

2. Nada F. M., Saleem A.H., Shawki K.M. Hydrothermally growth of TiO₂ nanorods, characterization and annealing temperature effect //Kuwait journal of science - 2021- Vol.48 -P.3-6.

3. Sanjay P., Deepa K., Madhavan J., Senthil S. Fabrication of DSSC with Nanostructured TiO₂ Photoanode and Natural Dye Sensitizer extracted from fruits of Phyllanthus reticulatus // Science and Technology - 2019 - Vol.4. - P.437-443.

4. Chakhtouna H., Benzeid H., Zari N. Recent progress on Ag/TiO₂ photocatalysts: photocatalytic and bactericidal behaviors // Enviromental scince and pollution research - 2021 - Vol.33. - P.44638–44666.

LaFeO₃ ПЕРОВСКИТИНІҢ ЭЛЕКТРТАСЫМАЛДАУ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Ф.Р. Амет¹, Б.М. Сәулебек¹, П.А. Жанбирбаева², Т.М. Сериков³

¹Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, студент,
Қарағанды қ., Қазақстан

²Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, докторант ,
Қарағанды қ., Қазақстан

³Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, PhD, қауымд.
профессор, Қарағанды қ., Қазақстан

LaFeO₃ перовскиті гидротермалды әдіс арқылы синтезделіп, әртүрлі уақытта термиялық өңдеуге ұшырады (2, 4 және 6 сағат). LaFeO₃ перовскитінің электртасымалдау қасиеттерін зерттеуде импеданс спектроскопиясы қолданылды. Импеданс спектроскопиясы Corrtest CS350M EIS Potentiostat құрылғысы арқылы жүргізілді. Зерттеу барысында әртүрлі термиялық өңдеу уақыттары үшін материалдың импеданс спектрлері алынған және оларды талдау арқылы материалдың өткізгіштік қасиеттеріндегі өзгерістер анықталды. LaFeO₃_6h үлгісінің импеданс доғасы басқа үлгілерге қарағанда ең кіші болды, бұл өткізгіштік қасиеттерінің жақсарғанын көрсетті. Бұл нәтижелер термиялық өңдеу уақытын ұзарту арқылы материалдың электртасымалдау қасиеттерін жақсартуға болатынын растайды. Яғни, термиялық өңдеу уақытын ұзартқан сайын оның өткізгіштігі артады.

Кілт сөздер: перовскит, LaFeO₃, гидротермалды әдіс, FTO, импеданс.

Кіріспе. Қоршаған ортаның ластануы жаһандық проблемаға айналды. Соның ішінде ағынды сулардың ластануы үлкен мәселе. Осындай мәселені шешудің ең тиімді әдісі фотокатализ болып табылады. Фотокатализдің артықшылығы оның жоғары тиімділігі мен экологиялық қауіпсіздігі болып табылады. Бұл процесс күн сәулесінің немесе басқа жарық көздерінің көмегімен және фотокатализатордың қатысуымен органикалық ластаушы заттарды ыдыратуға мүмкіндік береді. Ағынды суларды фотокатализ арқылы тазалау табиғатқа зиян келтірмей, судың сапасын жақсартады.

Перовскиттік қосылыстар фотокатализатор ретінде жиі қолданылады, себебі олар төмен шығынға, жоғары фотокаталитикалық белсенділікке, ие [1]. Перовскиттерді ABO_3 формуласымен сипаттайды, мұндағы А – ірі ион (әдетте, лантан, кальций, барий немесе стронций сияқты), В – кіші ион (мысалы, темір, титан, немесе қорғасын), ал О – оттегі атомдары. Бұл құрылымда А иондары орталықта орналасып, оларды оттегі атомдары қоршап, В иондары оттегінің жанында орналасады. Бұл перовскиттік құрылымның ерекше симметриясы мен қасиеттері материалдың фотокатализатор ретінде жоғары тиімділігін қамтамасыз етеді [2]. Тұрақты құрылымы мен ерекше пішіні бар перовскит оксидтерін синтездеу материалтану саласындағы күрделі зерттеу тақыры болып табылады. Әсіресе, магниттік қасиеттері бар (Fe және Ni) перовскит наноматериалдары ғылыми тұрғыдан үлкен қызығушылыққа ие. $LaFeO_3$ перовскитінің қасиеттері оның бөлшектерінің өлшемі мен бетінің құрылымына байланысты өзгеріп отырады, ал беттік әсерлер мен ақаулар материалдың өткізгіштігіне немесе басқа физикалық қасиеттеріне ықпал етуі мүмкін [3].

$LaFeO_3$ перовскиті гидротермалды әдіс арқылы алынды. Синтезден кейін үлгілер олардың өткізгіштігіне және басқа электрлік сипаттамаларына термиялық өңдеу уақытының әсерін зерттеу үшін әртүрлі уақытта термиялық өңдеуге ұшырады. $LaFeO_3$ перовскитінің электртасымалдау қасиеттерін зерттеу үшін импеданс спектроскопиясы қолданылды.

Зерттеу материалдары мен әдістері.

Зерттеу жұмыстарын жүргізу үшін келесі материалдар пайдаланылды: лантан нитраты, темір нитраты, лимон қышқылы ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$) және аммоний гидроксиді (NH_4OH), поливинил спирті, FTO (фтор қосылған қалайы оксиді) шынысы, NaOH электролиті, мелатоникс қабықшасы, платина электроды Сутегіні алу және сақтау мәселелері зертханасынан алынды.

$LaFeO_3$ перовскитінің гидротермалды әдіс арқылы синтезінің схемалық иллюстрациясы 1-суретте көрсетілген. 10 мл деионизделген

суда 2,165 г $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ және 2,02 г $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ерітілді. Ерітіндіге 2,1 г $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ қосып, қоспа бөлме температурасында 2 сағат араластырылды. Ерітіндінің рН мәні NH_4OH көмегімен 9-ға дейін реттеліп, қосымша 1 сағат араластырылды. Дайындалған қоспа 50 мл көлемді тефлонды автоклавқа салынып, 180°C температурада 12 сағат бойы муфельді пеште ұсталды. Одан кейін центрифугалау әдісімен тұндырылып, деионизделген сумен және этанолмен жуылды. Соңынан 80°C температурада 5 сағат кептіріліп, 800°C -та 2, 4 және 6 сағат бойы термиялық өңдеуден өткізілді.



1-сурет. LaFeO_3 перовскитінің синтез әдісі.

2-суретте LaFeO_3 перовскитін FTO шыны бетіне жағу әдісі кезең-кезеңімен көрсетілген. Алдымен 5 мл деионизделген суға 0,1 г поливинил спирті (ПВС) қосылып, алынған қоспа 60°C температурада магнитті араластырғышта үздіксіз араластырылды. ПВС толығымен ерігеннен кейін, оған алдын ала синтезделген 0,1 г LaFeO_3 перовскиті қосылды.



2-сурет. LaFeO_3 перовскитін FTO шыныларына жағу әдісі.

Бұл қоспа бөлме температурасында тағы 10 минут бойы магнитті араластырғышпен араластырылып, компоненттердің біркелкі таралуы қамтамасыз етілді. Кейін алынған суспензия бір сағат бойы ультрадыбыстық өңдеуге ұшыратылып, оның дисперсиялық біртектілігі жақсартылды. Дайындалған ерітінді Ossila Spin Coater құрылғысының көмегімен 3000 айн/мин жылдамдықпен FTO шыны бетіне жұқа қабат ретінде жағылады. Соңғы кезеңде, қабықшалардың құрылымдық тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін, үлгілер муфельді пеште 450°C температурада 30 минут бойы термиялық өңдеуден өткізілді.

LaFeO₃ электртасымалдау қасиеттерін зерттеуде импеданс спектроскопиясы қолданылды. Импеданс спектроскопиясы Corrtest CS350M EIS Potentiostat құрылғысы арқылы жүргізілді. Сэндвич құрылымы арқылы өлшеулер бөлме температурасында және әртүрлі жиіліктерде жүргізіліп, импеданстық деректер талданып, заряд тасымалдаушылардың қозғалыс механизмі анықталды. Жарық көзі ретінде Newport/Oriel LH300 ксенондық шамы қолданылды.

Нәтижелер мен талқылау.

LaFeO₃ перовскитінің электртасымалдау қасиеттерін зерттеуде импеданс спектроскопиясы қолданылды. Импеданс спектрлерін талдау негізінде LaFeO₃ перовскитінің электртасымалдау сипаттамалары зерттелді. Зерттеу барысында келесі параметрлер анықталды: R_s, R_p, k_{eff}, τ_{eff}, мұндағы R_s – LaFeO₃ перовскит үлгілерінің электрондарды тасымалдау кедергісі, R_p – электрондардың рекомбинациямен байланысты зарядтарды тасымалдау кедергісі, k_{eff} – рекомбинация жылдамдығының тиімді тұрақтысы, ал τ_{eff} – электрондардың тиімді өмір сүру уақыты. Параметр деректері 1 кестеде көрсетілген.

1-кесте. LaFeO₃_2h, LaFeO₃_4h, LaFeO₃_6h перовскиттерінің электртасымалдау параметрлері:

Үлгі	R _s , Ом	R _p , Ом	k _{eff} , с ⁻¹	τ _{eff} , с
LaFeO ₃ _2h	202.18	27820	0.53	1.89
LaFeO ₃ _4h	138.04	12330	0.85	1.18
LaFeO ₃ _6h	120.45	11424	0.17	5.88

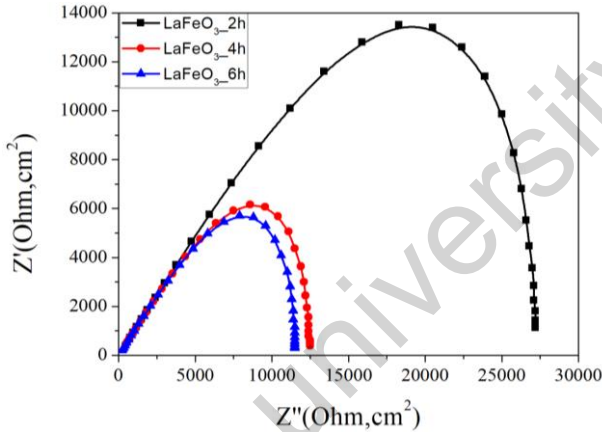
k_{eff}- рекомбинация жылдамдығының тиімді тұрақтысы, максималды нүктедегі импеданс диаграммасының доғасының мәнімен анықталады және (1) формулаға сәйкес келеді:

$$k_{eff} = \omega_{eff} \quad (1)$$

Үлгілердің τ_{eff} заряд тасымалдаушылардың тиімді өмір сүру уақыты (2) формула бойынша есептеледі:

$$\tau_{eff} = \frac{1}{k_{eff}} \quad (2)$$

3-суретте электрохимиялық импеданс спектроскопиясы Найквист диаграммасымен келтірілген.



3-сурет. LaFeO_3 импеданс спектрлері.

R_p мәндері R_s мәндерінен анағұрлым жоғары болуы, импеданс доғасының шеңбер болып қалыптасуына әкеледі. 1-кестедегі деректермен оны растайды. Термиялық өңдеу уақытының ұзаруымен R_p және R_s кедергі мәндерінің азаюы байқалады. Ең аз кедергі мәндері LaFeO_3_{6h} үлгісіне тиесілі, сонымен қатар LaFeO_3_{6h} үлгісі басқа үлгілерге қарағанда ең кіші импедансының доғасын көрсетеді. Бұл оның жоғары электр өткізгіш қасиетін дәлелдейді. Яғни, электр өткізгіштік қасиеті жоғары болған сайын ол фотокатализдік процестің тиімділігін арттырады.

Қорытынды: Зерттеу барысында LaFeO_3 перовскитін гидротермалды синтез әдісі арқылы синтездеп, әртүрлі уақытта LaFeO_3_{2h} , LaFeO_3_{4h} , LaFeO_3_{6h} термиялық өңдеуге ұшырата отырып, үлгілердің электртасымалдау қасиеттері бағаланды. Термиялық өңдеу уақытының ұзаруымен LaFeO_3_{6h} үлгісі басқа үлгілерге қарағанда ең кіші импеданс доғасын көрсетеді. Термиялық өңдеу уақытын ұзартқан сайын материалдың өткізгіштік қасиетін арттырады.

Әдебиет

1. F. Moradi, Z. Shariatinia, N.Safari, E Mohajerani. Boosted performances of mesoscopic perovskite solar cells using LaFeO₃ inorganic perovskite nanomaterial// Journal of electroanalytical chemistry – 2022 – Vol.916 – P.116376-116401.

2. W. Cheng, R. Zhou, S. Peng, C.X.Wang, L.J. Chen. Research on passivation of perovskite layer in perovskite solar cells// Materials today communications – 2024 – Vol.38 – P. 107879.

3. M. Idrees, M. Nadeem, Saadat Anwar Siddiqi, Riaz Ahmad, A. Hussnain, Mazhar Mehmood. The organic residue and synthesis of LaFeO₃ by combustion of citrate and nitrate precursors// Materials Chemistry and Physics – 2015 – Vol.162 - P.652-658.

СЦИНТИЛЛЯЦИЯЛЫҚ КРИСТАЛДАРДЫҢ ОПТИКАЛЫҚ ЛЮМИНЕСЦЕНТТІК СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

Ж.К. Бакиева

Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды Университеті,
докторант, Қарағанды қ., Қазақстан Республикасы, shantar83@mail.ru

К.М. Тилегенова

Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды Университеті,
магистрант, Қарағанды қ., Қазақстан Республикасы, kami-la.tilegenova@mail.ru

А.М. Мұқанова

Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды Университеті,
студент, Қарағанды қ., Қазақстан Республикасы, akshuak04@mail.ru

Бұл зерттеу жұмысы сцинтилляциялық кристалдардың оптикалық люминесценттік сипаттамаларын зерттеуге арналған. Сцинтилляциялық материалдар радиациялық энергияны жұтып, оны жарық энергиясына түрлендіру қабілетімен ерекшеленеді, сондықтан олар медицинада, гарыштық зерттеулерде және ядролық физикада кеңінен қолданылады. Зерттеу барысында радиациялық синтез әдісімен алынған MgWO₄ және ZnWO₄ металл вольфраматтарының керамикалық үлгілерінің люминесценттік қасиеттері анықталды. Үлгілердің оптикалық сипаттамалары монохроматор МДР-23 көмегімен өлшенді. Эксперимент нәтижелері радиациялық әдіспен алынған үлгілердің люминесценция спектрлері мен интенсивтілік максимумдарының монокристалдық вольфраматтар бойынша белгілі