Склокомпозиційні матеріали для спаювання з широким інтервалом ТКЛР

Науковий керівник:
Носенко О.В.

Найпоширеніші кристалічні наповнювачі для зниження ТКЛР легкоплавких стекол:

Легкоплавке скло №18:

PbO = 55 мол.%;
B_2O_3 = 25 мол.%;
ZnO = 5 мол.%;
SiO_2 = 15 мол.%.
ТКЛР = $117 \cdot 10^{-7}$ град$^{-1}$
ТПР = 290 °С

β-евкриптит
$\alpha = -(60 \div 80) \cdot 10^{-7}$ K^{-1}

+ Зменшує ТКЛР
- Збільшує ТПР, погіршує діелектричні властивості

ZrW_2O_8
$\alpha = -90 \cdot 10^{-7}$ K^{-1}

+ Зменшує ТКЛР, не погіршує діелектричні властивості
- Високотемпературний синтез

Кварцове скло
$\alpha = (5 \div 6) \cdot 10^{-7}$ K^{-1}

+ Зменшує ТКЛР,
- Збільшує ТПР, погіршує композиційні вастивості (змочування поверхні, вакуумщільність тощо)

$BaO \cdot Al_2O_3 \cdot B_2O_3$
$\alpha = -12 \cdot 10^{-7}$ K^{-1}

+ Зменшує ТКЛР, не збільшує ТПР та діелектричні властивості
- Важкий синтез

$PbTiO_3$
$\alpha = -199 \cdot 10^{-7}$ K^{-1}

+ Зменшує ТКЛР, не погіршу ТПР та діелектричні властивості
- Негативне значення ТКЛР тільки до 493°С,

Мета дослідницької роботи

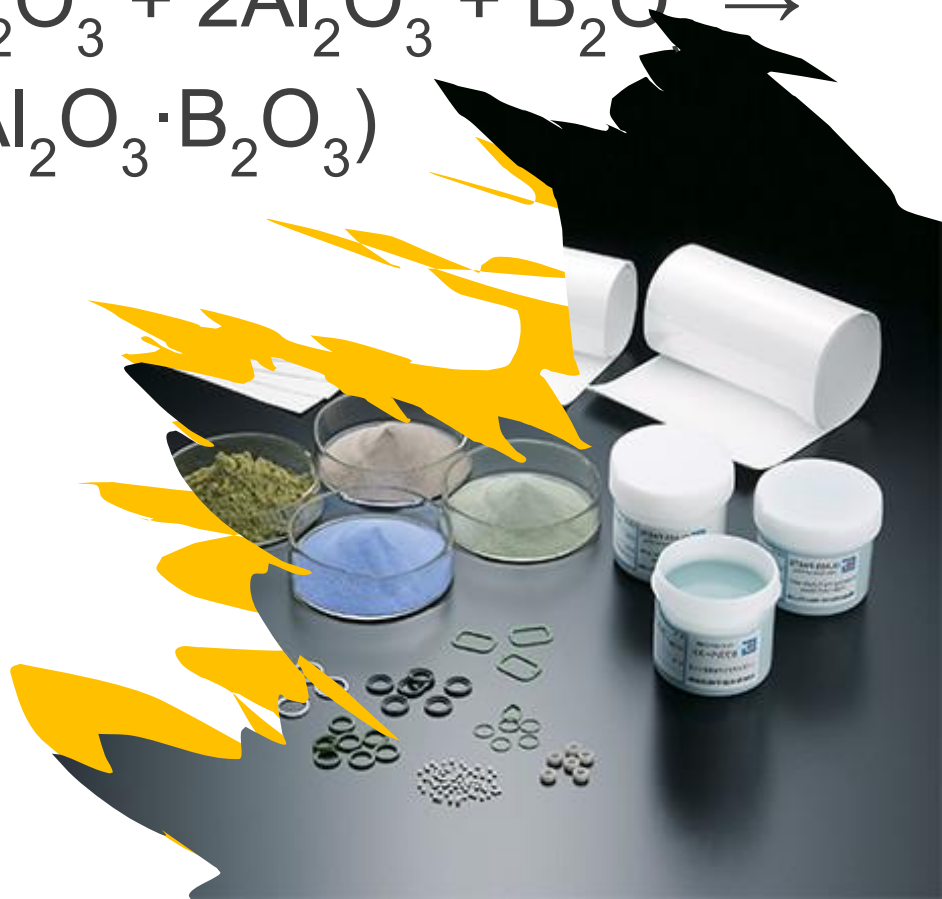
1. Розробка і дослідження скломокомпозиційних матеріалів на основі легкоплавких стекол
2. Зниження ТКЛР легкоплавких стекол
3. Отримання безлужних кристалічними наповнювачами кристалічних наповнювачів з низьким ТКЛР

Реакції синтезу $BaO \cdot Al_2O_3 \cdot B_2O_3$

1. $BaO + \alpha\text{-}Al_2O_3 + B_2O_3 \rightarrow BaO \cdot Al_2O_3 \cdot B_2O_3$
2. $BaO \cdot B_2O_3 + \alpha\text{-}Al_2O_3 \rightarrow BaO \cdot Al_2O_3 \cdot B_2O_3$
3. $2BaO \cdot B_2O_3 + 2Al_2O_3 \cdot B_2O_3 \rightarrow 2(BaO \cdot Al_2O_3 \cdot B_2O_3)$
4. $2BaO \cdot B_2O_3 + 2Al_2O_3 + B_2O_3 \rightarrow 2(BaO \cdot Al_2O_3 \cdot B_2O_3)$

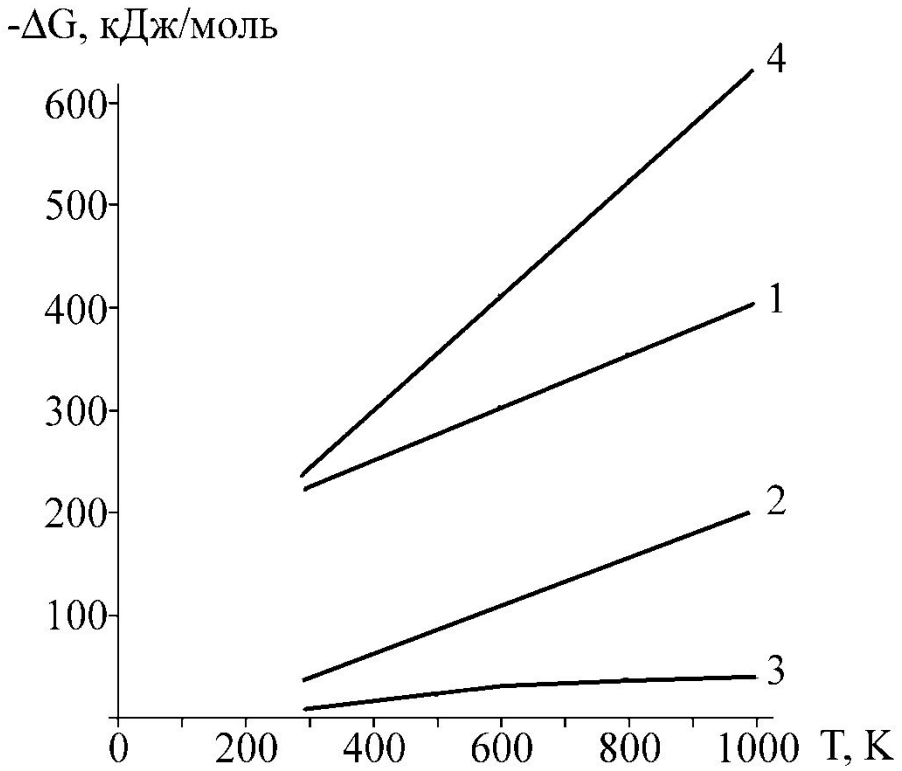
Термодинамічні константи речовин

Речовина	Теплота утвор-ня з елементів, ΔH^o_{298}, кДж/моль	Вільна енергія утворення з елементів, ΔG^o_{298}, кДж/моль	Ентропія, S^o_{298}, Дж/моль·К	Коефіцієнт в рівнняні $C_p = f(T)$, Дж/моль·К		
				a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$
$BaO \cdot B_2O_3$	-1982	-1948	124,354	157,85	28,639	-41,33
$2BaO \cdot B_2O_3$	-2576,5	-2493	280,0	196,76	39,0	-36,58
$2Al_2O_3 \cdot B_2O_3$	-4703	-4657	156,01	270,46	86,23	-59,61
$BaO \cdot Al_2O_3 \cdot B_2O_3$	-3631	-3579	175,34	221,31	9,63	-38,26
$\alpha\text{-}Al_2O_3$	-1670,63	-1577,28	51,0	114.82	12,81	-35,45
B_2O_3	-1280	-1265	54,01	36,553	106,35	-5,485

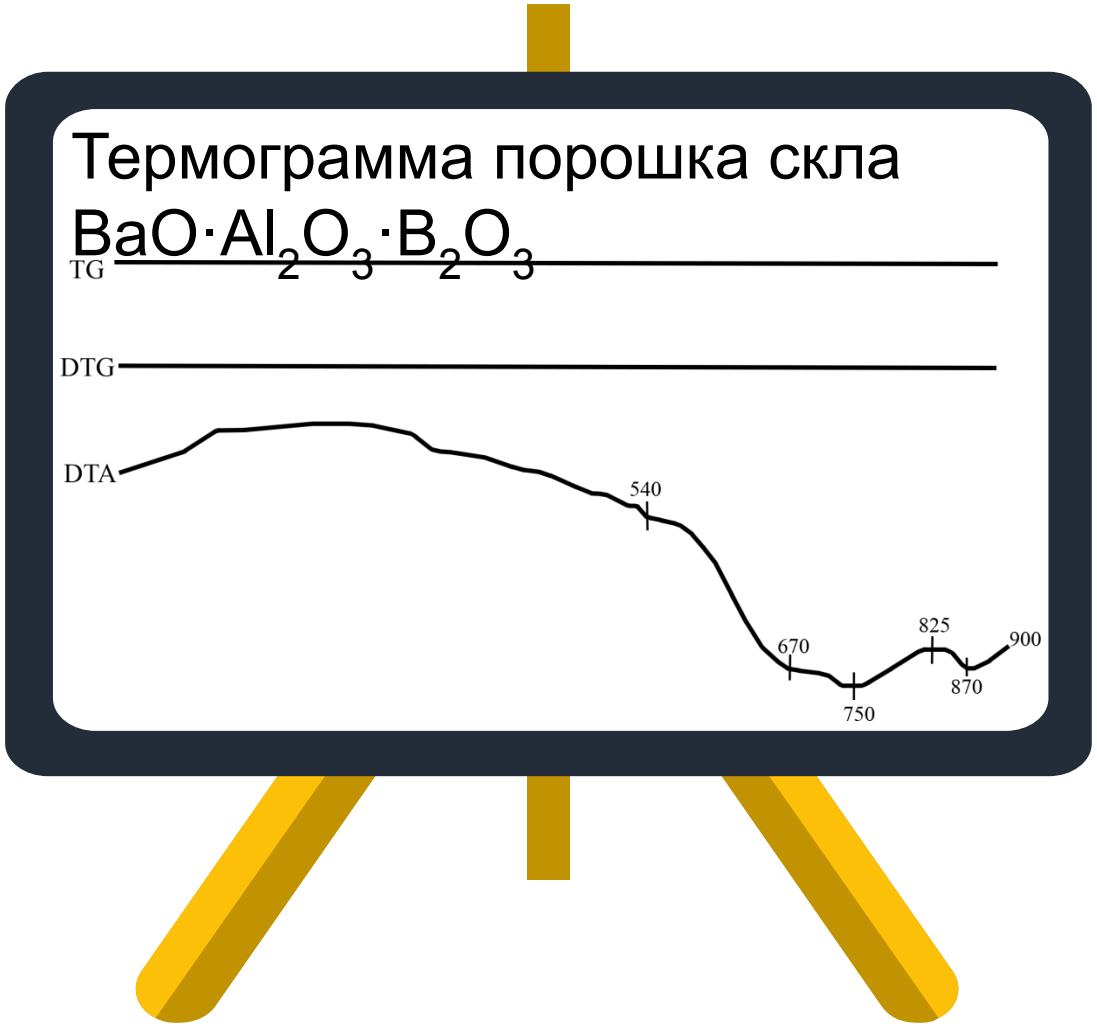


Термодинамічні розрахунки зміни енергії Гіббса від температури

№	Реакція	Зміна ернергії Гіббса реакції (ΔG^o_{298}, кДж/моль) при температурі, К					
		298	400	500	600	800	1000
1	$BaO + \alpha\text{-}Al_2O_3 + B_2O_3 \rightarrow BaO\cdot Al_2O_3\cdot B_2O_3$	-221,31	-249,97	-277,41	-304,06	-354,84	-401,49
2	$BaO\cdot B_2O_3 + \alpha\text{-}Al_2O_3 \rightarrow BaO\cdot Al_2O_3\cdot B_2O_3$	-35	-61,3	-86,2	-110,0	-154,9	-196,3
3	$2BaO\cdot B_2O_3 + 2Al_2O_3\cdot B_2O_3 \rightarrow 2(BaO\cdot Al_2O_3\cdot B_2O_3)$	-8	-16,08	-22,63	-27,79	-34,01	-34,91
4	$2BaO\cdot B_2O_3 + 2Al_2O_3 + B_2O_3 \rightarrow 2(BaO\cdot Al_2O_3\cdot B_2O_3)$	-235	-296,55	-355,46	-412,75	-522,25	-624,96



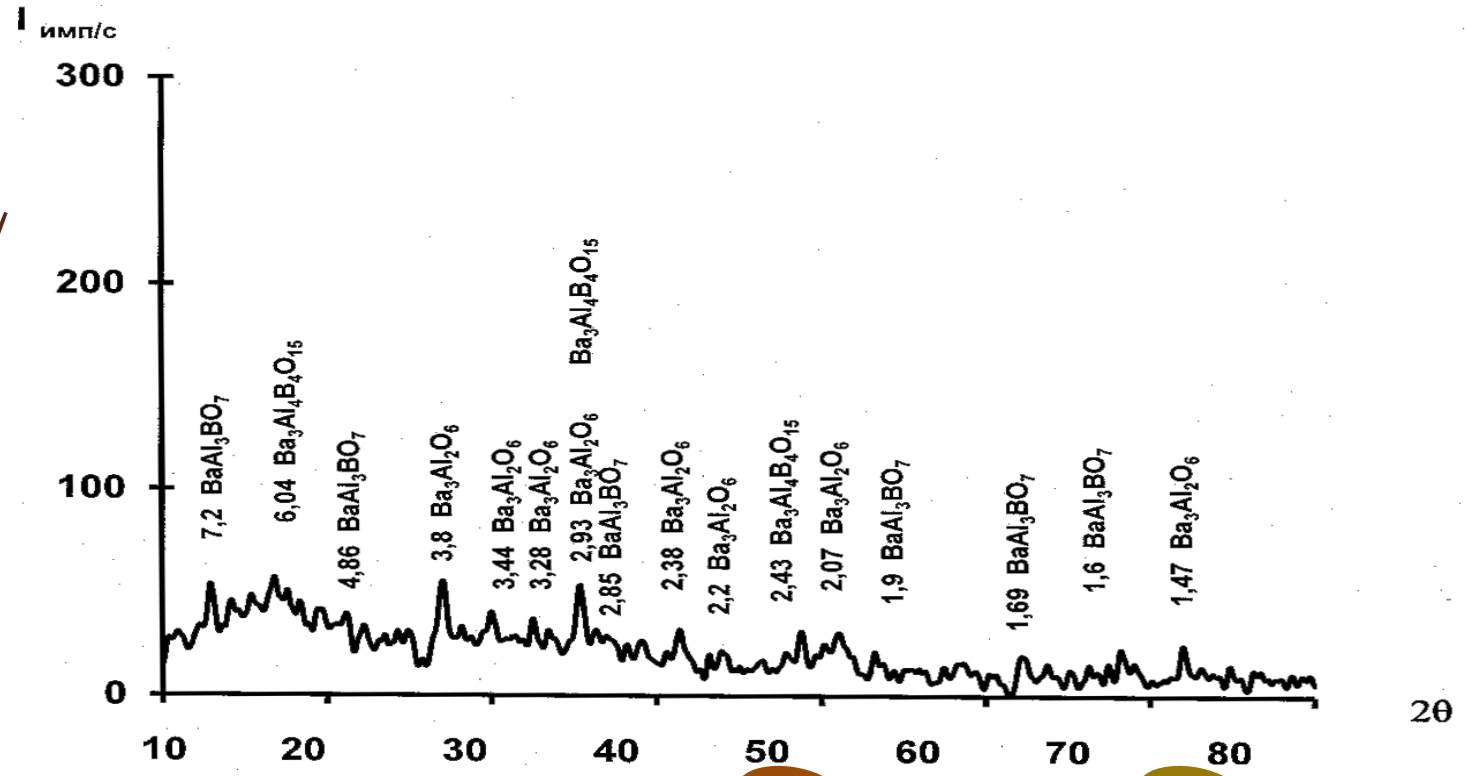
Термодинамічні розрахунки зміни енергії Гіббса від температури



Композиції на основі скла $BaO \cdot B_2O_3$

Скло/Al_2O_3	Форма Al_2O_3	ТКЛР, $\alpha \cdot 10^7$ 1/град, в інтервалі температур		
		20÷200	20÷300	20÷400
68,62/31,38	Глинозем (γ)	39,6	43,2	53,7
	Електрокорунд (α)	37,8	43,4	52,4
	Табуляр	79,7	80,1	77,0
	Рожевий пігмент	60,4	68,4	73,9

Хімічні склади композицій скло+електрокорунд

№	Склад композиції		ТКЛР, $\alpha \cdot 10^7$ 1/град, в інтервалі температур		
	Скло	Електрокорунд	20÷200	20÷300	20÷400
1	70	30	30,3	37,5	43,7
2	60	40	34,5	40,2	49,2
3	50	50	78,0	83,0	84,0

Рентгенограмма порошка композиції складу №1