

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.%;

B₂O₃ = 25 мол.%;

ZnO = 5 мол.%;

SiO₂ = 15 мол.%;

ТКЛР = 117 · 10⁻⁷

град⁻¹

ТПР = 290 °С

β-евкрипит
α = - (60÷80) · 10⁻⁷
К⁻¹

- + Зменшує ТКЛР
- Збільшує ТПР, погіршує діелектричні властивості

ZrW₂O₈
α = - 90 · 10⁻⁷
К⁻¹

- + Зменшує ТКЛР, не погіршує діелектричні властивості
- Високотемпературний синтез

Кварцове скло
α = (5÷6) · 10⁻⁷
К⁻¹

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

BaO · Al₂O₃ · B₂O₃
α = -12 · 10⁻⁷ К⁻¹

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

PbTiO₃
α = -199 · 10⁻⁷
К⁻¹

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

Мета дослідницької

роботи

Розробка і дослідження

склокомпозиційних матеріалів на
основі легкоплавких стекол

2. Зниження ТКЛР

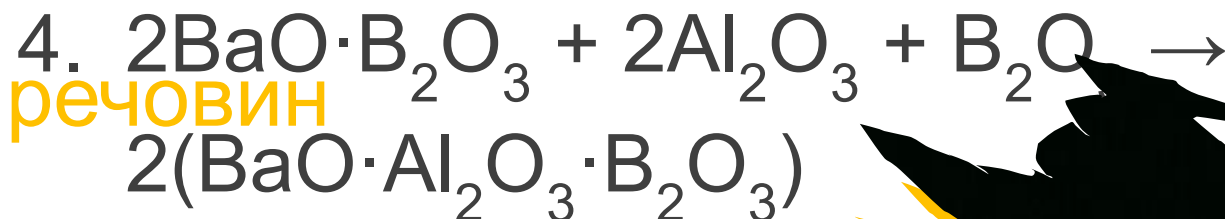
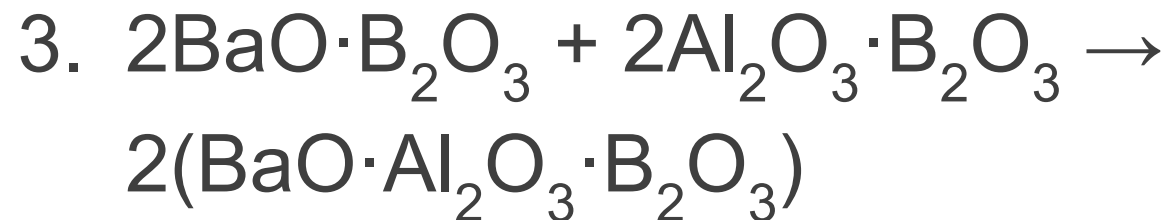
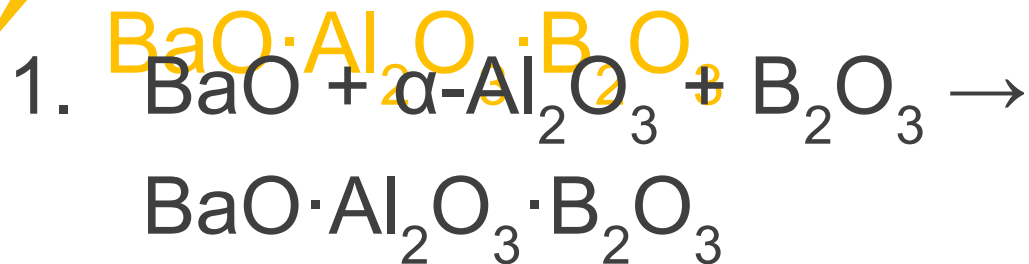
легкоплавких стекол

3. Отримання безлужних
кристалічних наповнювачами
кристалічних

наповнювачів з низьким ТКЛР

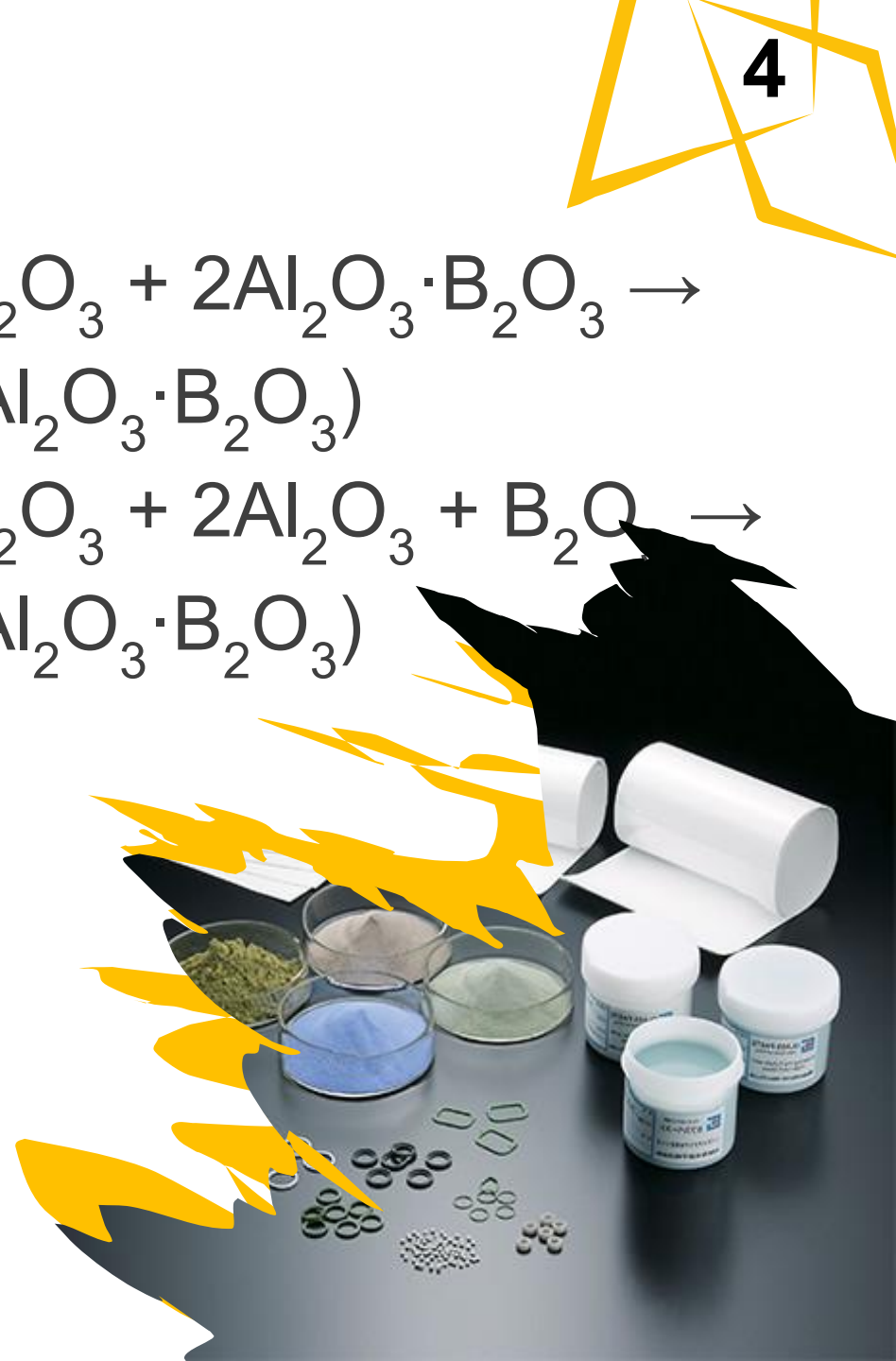


Реакції синтезу



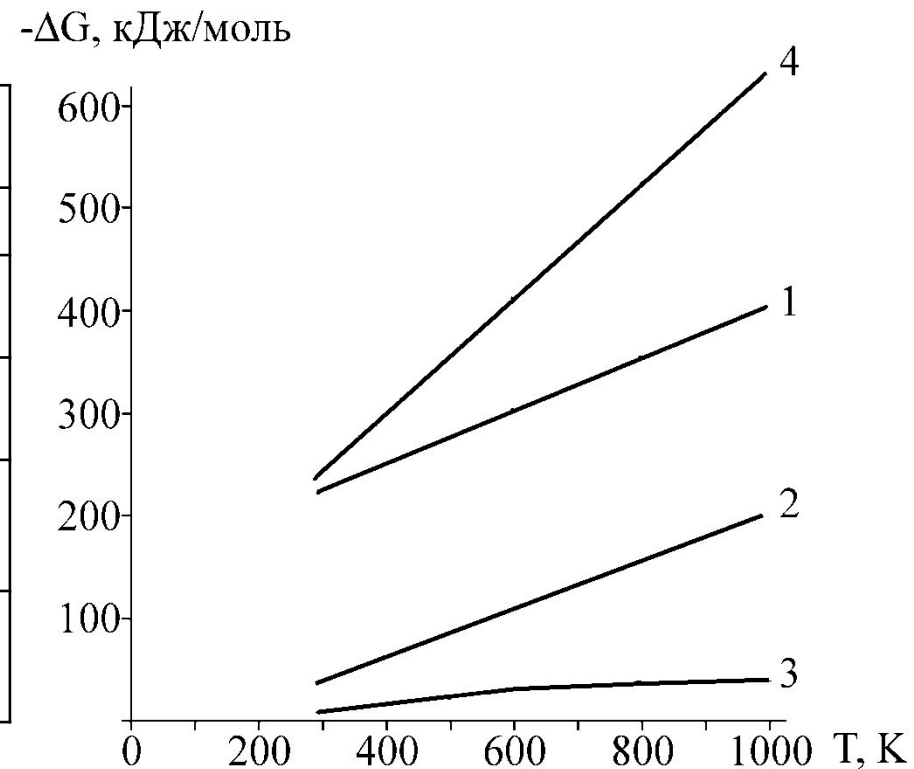
Термодинамічні константи речовин

Речовина	Теплота утвор-ня з елементів, ΔH_{298}° , кДж/моль	Вільна енергія утворення з елементів, ΔG_{298}° , кДж/моль	Ентропія, S_{298}° , Дж/моль·К	Коефіцієнт в рівнянні $C_p = f(T)$, Дж/моль·К		
				a	b·10 ³	c·10 ⁻⁵
BaO·B ₂ O ₃	-1982	-1948	124,354	157,85	28,639	-41,33
2BaO·B ₂ O ₃	-2576,5	-2493	280,0	196,76	39,0	-36,58
2Al ₂ O ₃ ·B ₂ O ₃	-4703	-4657	156,01	270,46	86,23	-59,61
BaO·Al ₂ O ₃ ·B ₂ O ₃	-3631	-3579	175,34	221,31	9,63	-38,26
α-Al ₂ O ₃	-1670,63	-1577,28	51,0	114,82	12,81	-35,45
B ₂ O ₃	-1280	-1265	54,01	36,553	106,35	-5,485



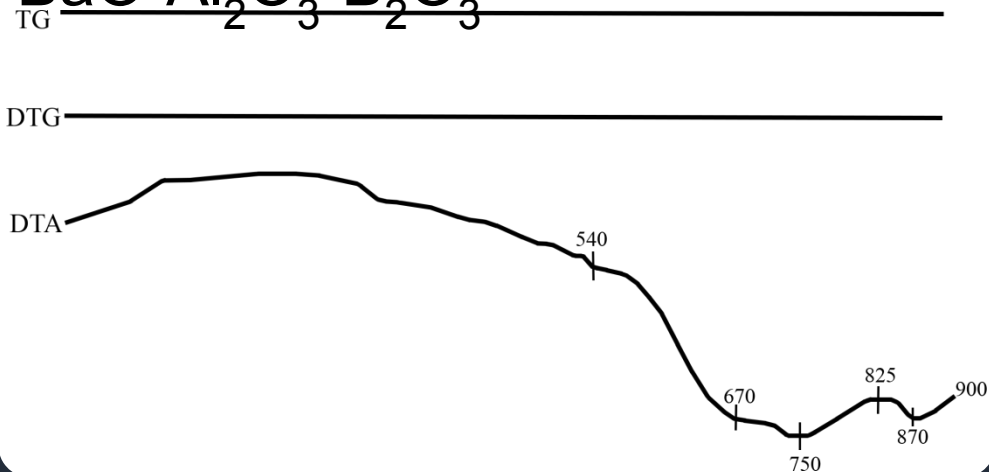
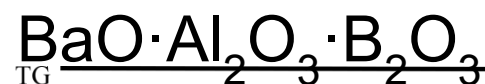
Термодинамічні розрахунки зміни енергії Гіббса від температури

№	Реакція	Зміна енергії Гіббса реакції (ΔG°_{298} , кДж/моль) при температурі, К					
		298	400	500	600	800	1000
1	$\text{BaO} + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3$	-221,3 1	-249,9 7	-277,4 1	-304,0 6	-354,8 4	-401,4 9
2	$\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3$	-35	-61,3	-86,2	-110,0	-154,9	-196,3
3	$2\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow 2(\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3)$	-8	-16,08	-22,63	-27,79	-34,01	-34,91
4	$2\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 2\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow 2(\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3)$	-235	-296,5 5	-355,4 6	-412,7 5	-522,2 5	-624,9 6



Термодинамічні розрахунки зміни енергії Гіббса від температури

Термограма порошка скла



Композиції на основі скла $\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$

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 композиции складу №1

7

