**Звіт про науково-дослідну роботу: ”Фазові рівноваги та діаграми стану систем на основі рідких земель як фізико-хімічна основа створення текстурованої кераміки багатофункціонального призначення "**

**Мета роботи** - дослідження фазових співвідношень, структури твердих розчинів і проміжних фаз в системах на основі оксидів ітрію, церію та Ln2O3 (Ln = La, Eu, Er, Yb, Lu). Вивчення фазових рівноваг, особливостей утворення твердих розчинів в залежності від температури та легуючої добавки. Визначення основних фізико-хімічних характеристик отриманих матеріалів. Визначення найбільш перспективних складів матеріалів для отримання  перспективних електролітів паливних комірок, що працюють при помірних температурах та інших матеріалів, що використовуються в різних галузях промисловості та прозорих матриць оптичної кераміки.

Терміни виконання наукової роботи: початок І кв. 2017р.

закінчення IV кв. 2019 р.

**Керівник роботи**: Корнієнко Оксана Анатоліївна , к.х.н., (Email:)

**Скорочений зміст висновків рецензентів.**

В результаті роботи вивчено фазові рівноваги та фізико-хімічні властивості твердих розчинів в подвійних системах La2O3-Ln2O3 (Ln = Sm, Eu, Gd, Er, Yb) та потрійних CeO2-La2O3-Ln2O3 (Ln = Sm, Eu, Gd, Er), La2O3-Y2O3-Ln2O3 (Ln = Eu, Er, Yb) системах в усьому інтервалі  концентрацій. Встановлено, що для досліджених систем характерно утворення областей твердих розчинів на основі вихідних компонентів, а також впорядкованої фази типу перовскиту. Робота виконана у повному обсязі, згідно календарного плану на високому-технічному рівні та заслуговує високої оцінки. Вважаю, що звіт за темою необхідно затвердити, а роботи за даним напрямком продовжити.

2) В роботі проведено комплексне дослідження процесів фазоутворення в потрійних CeO2-La2O3-Ln2O3 (Ln = Sm, Eu, Gd, Er), La2O3-Y2O3-Ln2O3 (Ln = Eu, Er, Yb) та подвійних La2O3-Ln2O3 (Ln = Sm, Eu, Gd, Er, Yb) системах. Вперше побудовано елементи діаграм стану зазначених систем при температурах 1600, 1500 та 1250 °С.

Встановлено закономірності утворення твердих розчинів С-типу оксидів РЗЕ у потрійних системах La2O3–Y2O3–Ln2O3 (Ln = Nd, Sm, Eu, Gd, Er) при 1500 та 1600 °С: розчинність Ln2O3 у твердих розчинах на основі С-Y2O3(Yb2O3) зі зменшенням іонного радіуса Ln3+ збільшується.

Вперше встановлено закономірності утворення твердих розчинів на основі упорядкованої фази типу перовскиту (R). Показано, що область гомогенності R-фази у потрійних системах La2O3–Y2O3–Ln2O3 по ряду від Nd2O3 до Gd2O3 зменшується від 7 до 2 мол. % Ln2O3 тоді, як у системі з Yb2O3 утворюється неперервний ряд твердих розчинів на основі упорядкованої фази типу перовскиту, що обумовлено термодинамічною стабільністю фази LaYbO3 у подвійній системі La2O3–Yb2O3 (2040 °С). З використанням фактора толерантності за Гольдшмідтом проведено оцінку термічної стійкості твердих розчинів на основі фази LaLnO3 в широкому інтервалі температур і концентрацій для іонів різного розміру. Показано, що утворення твердих розчинів відбувається за механізмом ізовалентного заміщення, а стійкість упорядкованих фаз і твердих розчинів визначається геометричним фактором: великі іони Pr3+, Nd3+ заміщують La3+, менші іони РЗЕ церієвого ряду Sm3+, Eu3+, Gd3+ заміщують Y3+ і La3+, тоді як іони РЗЕ ітрієвого ряду заміщують виключно Y3+, що відповідає експериментальним даним.

За результатами роботи авторами підготовлено 70 публікацій (35 статей у провідних вітчизняних та міжнародних виданнях та 35 тез). Робота виконана у повному обсязі, згідно календарного плану на високому-технічному рівні та заслуговує високої оцінки. Вважаю, що звіт за темою необхідно затвердити, а роботи за даним напрямком продовжити.

**Пропозиції про подальше використання результатів роботи.**

Отримані результати досліджень можуть бути використані в практиці науково-дослідних та технологічних робіт в галузі матеріалознавства конструкційних та функціональних матеріалів. Ряд результатів можуть бути використанні у вищих навчальних закладах України в лекційних курсах таких, як фізична хімія, технічна кераміка, матеріалознавство.

Дані про реєстрацію роботи: № 0117U000254

**РЕФЕРАТ**

Проведено комплексне дослідження фазових рівноваг в подвійних системах La2O3-Ln2O3 (Ln = Sm, Eu, Gd, Er, Yb) та потрійних CeO2-La2O3-Ln2O3 (Ln = Sm, Eu, Gd, Er), La2O3-Y2O3-Ln2O3 (Ln = Eu, Er, Yb) системах в усьому інтервалі  концентрацій.

Вперше вивчено взаємодію фаз в потрійних системах CeO2-La2O3-Ln2O3(Ln=Sm, Eu, Gd) при температурі 1250 °С у всьому інтервалі концентрацій. Побудовано ізотермічні перерізи діаграм стану систем CeO2-La2O3-Sm2O3, CeO2-La2O3-Eu2O3, CeO2-La2O3-Gd2O3 при 1250 °С. Встановлено, що в системах утворюються тверді розчини на основі різних кристалічних модифікацій вихідних компонентів. Показано, що в досліджених системах у рівновазі знаходяться переважно фази кубічної симетрії: твердих розчинів із структурою типу флюориту F (Fm3m) і C типу оксидів РЗЕ (Ia3).

Встановлено, що фазові рівноваги в системах La2O3-Ln2O3 характеризуються утворенням твердих розчинів на основі поліморфних модифікацій вихідних компонентів, а також впорядкованої фази типу перовскиту. Із зменшенням іонного радіусу лантаноїду спостерігається ускладнення будови діаграм стану систем за рахунок стабілізації кубічної фази С-Ln2O3, а також утворення впорядкованої фази типу перовскиту.

Отримані результати досліджень можуть бути використані в практиці науково-дослідних та технологічних робіт в галузі оксидної кераміки і матеріалознавства конструкційних та функціональних оксидних матеріалів. Ряд результатів можуть бути використані у вищих навчальних закладах України в лекційних курсах таких, як фізична хімія, кераміка, матеріалознавство. **Ключові слова**: фазові рівноваги, тверді розчини, перовскит, оксидна кераміка.

**Публікації**

1. Корнієнко О. А. Фазові рівноваги в системах La2O3-Er2O3  при 1100-1500  оС / О. А. Корнієнко, О.В. Чудінович, О.І. Биков,. А.В. Самелюк, О. Р. Андрієвська // Порошкова металургія – 2019 - № 1/2. – С. 113-123.
2. Андрієвська О. Р. Взаємодія оксидів цирконію, лантану та  гадолінію при температурі 1600 °С / О. Р. Андрієвська, О. А. Корнієнко, О. І. Биков, А. В. Самелюк // Порошкова металургія – 2019. - № 11/12 – С. 3-15.
3. Andrievskaya E.R. Interaction of ceria and ytterbia in air within temperature range 1500–600° C / E. R. Andrievskaya, O. A. Kornienko, A. V. Sameljuk, A. I. Bykov // Journal of the European Ceramic Society – 2019. –Vol. 39, Issue 9 – P. 2930 – 2935.
4. Andrievskaya E.R. Phase Relation Studies in the CeO2-Eu2O3 System at 600 to 1500 °С / E. R. Andrievskaya, O.A. Kornienko, A.V. Sameljuk, A. Sayir // Journal of the European Ceramic Society – 2020. –Vol. 40, Issue 9 – P. 751 – 758.

Всього 70.