

Е.В. Христич, Г.Н. Шабанова, С.М. Логвинков¹

(Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина),

¹(Харьковский национальный экономический университет

г. Харьков, Украина)

Расчетная оценка температур службы сегнетокерамических барийстронциевых титанатов

Введение

Сегнетоэлектрические материалы на основе соединений системы $\text{BaO} - \text{SrO} - \text{TiO}_2$ разрабатываются с учетом воздействия высокой электромагнитной нагрузки и нагрева, что вызвало необходимость проведения оценки максимальных температур службы составов выбранного сечения.

Из анализа литературных данных и проведенных ранее расчетов установлено, что соединения изучаемой трехкомпонентной системы $\text{BaO} - \text{SrO} - \text{TiO}_2$, а именно: BaTiO_3 , SrTiO_3 , Sr_2TiO_4 , $\text{Sr}_3\text{Ti}_2\text{O}_7$, BaTi_2O_5 , входящие в тройные сечения $\text{Sr}_3\text{Ti}_2\text{O}_7 - \text{BaTiO}_3 - \text{SrTiO}_3$ и $\text{SrTiO}_3 - \text{BaTiO}_3 - \text{BaTi}_2\text{O}_5$, обладают интересующими высокими физико-техническими свойствами [1 - 3]. Данные соединения при синтезе обеспечивают формирование серии твердых растворов титанатов бария и стронция, способных придавать материалу комплекс заданных электрофизических свойств: большую диэлектрическую проницаемость, наличие петли диэлектрического гистерезиса, высокие электрооптические свойства [4]. Такое сочетание свойств отвечает понятию сегнетоэлектрики и может существенно способствовать конкурентоспособности разрабатываемых материалов [5]. В связи с этим, представляется важным изучение выбранной области твердых растворов в системе $\text{BaO} - \text{SrO} - \text{TiO}_2$ для прогнозирования свойств получаемых сегнетокерамических материалов, оптимизации их составов и условий службы, в связи с чем был произведен расчет температур и составов эвтектик перспективных областей.

Экспериментальная часть

Для построения поверхностей ликвидуса бинарных и тройных эвтектических сечений наиболее приемлемым для расчетов выбрано уравнение Эпштейна-Хауленда. Подобные методы расчета широко используются в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов [6]. Исходные данные для расчета представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета температур и составов эвтектик выбранных сечений системы BaO – SrO – TiO₂

Соединение	Количество атомов в соединении	Температура плавления, К	Литературный источник
SrTiO ₃	5	2313	[7]
Sr ₃ Ti ₂ O ₇	11	1853	[8]
BaTiO ₃	5	1883	[8]
BaTi ₂ O ₅	8	1588	[8]

Характеристики эвтектических точек и температур сечений исследуемой системы приведены в табл. 2 и на рис. 1, 2 (приняты сокращения: В – BaO, S – SrO, Т – TiO₂).

Таблица 2

Характеристики некоторых эвтектических точек в системы BaO – SrO – TiO₂

№ п/п	Сечение	Т _{эвт} , К	Состав эвтектики, мол. %		
			X ₁	X ₂	X ₃
1	BaTiO ₃ -Sr ₃ Ti ₂ O ₇	1712	59,6	40,4	-
2	BaTiO ₃ -SrTiO ₃	1793	76,5	23,5	-
3	BaTi ₂ O ₅ -SrTiO ₃	1573	90,5	9,5	-
4	Sr ₃ Ti ₂ O ₇ - BaTiO ₃ – SrTiO ₃	1678	31,7	53,3	15,0
5	SrTiO ₃ - BaTiO ₃ – BaTi ₂ O ₅	1510	7,0	28,5	64,5

Анализируя полученные результаты расчетов можно утверждать, что композиции сечений выбранной области могут применяться при изготовлении сегнетокерамических материалов и изделий из них в условиях нагрева и импульсной электромагнитной нагрузки с температурой службы до 1200 - 1380 °С.

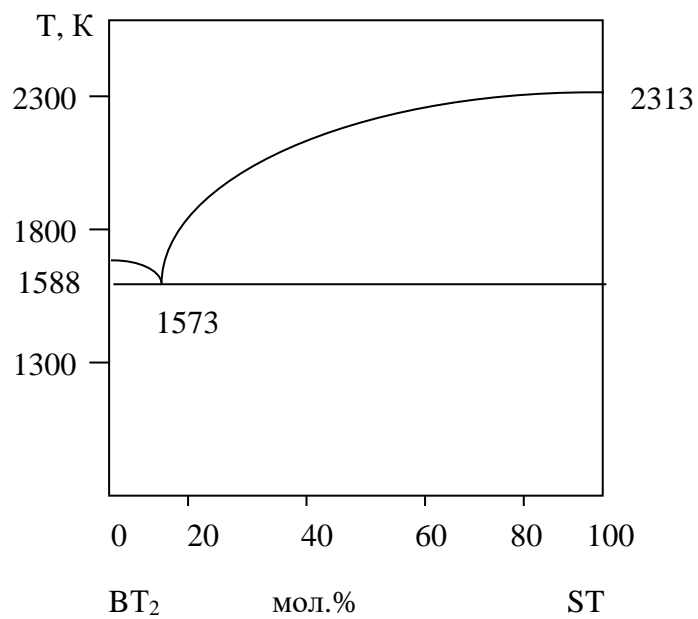
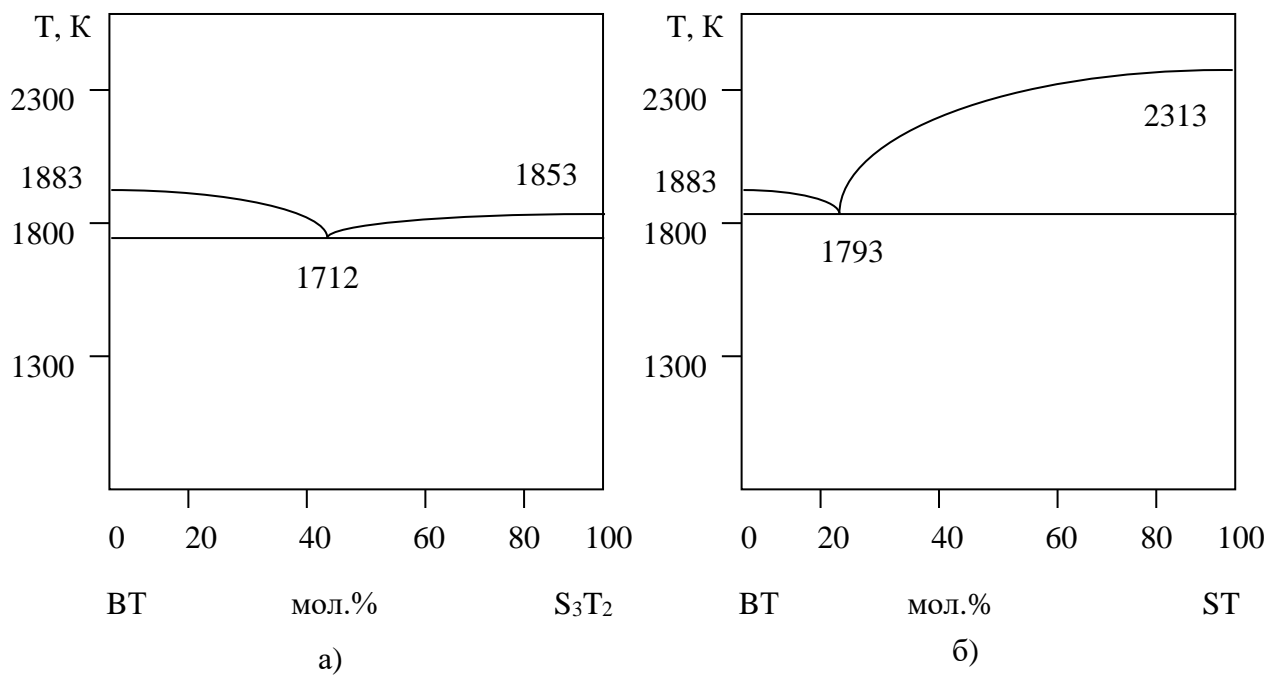
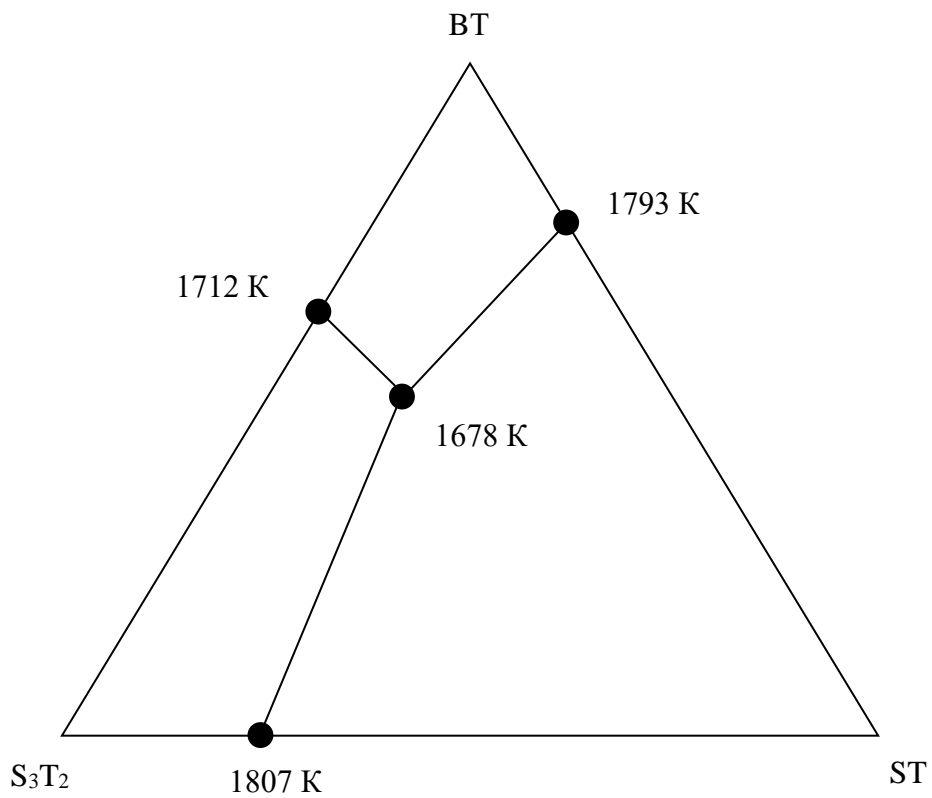
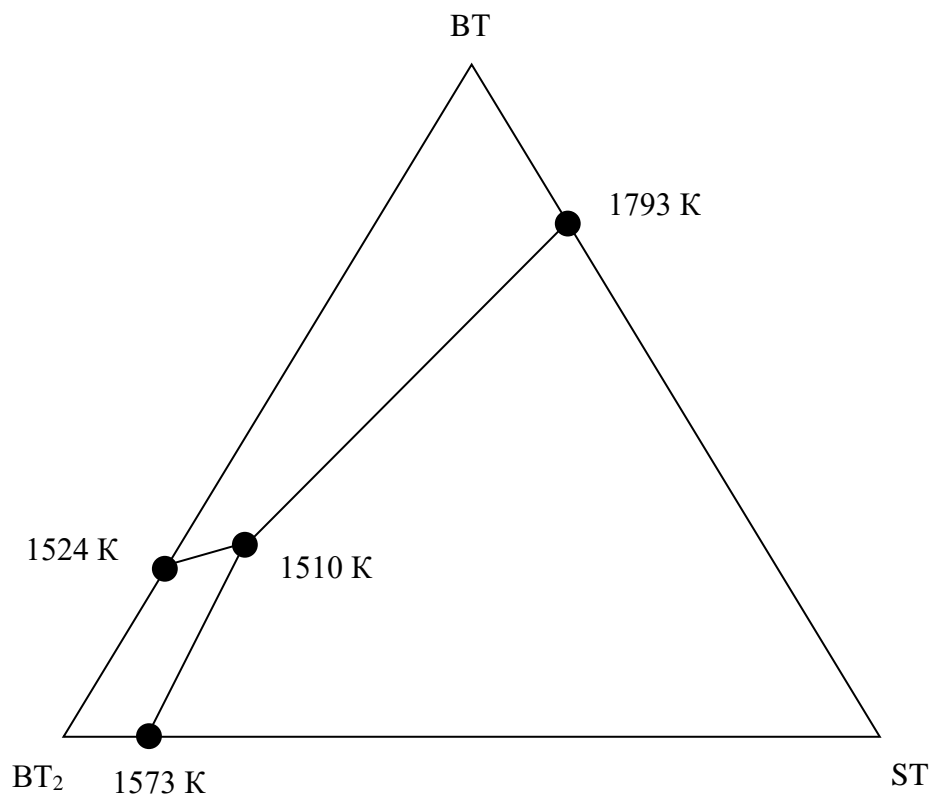


Рис. 1. Кривые лике ^{в)} а для бинарных сечений:
 а) BaTiO₃-Sr₃Ti₂O₇; б) BaTiO₃-SrTiO₃; в) BaTi₂O₅-SrTiO₃



a)



б)

Рис.2. Кривые ликвидуса тройных сечений:

а) Sr₃Ti₂O₇-BaTiO₃-SrTiO₃; б) SrTiO₃-BaTiO₃-BaTi₂O₅

Расчетные сведения имеют важное значение для практики обоснованного выбора температур спекания исследуемых составов композиций.

Заключение

Таким образом, расчеты по составам и температурам эвтектик двух- и трехкомпонентных сечений системы BaO – SrO – TiO₂ позволяют целенаправленно управлять технологическими параметрами при получении на основе соединений изучаемой системы сегнетокерамических материалов, обладающих набором требующихся нелинейных вольтамперных характеристик.

Библиографический список:

1. Синтез сегнетокерамических материалов на основе композиций системы BaO - SrO –TiO₂. / [Шабанова Г.Н., Логвинков С.М., Христин Е.В. и др.] // Вісник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2008. – № 41. – С. 169 - 174.
2. Термодинамический анализ обратимости взаимных твердофазных реакций системы BaO – SrO – TiO₂ / [Шабанова Г.Н., Логвинков С.М., Христин Е.В. и др.] // Вісник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2008. – № 33. – С. 76 – 82.
3. Е.В. Христин Исследование свойств сегнетокерамик Ba_{1-x}Sr_xTiO₃ допированных Zr, Pb и Sn в сильных электрических полях / Е.В. Христин, В.В. Вытришко, О.Л. Резинкин // Вестник НТУ «ХПИ». – 2012. – № 21. – С. 33-42.
4. Исследование влияния допирующих добавок на диэлектрическую проницаемость сегнетокерамических материалов / [Христин Е.В., Логвинков С.М., Шабанова Г.Н., и др.] // Зб. наук. праць ВАТ «УкрНДІВогнетривів ім. А.С. Бережного». - № 110. – Харків: Каравела, 2010. – С. 130 – 136.
5. Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики / [Смоленский Г.А., Боков В.А., Исупов В.А. и др.]. – Л.: «Наука», 1971. – 476 с.
6. Epstein L.F., Howland W.H. Binary mixture of UO₂ on other oxiden // I. Amer. Ceram. Soc.- 1953. – V. 36, № 10. – P. 334 – 335.
7. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. // М.: Стройиздат, 1986. – 408 с.
8. Глушко В.П. Термические константы веществ. // М.: Изд. АН СССР, Вып. IX, 1979. – 574 с.