

М.-Л., 1965, с. 224-226. 8. Колебательные спектры и строение стеклообразующих окислов в кристаллическом и стеклообразном состояниях. Е.П.Маркин, В.В.Обухов - Денисов, Т.А.Сидоров и др. - Тр. 3-го Всесоюз. совещ. М.,-Л., 1960, с. 207-213. 9. Adli M. Bishay. Vismuth lead borate glass dosimeter for highlevel gamma measurements. Physics and Chem. Glass, 1961, 2, N 2, p. 33-38. 10. Janakirama B.V. Ra O. Dielectric Properties of Classes in the Systems  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-CdO-SiO}_2$ ;  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-CdO-B}_2\text{O}_3$  and  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-CdO-GeO}_2$  and Ytheir Re - lation to the Structure of Glasses.- Journ. Amer. Ceram. Soc., 1962, 45, N 11, p. 555-563.

УДК 666.117.3

Н.Н.Ермоленко, А.М.Науменко, Е.Ф.Карпович  
 СТЕКЛООБРАЗОВАНИЕ И КРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫЕ  
 СВОЙСТВА СТЕКОЛ СИСТЕМЫ  
 $\text{MgO-SrO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$

Развитие различных отраслей народного хозяйства, в том числе химической и авиационной промышленности, выдвигает перед исследователями задачи синтеза новых стеклообразных высокотемпературных материалов, работающих при повышенной температуре.

Определенный интерес с этой точки зрения представляет система  $\text{MgO-SrO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , в которой в результате систематического исследования зависимостей свойств от состава [1] разработаны химически устойчивые стекла [2] с коэффициентом теплового расширения  $(20-27) \cdot 10^{-7} \text{ гр}^{-1}$  и температурой начала размягчения  $870-890^\circ\text{C}$ . Ранее эта система не изучалась. Известны лишь отдельные исследования частных четырехкомпонентных систем:  $\text{MgO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  [3-6,14],  $\text{SrO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  [5] и  $\text{MgO-SrO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  [7].

Настоящая работа посвящена изучению стеклообразования и кристаллизационных свойств стекол системы  $\text{MgO-SrO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  в области составов, характеризующихся следующим содержанием окислов: 65-75  $\text{SiO}_2$ ; 2,5-7,5  $\text{B}_2\text{O}_3$ ; 2,5-30  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 2,5-30  $\text{MgO}$  и от 0 до 5 мол.%  $\text{SrO}$  (рис.1).

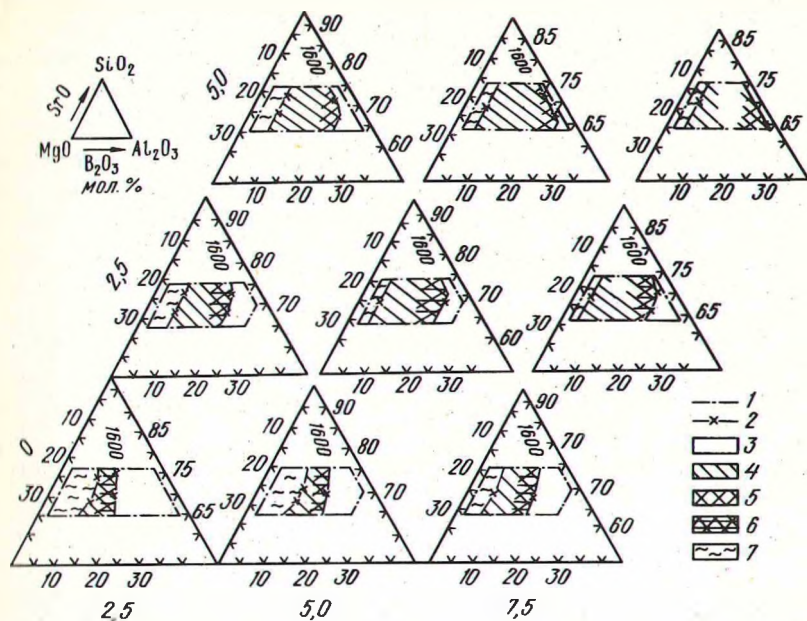


Рис. 1. Стеклообразование и кристаллизационная способность стекол системы  $\text{MgO-SrO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ :

1 — граница области изученных стекол; 2 — изотерма стеклообразования  $1600^\circ\text{C}$ ; 3 — стекла, не кристаллизующиеся в интервале температуры  $600\text{--}1400^\circ\text{C}$ ; 4 — стекла, кристаллизующиеся с образованием кристаллической пленки; 5 — кристаллическая корка; 6 — объемная кристаллизация с оплавлением образцов; 7 — стекла опаловые после выработки.

При оценке области стеклообразования в данной системе принимались во внимание составы, которые в результате варки при температуре  $1600^\circ\text{C}$  образовали однородные прозрачные стекла, устойчивые к кристаллизации при естественном охлаждении на воздухе.

В качестве сырьевых материалов при синтезе новых стекол применялись кварцевый песок Лоевского месторождения и чистые реактивы "ч.д.а.". Варка стекол велась в корундизовых тиглях емкостью 0,05 и 0,1 л в газовой пламенной печи при максимальной температуре  $1600^\circ\text{C}$  в течение 4 ч. При выработке экспериментальных образцов стекломасса отливалась на холодную стальную плиту. Кристаллизационная способность стекол исследовалась градиентным методом в интервале  $600\text{--}1400^\circ\text{C}$  при выдержке 2 ч.

На диаграмму системы (см. рис. 1) нанесена изотерма стеклообразования  $1600^{\circ}\text{C}$ . Как видно из рисунка, в изученной части системы имеется обширная область составов, которые при охлаждении дают прозрачные стекла, а также область опаловых стекол, характеризующихся содержанием окиси алюминия, равным 2,5–7,5 мол.%. Образование опаловых стекол можно объяснить наличием у этих стекол ликвационных явлений, поскольку фигуративные точки их составов располагаются вблизи поля ликвации на диаграмме состояния тройной системы  $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  [8].

Увеличение концентрации окиси бора от 2,5 до 7,5 мол. % существенно не влияет на общее стеклообразование исследуемых стекол. Однако увеличение ее количества сказывается на некотором расширении области прозрачных стекол за счет уменьшения области опаловых стекол, что согласуется с литературными данными [9, 10].

Повышение содержания окиси стронция в изученной части системы приводит к увеличению области стеклообразования во всех частных сечениях как за счет уменьшения области опаловых стекол, так и в сторону с более высоким содержанием окиси алюминия. Способность окиси стронция расширять область стеклообразования наблюдали и другие исследователи [11–13] при изучении ряда стеклообразных систем.

Исследуемые стекла в зависимости от их химического состава кристаллизуются по-разному (см. рис. 1). Опытные стекла без окиси стронция, а также содержащие небольшое его количество (2,5 мол.%) образуют два типа кристаллизующихся стекол: с кристаллической пленкой и объемно кристаллизующихся с оплавлением образцов.

Повышение содержания окиси стронция до 5 мол.% приводит к значительному снижению кристаллизационной способности опытных стекол. В сечениях с 5 мол.% окиси стронция получают стекла, кристаллизующиеся с образованием кристаллической корки и пленки, а в сечении с 5 мол.%  $\text{SrO}$  и 7,5 мол. %  $\text{V}_2\text{O}_5$  найдена область устойчивых против кристаллизации стекол, которые могут стать основой разработки промышленных составов.

#### Л и т е р а т у р а

1. Ермоленко Н.Н., Науменко А.М., Карпович Е.Ф. Исследование некоторых свойств стекол алюмоборосиликатной системы. – В сб.: Стекло, ситаллы и силикаты. Минск, 1979,

вып. 8. 2. Термостойкое стекло/ Н.Н. Ермоленко, Е.Ф. Карпович, Л.Г. Ясинский и др. А.с. (СССР), 590274-Бюл. изобрет., 1978, № 4. 3. Черняк М. Г. Опыт получения и свойства бесщелочных стекол. - Керамика и стекло. 1938, № 12, с. 30-34. 4. Диаграммы стеклообразных систем/ М.А. Безбородов, Н.М. Бобкова, С.М. Бреховских и др. Минск, 1959, с. 261-268. 5. Китайгородский И.И., Бобкова Н.М., Немкович И.К. Электрические свойства алюмоборосиликатных стекол. - Стекло и керамика, 1964, № 6, с. 5-8. 6. Ермоленко Н.Н. Стеклообразование и некоторые свойства стекол в системе  $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ . - В сб.: Стекло, ситаллы и силикаты. Минск, 1977, вып. 6, с. 7-11. 7. Стекла в системе  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-SrO}$ . / М.А. Матвеев, Э.Э. Мазо, Ф.Т. Жос, А.И. Бразговская. - В сб.: Стеклообразные системы и новые стекла на их основе. М., 1971, с. 132-137. 8. Бебянкин Д.С., Лапин В.В., Торопов Н.А. Физико-химические системы силикатной технологии. - М., 1954, с. 168. 9. Аппен А.А. Химия стекла. - Л., 1970. 10. Ермоленко Н.Н., Шамкалович В.И., Дятлова Е.М. Исследование стеклообразования и свойств стекол системы  $\text{TiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-CaO-SrO-PbO}$ . В сб.: Стекло, ситаллы и силикатные материалы. Минск, 1976, вып. 5, с. 33-40. 11. Применение редких металлов в производстве керамики и стекла/ М.А. Безбородов, Э.Э. Мазо, В.М. Орлова и др. - М., 1968. 12. Кашпар Н.А., Новикова Б.З. Синтез и изучение свойств стекол для штыревых высоковольтных линейных изоляторов. - В сб.: Стекло, ситаллы и силикатные материалы. Минск, 1975, вып. 4, с. 59-65. 13. Исследование стеклообразования и кристаллизационных свойств некоторых алюмоборосиликатных стекол/ Н.Н. Ермоленко, Е.Ф. Карпович, Л.Г. Ясинский, А.М. Науменко. - В сб.: Стекло, ситаллы и силикаты. Минск, 1977, вып. 6, с. 60-64. 14. Dietzel, Sholze. Untersuchungen in system  $\text{B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ . - Glastechn. Ber., 1955, 28, N 2, 47-51.