

СТЕКЛООБРАЗОВАНИЕ, МАГНИТНЫЕ И НЕКОТОРЫЕ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕКОЛ В СИСТЕМЕ
 $\text{NaF-Fe}_2\text{O}_3\text{-LiPO}_3$

А. А. ЗАНГИНЯН

Институт общей и неорганической химии им. М.Г. Манвеляна НАН Республики Армения
Армения, Ереван, 0051, ул. Аргутяна, II пер., 10
E-mail: ashotzz@mail.ru

Железосодержащие стекла интересны своими магнитными и магнитооптическими свойствами. Особое значение они приобретают в связи с развитием в последнее время современной области электроники – спинтроники (магнитоэлектроники). Элементарная система спинтроники представляет собой тонкие магнитные слои, разделенные проводниковым слоем [1].

Стеклообразующая система $\text{NaF-Fe}_2\text{O}_3\text{-LiPO}_3$ может стать перспективной базой для разработки материалов новых направлений электроники.

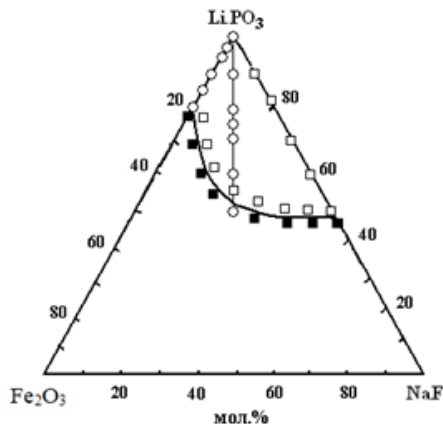


Рис. 1. Область стеклообразования в системе $\text{NaF-Fe}_2\text{O}_3\text{-LiPO}_3$.

Стеклообразование определялось на образцах, полученных путем резкой закалки расплава в количестве 10-15 г на холодной металлической плите. Стекла для этой цели варились в стеклоглеродных тиглях марки "СУ-2000" в атмосфере воздуха при температуре 1200°C.

Синтез стекол для изучения физико-химических свойств производился в тех же условиях. Количество стекла составило 30-50 г, из него отливались образцы и отжигались в муфельной печи при температурах 300-350°C в зависимости от состава.

На рис. 1 представлена область стеклообразования в системе NaF-Fe₂O₃-LiPO₃. Белыми кружочками и квадратиками обозначены составы, расплавы которых остывают в виде стекла. Соответственно черными квадратиками – закристаллизованные образцы. Белыми кружками отмечены изученные составы стекол. Состав, который находится на разрезе Fe₂O₃/NaF= 1/1 за пределами области стеклообразования, отмеченный белым кружком, на самом деле кристаллический, но его свойства были интересными, поэтому были измерены и его параметры. На рис. 2 представлены изменения магнитной проницаемости стекол системы Fe₂O₃-LiPO₃ и NaF-Fe₂O₃-LiPO₃ по разрезу Fe₂O₃/NaF = 1/1 от состава, определенного по методу магнитных весов Фарадея. В качестве эталонного образца служил феррит 2000НМ. Как видно из рисунка, в обеих системах с введением Fe₂O₃ стекла проявляют слабые магнитные свойства. Это свидетельствует о том, что в структуре ближнего порядка стекол имеются слабые обменные взаимодействия. Максимальной магнитной проницаемостью, порядка 25 единиц, обладает стекло системы NaF-Fe₂O₃-LiPO₃ по разрезу Fe₂O₃/NaF= 1/1= 40 мол%. Магнитная проницаемость следующего состава этого разреза, расплав которого при заливке кристаллизуется, резко увеличивается, достигая до значения 196 единиц.

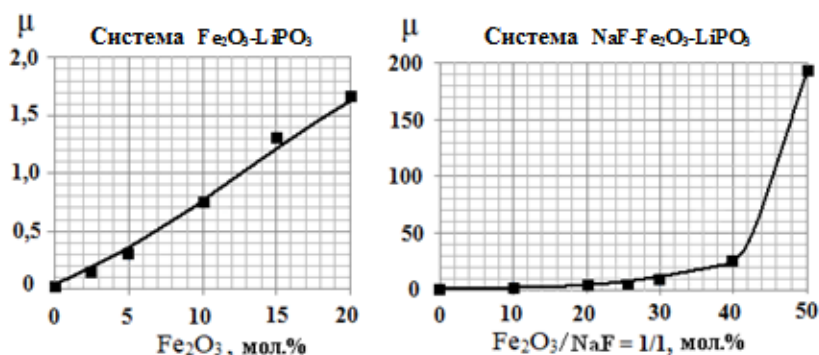


Рис. 2. Магнитная проницаемость стекол системы NaF-Fe₂O₃-LiPO₃.

Для выяснения причин ферромагнетизма у данных стекол провели дериватографические и рентгенофазовые исследования. Они показали, что после кристаллизации в рентгенограммах образцов, наряду с кристаллами LiPO₃, LiFePO₄, присутствуют кристаллы литиевого феррошпинеля – LiFe₅O₈ и магнетита – Fe₃O₄.

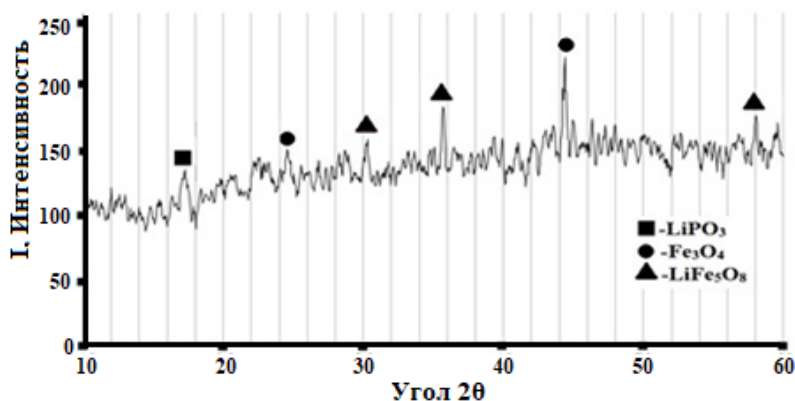


Рис. 3. Рентгенофазовый анализ закристаллизованного образца стекла LiPO_3 -70.0 мол.%; NaF -15.0 мол.%; Fe_2O_3 -15.0 мол.%.

Таким образом, можно констатировать, что исследованные стекла могут служить основой для разработки материалов с магнитооптическими (стекла с малым содержанием Fe_2O_3 и окислами редкоземельных элементов) и магнитными свойствами для магнитных систем электронных схем.

Поскольку материалы в электронике наиболее часто используются в виде пленок на различных подложках, важное значение приобретают и такие свойства стекол, как термический коэффициент линейного расширения (ТКЛР), плотность, химическая устойчивость.

На рис. 4 и 5 представлены изменения ТКЛР и температуры начала деформации стекол ($t_{\text{нд}}$) в зависимости от состава. Как видно, ТКЛР стекол в системе Fe_2O_3 - LiPO_3 почти линейно уменьшается, а $t_{\text{нд}}$ увеличивается. Это связано с тем, что более легкоплавкий компонент – LiPO_3 (температура плавления порядка 650°C), заменяется более тугоплавким компонентом – Fe_2O_3 (температура плавления 1560°C). У стекол по разрезу $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{NaF} = 1/1$ ТКЛР и $t_{\text{нд}}$ меняются несколько иначе. До 30 мол.% совместного присутствия $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NaF}$ они почти не меняются.

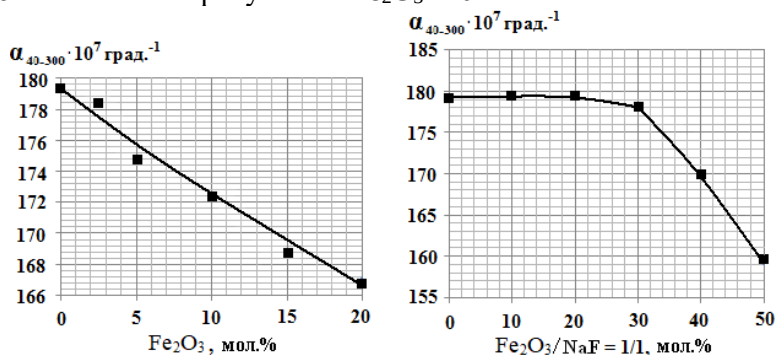


Рис. 4. Изменение ТКЛР стекол системы NaF - Fe_2O_3 - LiPO_3 .

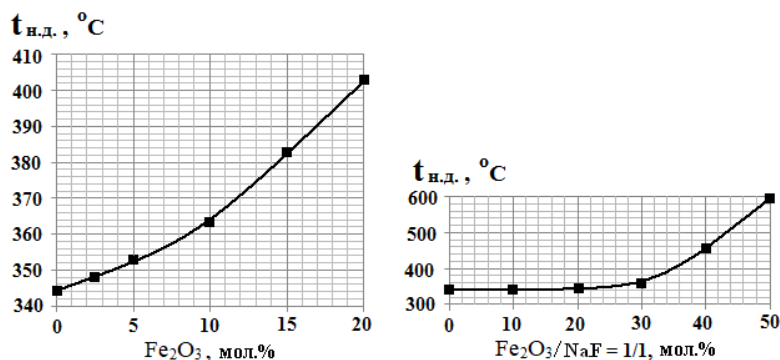


Рис. 5. Изменение $t_{гд}$ стекол системы NaF- Fe_2O_3 -LiPO₃.

Видимо, в этой области составов полимеризующие свойства Fe_2O_3 сбалансируются деполимеризующими воздействиями NaF. Далее резко снижается значение ТКЛР и повышается $t_{гд}$, значительным становится влияние Fe_2O_3 .

На рис. 6 представлены результаты изменения плотности, которая линейно увеличивается с введением Fe_2O_3 и Fe_2O_3+NaF . Расчет молекулярного объема (которая линейно уменьшается) показывает, что увеличение плотности связано не только с парциальным вкладом вводимых компонентов, но и более плотной упаковкой структурных элементов.

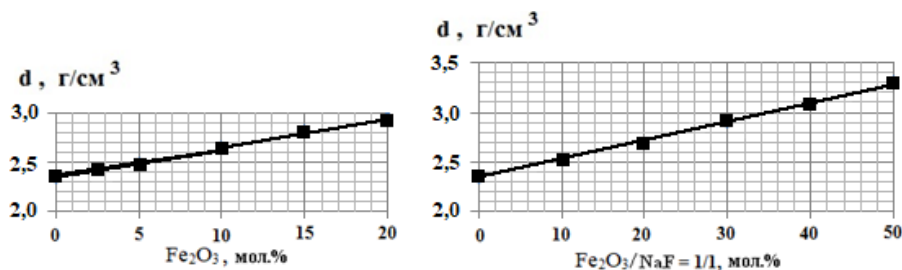


Рис. 6. Изменение плотности стекол системы NaF- Fe_2O_3 -LiPO₃ в зависимости от состава.

Об уплотнении структуры стекол при введении в литийметафосфатную основу железосодержащих компонентов свидетельствует и резкое увеличение химической устойчивости, которую определяли путем расчета потерь веса образцов после кипячения монолитных кусков стекол в дистиллированной воде. Изменения химической устойчивости приведены на рис. 7.

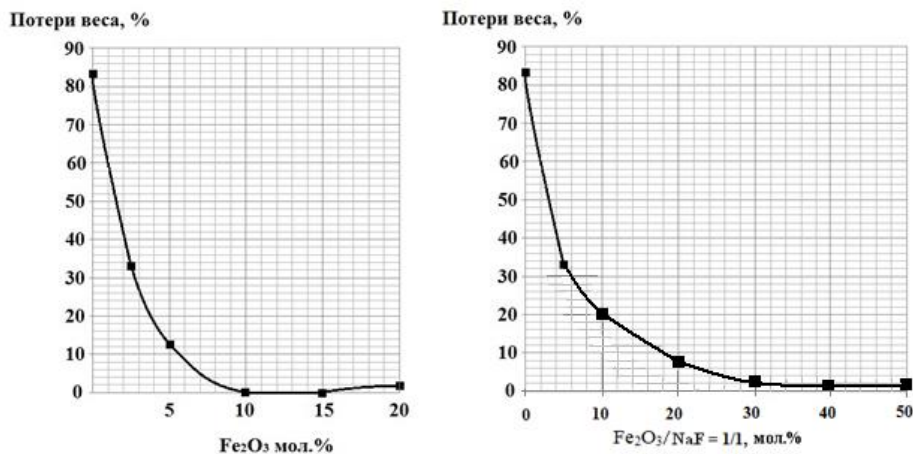


Рис. 7. Химическая устойчивость стекол системы NaF-Fe₂O₃-LiPO₃

Таким образом, стекла исследованной системы могут служить перспективной основой для разработки практических составов стекол и стеклокомпозиций с ферромагнитными свойствами для электроники.

ԱՊԱԿԵԳՈՅԱՑՈՒՄԸ, ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԵՎ ՈՐՈՇ ՖԵՐՄԻԿԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՆԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ NaF-Fe₂O₃-LiPO₃ ՆԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ

Ա. Ա. ԶԱՆԳԻՆՅԱՆ

Ժամանակակից տեխնոլոգիաների զարգացումը սերտորեն կապված է նոր նյութերի սինթեզի և առկա նյութերի կատարելագործման հետ: Նոր սարքերի ստեղծումն անհնար է պատկերացնել առանց յուրահատուկ հատկություններով նյութերի սինթեզի: Այս տեսանկյունից ապակիներն անփոխարինելի են այն հանգամանքով, որ հնարավոր է լայնորեն փոփոխել քիմիական կազմը, հետևաբար նաև հատկությունները:

Սիլիկատային և բորսիլիկատային ապակիներից բացի մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում ալկալիական ֆտորոֆոսֆատային հիմքով ապակիները: Այս ապակիներ լայն կիրառություն են գտել գիտության տարբեր ճյուղերում, ինչպիսիք են օպտիկան, էլեկտրոնիկան, լազերային տեխնիկան և այլն:

Երկաթ պարունակող ապակիները հետաքրքիր են իրենց մագնիսական և մագնիսաօպտիկական հատկությունների շնորհիվ: Այսպիսի ապակիները օգտագործում են գտել սպինտրոնիկայում (մագնիսաէլեկտրոնիկա):

Հոգվածում բերված են NaF-Fe₂O₃-LiPO₃ համակարգի ապակեդոյացման և մագնիսական թափանցելիության տվյալները: Ապակիներն ունեն թույլ մագնիսական հատկություններ: Ֆերրոմագնիստիզմը կապված է ապակու կառուցվածքում փոխանակման փոխազդեցությունների հետ: LiPO₃-ից և LiFePO₄-ից բացի բյուրեղացման հետևանքով առաջանում են լիթիումի ֆերոչալինիլի բյուրեղներ – LiFe₅O₈, և մագնիտիտ – Fe₃O₄: Հոգվածում նկարագրվում է նաև գծային ընդարձակման ջերմաստիճանային գործակիցը, դեֆորմացման ջերմաստիճանի, խտության և քիմիական կալուսությունից գործակիցները: Հետազոտության տվյալները ցույց են տալիս, որ ապակու կառուցվածքը դառնում է ավելի խիտ, քանի որ երկաթ պարունակող բաղադրիչի քանակը մեծանում է:

GLASS FORMATION, MAGNETIC AND SOME PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF GLASSES IN NaF-Fe₂O₃-LiPO₃ SYSTEM

A. A. ZANGINYAN

M.G. Manvelyan Institute of General and Inorganic Chemistry NAS RA
Bld.10, Lane 2 Argutyan Str., Yerevan, 0051, Armenia
E-mail: ashotzz@mail.ru

The development of modern technology is closely connected with the synthesis of new, and the improvement of existing materials. Creating new devices is impossible to imagine without materials with unique properties. In this sense, glasses are indispensable due to the fact that it is possible to vary the chemical composition in a very wide range, as well as in view of the very interesting features of the vitreous state.

Along with traditional silicate, borosilicate and other glasses, alkaline fluorophosphate glasses are of great interest. These types of glasses are widely used in various branches of science and technology, such as optics, electronics, laser technologies (creation of materials with high radiation resistance), dosimetric instruments, solid electrolytes, etc.

Iron-containing glasses are interesting for their magnetic and magneto-optical properties. They acquire particular importance in connection with the recent development of the modern field of electronics – spintronics (magnetoelectronics). The elementary system of spintronics is represented by thin magnetic layers separated by a conductive layer.

The article describes glass formation and magnetic permeability data of NaF-Fe₂O₃-LiPO₃ system. Glasses have weak magnetic properties. Ferromagnetism is related with exchange interactions in the short-range order of the glass structure. Along with LiPO₃ and LiFePO₄, crystals of lithium ferrosphenel – LiFe₅O₈ and magnetite – Fe₃O₄ are formed in the crystallization products. The article also describes coefficient of thermal expansion, **deformation temperature**, density and chemical resistance. Research data indicates that glass structure is becoming denser as the amount of iron-containing component increases.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Огнев А.В., Самардак А.С.* Спинтроника: физические принципы, устройства, перспективы. Вестник ДВО РАН, 2006, №4, с. 70.