

Критерий	Спиртті экстракт	Сулы экстракт
Экстракт құрамындағы басым қосылыстар	5-НМФ, пальмитин қышқылы, фенол туындылары	глицерин, сахароза, пиран туындылары
Фармакологиялық әсері	антиоксидант, қабынуға қарсы, антимикробтық	ылғалдандырғыш, тыныштандырғыш, қалпына келтіруші
Қолдану саласы	фармацевтика (жараға, микробқа қарсы дәрілер)	косметология (крем, маска, сарысу, тоник)
Терімен үйлесімділігі	орташа (құрғатып жіберуі мүмкін)	жоғары (ылғал ұстайды, жұмсартады)

Қорыта келе, Үлкен түйежапырақ (*Arctium lappa*) тамырларынан алынған сұйық экстракт - ғылыми тұрғыда дәлелденген жоғары биологиялық белсенділікке ие табиғи өнім. Оның құрамындағы антиоксиданттар, май қышқылдары мен фенолды қосылыстар организмге жағымды әсер етіп, қабыну, уытты әсерлер мен тотығу стресімен күресуге көмектеседі. Бұл экстракттың болашақта табиғи негіздегі фармацевтикалық және косметикалық өнімдер құрамында кең қолданылуына мүмкіндік мол.

Пайдаланылған ақпараттық көздер тізімі:

1. Бектас Ж. С., Әзімбаева Г. Е. *Arctium lappa* өсімдігінің тамырынан пирогаллолды бөлу әдістері // Оңтүстік Қазақстан медицина академиясының Хабаршысы. – 2016. – № 1. – Б. 90–93. – Қолжетімділік тәртібі: <https://articlekz.com/kk/article/38162>
2. Балтабаева Ж. Т., Әзімбаева Г. Е., Бутин Б. М. *Arctium lappa* өсімдігінің спиртті экстракттерінің химиялық құрамын газды хроматографиялық әдіспен анықтау // Қарағанды университетінің Хабаршысы. Химия сериясы. – 2013. – № 3(71). – Б. 42–46. – Қолжетімділік тәртібі: <https://rep.ksu.kz/handle/data/4719>
3. Әбдікерім М. С., Әзімбаева Г. Е. *Arctium lappa* өсімдігінің жер үсті бөлігінен полисахаридтерді химиялық зерттеу және бөлу // Chemical Journal of Kazakhstan. – 2020. – № 1(69). – Б. 78–83. – Қолжетімділік тәртібі: <https://azdok.org/document/zwwww111>
4. Berganaeva G. E., Dusebaeva M. A. Сравнительный анализ биологически активных соединений в корнях и листьях *Arctium lappa* // Известия НАН РК. Серия химии и химической технологии. – [ж. көрсетілмеген]. – [№ мен беттер көрсетілмеген]. – Қолжетімділік тәртібі: <https://pps.kaznu.kz>
5. Тыныбеков Б. М. Фитохимиялық зерттеу: *Arctium tomentosum* (*Arctium* тектес түр) балқытылған жағдайда // Хабаршы ҚазҰУ. – [ж. көрсетілмеген]. – [№ мен беттер көрсетілмеген]. – Қолжетімділік тәртібі: <https://pps.kaznu.kz>

УДК 544.62

СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ $TiO_2/LaFeO_3$

Каюмова А.С., Карагандинский университет имени академика Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан
Сериков Т.М., Карагандинский университет имени академика Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан
Ермек Н.Б., Карагандинский университет имени академика Е.А.Букетова, Караганда, Казахстан

Диоксид титана (TiO_2) является одним из наиболее изучаемых полупроводниковых материалов благодаря его высокой химической стабильности, нетоксичности и способности проявлять фотокаталитическую активность под воздействием ультрафиолетового излучения [1]. В наноструктурированной форме, например в виде нанотрубок TNT, TiO_2 демонстрирует высокую проводимость по поверхности и улучшенные характеристики переноса зарядов, что делает его перспективным материалом для применения в солнечных элементах, сенсорах и системах фотокаталитической очистки воды [2]. Однако существенным ограничением является широкая запрещенная зона (~3.2 эВ), которая ограничивает поглощение в основном ультрафиолетовым диапазоном и снижает эффективность использования солнечного спектра [3]. Для преодоления данного недостатка применяется модификация TiO_2 наноструктур материалами с более узкой запрещенной зоной, что способствует расширению спектра поглощения и формированию гетероструктур, улучшающих разделение фотогенерированных электронно-дырочных пар [4]. Особый интерес представляет перовскитный материал $LaFeO_3$ (LFO), обладающий запрещенной зоной порядка 2,0 эВ и высокой химической стабильностью [5]. Создание p-n гетероперехода между n- типа TiO_2 и p-типа $LaFeO_3$ обеспечивает эффективное пространственное разделение зарядов, снижая вероятность рекомбинации и увеличивая фотокаталитическую активность системы [6].

В последние годы исследования $TiO_2/LaFeO_3$ наноконпозитов показали, что такая комбинация способствует не только расширению диапазона поглощения в видимую область, но и улучшает электротранспортные характеристики, что особенно важно для фотоэлектрохимических приложений [7]. Тем не менее, детальное изучение процессов переноса зарядов и межфазных взаимодействий требует применения современных

электрохимических методов. Одним из наиболее информативных подходов является электрохимическая импедансная спектроскопия (EIS), позволяющая количественно оценить сопротивление переноса заряда, емкостные свойства границ раздела и динамику рекомбинации носителей [8]. В данной работе исследуется влияние модификации нанотрубок TiO_2 перовскитом LaFeO_3 на их электротранспортные свойства. Сравнительный анализ полученных образцов был выполнен методом импедансной спектроскопии, что позволило установить особенности переноса и рекомбинации носителей заряда в гетероструктуре TNT_LFO.

Для получения нанотрубок диоксида титана использовались пластины титана (чистота 99,7%, толщина ~1мм). Подложки предварительно подвергались стандартной процедуре очистки: последовательное ультразвуковое промывание в деионизованной воде, этаноле и ацетоне по 10 минут в каждом растворе, что обеспечивало удаление органических загрязнений и жировой плёнки с поверхности. Анодное окисление проводилось в двухэлектродной ячейке, где титановая пластина использовалась в качестве анода, а платиновая сетка – катода. Электролит представлял собой раствор на основе этиленгликоля, содержащий 0,3 мас.% NH_4F и 2 об.% H_2O . Электролитическая ячейка поддерживалась при комнатной температуре. Процесс анодирования осуществлялся при постоянном напряжении 60 В в течение 6 часов с использованием источника питания с цифровым контролем параметров. В результате на поверхности титана формировался упорядоченный массив нанотрубок TiO_2 . По завершении процесса образцы тщательно промывались деионизованной водой. Для кристаллизации TiO_2 в фазу анатаза проводилась термообработка в муфельной печи при 500 °С в течение 2 часов.

Для получения нанокомпозита TNT_LFO использовался гидротермальный метод с последующей высокотемпературной термообработкой (рисунок 1). В качестве исходных прекурсоров применялись нитрат лантана $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (5 ммоль) и нитрат железа $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (5 ммоль), которые растворяли в 10 мл деионизованной воде при интенсивном перемешивании. Для стабилизации и комплексообразования к раствору добавляли 10 ммоль лимонной кислоты, после чего смесь продолжали перемешивать в течение 2 часов при комнатной температуре. Добавление лимонной кислоты выполняет роль комплексообразователя, препятствуя преждевременному осаждению и стабилизируя ионы в растворе. pH раствора постепенно доводили до 9 при помощи гидроксида аммония (NH_4OH), что способствовало осаждению гидроксидных комплексов La^{3+} и Fe^{3+} . Полученный раствор дополнительно перемешивали в течение 1 часа для достижения гомогенности системы.



Рисунок 1. Схема гидротермального метода

После этого смесь переносили в тefлоновый автоклав объемом 50 мл, внутрь которого помещали предварительно синтезированные TNT. Автоклав герметично закрывали и подвергали гидротермальной обработке при 180 °С в течение 12 часов. По завершении процесса автоклав охлаждали естественным образом до комнатной температуры, а полученные образцы промывали деионизованной водой и сушили при 80 °С.

Для формирования перовскитной кристаллической фазы LaFeO_3 и улучшения адгезии наночастиц к поверхности TNT композиты подвергали дополнительной термообработке при 800°С в течении 2 часов. В результате был получен композит TNT_LFO с сохранением трубчатой морфологии TiO_2 и распределением перовскитных наночастиц на поверхности нанотрубок.

На рисунке 2 представлены СЭМ-изображения морфологии TNT и композита TNT_LFO при различных масштабах увеличения. Изображения TNT демонстрируют хорошо упорядоченный массив нанотрубок TiO_2 с равномерной пористой структурой.

TNT_LFO иллюстрируют морфологические изменения после модификации нанотрубок перовскитом LaFeO_3 . Поверхность становится более шероховатой и покрыта наночастицами LaFeO_3 , что подтверждается локализованными агрегатами с характерной зернистой структурой. На изображении с увеличением 100 нм отчётливо видно, что частицы LaFeO_3 равномерно распределены по поверхности стенок нанотрубок.

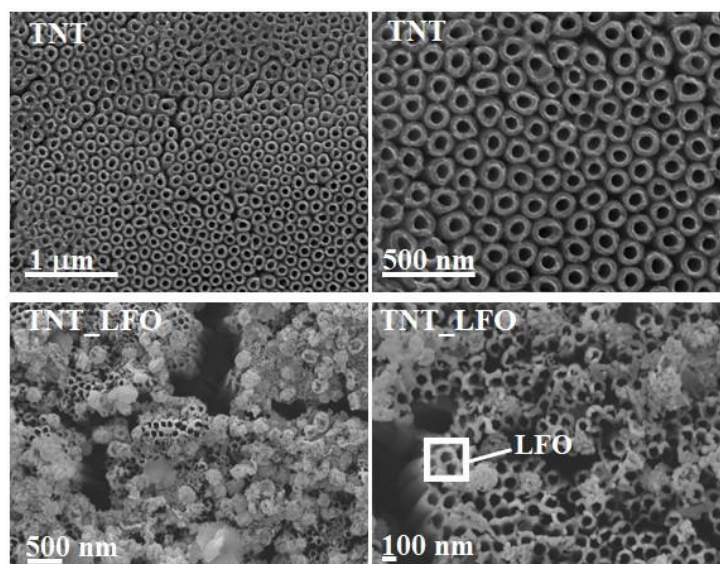


Рисунок 2. СЭМ-изображения нанокompозита TNT и TNT_LFO

Электрические свойства образцов исследовались методом импедансной спектроскопии с использованием потенциостата-гальваностата Corrtest CS350M (Китай). На рисунке 3 представлены Nyquist-диаграммы пленок TNT и TNT_LFO. Расчет параметров переноса и рекомбинации заряда проводился на основе модели предложенной Adachi и соавт.[9], в соответствии с которой пиковая частота дуги на диаграмме Nyquist (ω_{max}) прямо пропорциональна эффективной константе скорости рекомбинации электронов k_{eff} .

$$k_{eff} = \omega_{max}$$

При этом сопротивление переноса заряда R_s определяется как диаметр высокочастотной дуги на импедансной диаграмме и отражает совокупное омическое сопротивление системы, включая электролит, токопроводящие контакты и поверхность фотоэлектрода. Анализ показал, что эффективное время жизни электронов τ_{eff} , рассчитываемое как:

$$\tau_{eff} = \frac{1}{k_{eff}}$$

для композита TNT_LFO составляет 0,88 с, что почти 2,4 раза выше, чем для чистого TNT (0,37 с), указывая на замедление процессов рекомбинации. Минимальные значения сопротивлений ($R_s=2.662$ Ом, $R_p=5056.3$ Ом) наблюдается для TNT/LFO что подтверждает улучшенные характеристики проводимости. Эффективный коэффициент диффузии электронов определили по формуле

$$D_{eff} = \left(\frac{R_p}{R_s}\right) L^2 k_{eff}$$

Для TNT эффективный коэффициент диффузии оказался выше, чем для нанокompозита TNT_LFO. Это указывает на более быстрый транспорт электронов по одномерным каналам TiO_2 , обусловленный меньшими барьерами на границе зёрен и отсутствием дополнительных центров рассеяния. После модификации перовскитом $LaFeO_3$ наблюдается уменьшение D_{eff} , что связано с увеличением числа межфазных границ и возможных центров захвата электронов. Однако одновременно возрастает эффективное время жизни носителей заряда $\tau_{eff}=0.88$ с., что свидетельствует о снижении скорости рекомбинации за счёт формирования p-n гетеропереходов между p- TiO_2 и p- $LaFeO_3$. Данные параметры приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значение электрофизических параметров нанокompозитных материалов

Образец	R_s , Ом	R_p , Ом	k_{eff} , c^{-1}	τ_{eff} , с	D_{eff} , M^2/c
TNT	4,715	6917,5	2,64	0,37	$6.2 \cdot 10^{-11}$
TNT LFO	2,662	5056,3	1,14	0,88	$3.5 \cdot 10^{-11}$

Таким образом, для системы TNT_LFO характерен более медленный, но более стабильный транспорт электронов, что создаёт условия для эффективного разделения зарядов и повышения фотокаталитической активности в условиях видимого света.

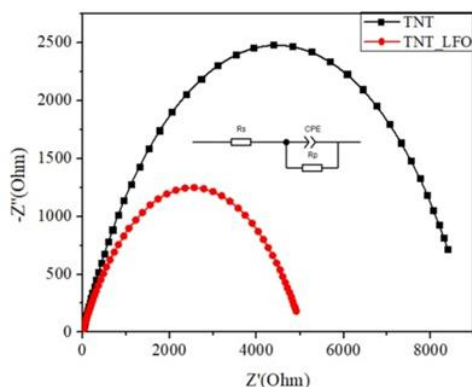


Рисунок 3. Диаграмма Nyquist образцов TNT и TNT_LFO.

Проведённый анализ показал, что модификация нанотрубок TiO_2 перовскитом LaFeO_3 заметно улучшает электротранспортные характеристики композита. Для образца TNT_LFO эффективное время жизни электронов 2,4 раза выше, чем у чистого TNT, при этом снижено омическое сопротивление 2,662 Ом. Морфологический анализ показал сохранение упорядоченной трубчатой структуры с равномерным распределением наночастиц LaFeO_3 , что увеличивает активную площадь и улучшает разделение электронно-дырочных пар. Таким образом, композит TNT_LFO обладает повышенным потенциалом для фотокаталитических и фотоэлектрохимических применений.

Список использованных литератур

9. Sari Y., Gareso P.L., Arminah B., Tahir D. A review of TiO_2 photocatalyst for organic degradation and sustainable hydrogen energy production // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2024. – Vol. 55. – P. 984–996..
10. Ma L., Tu S.X. Removal of arsenic from aqueous solution by two types of nano TiO_2 crystals // *Environmental Chemistry Letters*. – 2011. – Vol. 19. – P. 465–472.
11. Chen X., Mao S.S. Titanium dioxide nanomaterials: Synthesis, properties, modifications and applications // *Chemical Reviews*. – 2007. – Vol. 107. – P. 2891–2959.
12. Li H., Zhou Y., Tu W., Ye J., Zou Z. State-of-the-art progress in diverse heterostructured photocatalysts toward promoting photocatalytic performance // *Advanced Functional Materials*. – 2015. – Vol. 25. – P. 998–1013.
13. Wheeler G.P., Choi K.S. Photoelectrochemical properties and stability of nanoporous p-type LaFeO_3 photoelectrodes prepared by electrodeposition // *ACS Energy Letters*. – 2017. – Vol. 2. – P. 2378–2382.
14. Saumitra N.T., Meenal V.J., Priyanka S.P., Priti A.M., Sadhana S.R., Nitin K.L. Photocatalytic hydrogen generation through water splitting on nano-crystalline LaFeO_3 perovskite // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2012. – Vol. 37. – P. 10451–10456.
15. Zhang K., Sunarso J., Shao Z., Zhou W., Sun C., Wang S., Liu S. Research progress and materials selection guidelines on mixed conducting perovskite-type ceramic membranes for oxygen production // *Royal Society of Chemistry Advances*. – 2011. – Vol. 1. – P. 1661–1676.
16. Bisquert J. Theory of the Impedance of Electron Diffusion and Recombination in a Thin Layer // *J. Phys. Chem. B*. – 2002. – Vol. 106. – P. 325–333.
17. Adachi M., Sakamoto M., Jiu J., et al. Determination of parameters of electron transport in dye-sensitized solar cells using electrochemical impedance spectroscopy. // *J. Phys. Chem. B*. – 2006. – Vol. 110. – P. 13872.

ӘОК 544.18

БИФЕНИЛДІҢ ЭЛЕКТРОНДЫ-ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ТАЛДАУ

Кожакүлова А., академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан
Абуляисова Л.К., академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан

Бифенилдің химиялық тұрақтылығының, төмен құбылмалылығының және функционалдық әмбебаптығының үйлесімі оны өнеркәсіптік және химиялық зерттеулер контекстінде маңызды қосылыс етеді. Бифенил жылу тасымалдағыш және фунгицид ретінде кеңінен қолданылады. Ол ароматты сақиналарда орын басу реакциялары сияқты химиялық модификациялардан өту қабілетіне байланысты фармацевтикалық препараттарды, бояғыштарды және полимерлерді, оптикалық ағартқыштарды, өсімдіктерді қорғау құралдарын қоса алғанда, күрделі органикалық қосылыстардың синтезінде прекурсор ретінде қызмет етеді. Бифенил конъюгацияланған ароматты қосылыстарды, полихлорланған бифенилдерді (ПХБ) - қоршаған ортаны ластаушы улы заттарды - және арнайы оптикалық, электронды және құрылымдық қасиеттері бар материалдарды зерттеудің үлгі жүйесі ретінде қарастырылады.

Спектроскопия (IR, UV-Vis, NMR), рентгендік дифракциялық талдау немесе термодинамикалық өлшемдер сияқты эксперименттік тәсілдер бифенилдің қасиеттері туралы құнды ақпарат береді, бірақ елеулі кемшіліктері бар, мысалы, эксперименттер байқалған қасиеттерді ғана сипаттай алады, бірақ жаңа орынбасылған бифенилдер үшін *априори* оларды болжай алмайды, бұл материалды жобалау үшін маңызды (мысалы, OLED дисплейлерінде немесе сұйық кристалдарда). Осындай шектеулер терең түсіну үшін эксперименттерді жеткіліксіз етеді, әсіресе егжей-тегжейлі атом-электрондық деңгей қажет болғанда.