

**ПЕРСПЕКТИВНИ La_2O_3 -МОДИФІКОВАНІ БОРОСИЛІКАТНІ СТЕКЛА
ДЛЯ РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ ТА ЯДЕРНИХ ЗАСТОСУВАНЬ***Саньжапов В. О., Гордєєв Ю. С.*Український державний університет науки і технологій, Дніпро, Україна
yu.s.hordieiev@ust.edu.ua

У багатокомпонентних боросилікатних стеклах кероване легування оксидами рідкісноземельних елементів дає змогу цілеспрямовано підвищувати термостійкість і ефективність захисту від іонізуючого випромінювання, що є критичним для матеріалів у ядерних і медичних технологіях.

Метою роботи [1] було встановити закономірності «склад–структура–властивості» для натрій-барієвих боросилікатних стекол складу $(10-x)\text{Na}_2\text{O}-x\text{La}_2\text{O}_3-20\text{BaO}-60\text{B}_2\text{O}_3-10\text{SiO}_2$ ($0 \leq x \leq 10$ мол.%) за умов послідовної заміни Na_2O на La_2O_3 та оцінити структурні, термічні, фізичні й радіаційно-захисні характеристики. Зразки синтезували методом плавлення–гартування з використанням високочистих прекурсорів, із подальшим відпалом для зняття внутрішніх напружень. Показано, що за результатами рентгенофазового аналізу всі зразки зберігають аморфну структуру, а FTIR-спектроскопія фіксує перебудову боросилікатної сітки зі зміною інтенсивностей і зсувами смуг, пов'язаних із коливаннями B–O та Si–O зв'язків, що відображає зміну локального оточення VO_3/VO_4 і структурної зв'язаності при заміщенні Na^+ на La^{3+} .

Термічний дослідження показали істотне зростання температури склування від 538°C до 630°C , що узгоджується зі зростанням жорсткості сітки та енергетичних витрат на її релаксацію. Температури початку й максимуму кристалізації також зміщуються в область вищих значень, а параметр термічної стійкості ΔT досягає максимуму для скла з 5 мол.% La_2O_3 ($\Delta T = 234^\circ\text{C}$). Дилатометрія підтвердила підвищення температури розм'якшення та зниження коефіцієнта термічного розширення з 8,51 до 7,33 ppm/ $^\circ\text{C}$, що є важливим для термошокостійких і герметизуючих застосувань. Фізичні параметри демонструють закономірні зміни, що прямо впливають на радіаційно-захисний потенціал. Густина зростає майже лінійно від 3,09 до 3,69 г/см³ (приріст 19,4%) внаслідок заміни легкого натрію на важкий лантан, що разом зі збільшенням середнього атомного номера композиції створює передумови для кращого послаблення γ -квантів.

Оцінка γ -захисних характеристик демонструє, що заміщення Na_2O на La_2O_3 є ефективним інструментом керування ослабленням фотонного випромінювання у широкому енергетичному діапазоні. Масовий коефіцієнт ослаблення зростає зі збільшенням частки La_2O_3 для більшості енергій, причому найсильніше ослаблення спостерігається у низькоенергетичній області, де домінує фотоелектричний ефект і внесок Z є максимальним: при 0,015 MeV покращення досягає 52% для скла з 10 мол.% La_2O_3 порівняно з базовим. Зі зростанням вмісту La_2O_3 закономірно зменшується товщина половинного ослаблення (до ~30%) у всьому дослідженому діапазоні енергій, що прямо підтверджує підвищення ефективності екранування за рахунок збільшення густини та ефективного атомного номера скла. Отримані результати демонструють, що заміна Na_2O на La_2O_3 є дієвим інструментом тонкого налаштування структури натрій-барієвих боросилікатних стекол із одночасним підвищенням термічної працездатності та ефективності гамма-екранування, а оптимальним компромісом для технологічної стабільності виступає область близько 5 мол.% La_2O_3 , тоді як максимальні екранувальні показники досягаються при 10 мол.% La_2O_3 .

1. Y. Hordieiev, A. Zaichuk, Impact of La_2O_3 substitution on the structural, thermal, and radiation shielding properties of sodium–barium borosilicate glasses, Int J Ceramic Engine & Sci, 2025, vol. 7, no. 6, e70029.