₂O₄

Исследованы области стеклообразования и диаграммы состояния псевдобинарных систем в системах CaO-Bi₂O₃-B₂O₃ и SrO-Bi₂O₃-B₂O₃. На основе эвтектических составов этих систем разработана система 90BiBO₃·10SrB₂O₄ - 80BiBO₃·20 CaB₂O₄. Методом ДТА (дифференциально-термический анализ) исследованы термограммы стекол, интервал изменения ТКЛР (температурный коэффициент линейного расширения), кривые смачивания легкоплавких составов этой системы. В результате разработано легкоплавкое стекло с определенным значением ТКЛР для дальнейшей разработки припоев.

Ключевые слова: стеклообразование, псевдобинарная система, легкоплавкое стекло.

**A.H. KHACHATRYAN, A.H. BARSEGHYAN, R.A. AVETYAN,
R.M. HOVHANNISYAN**

INVESTIGATING THE LOW-MELTING GLASSES IN THE SYSTEMS BiBO₃ - SrB₂O₄ AND BiBO₃ - CaB₂O₄

The glass formation areas and constitution diagrams of pseudo-binary systems are studied in the ternary systems CaO-Bi₂O₃-B₂O₃ and SrO-Bi₂O₃-B₂O₃. On the basis of eutectic composition of these systems, the system 90BiBO₃ · 10SrB₂O₄ - 80BiBO₃ · 20 CaB₂O₄ has been developed. DTA of glasses, the change interval of TCLE and the wetting angle curves of fusible glasses have been revealed in the developed system. As a result, low-melting glass composition with a particular value of TCLE for the further development of solders has been developed.

Keywords: glass formation, pseudo-binary system, low-glass.