01.09.2025

Review

of the foreign scientific consultant, PhD, associated -professor Florence Vacandio for the thesis of Mrs. Raigul Jumanova titled «Obtaining nanostructured anode material based on titanium oxide for magnesium-ion batteries» submitted for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the speciality – 8D07102-«Chemical Engineering»

The dissertation of Raigul Jumanova is devoted to a relevant and scientifically significant topic — the development of nanostructured anode materials based on titanium dioxide (TiO_2) for application in magnesium-ion batteries (MIB). In the context of a global search for alternatives to lithium-ion energy sources, the development of new materials for rechargeable magnesium-ion systems is of particular importance.

The main objective of the research was a comprehensive study of the morphological, structural, physicochemical, and electrochemical properties of TiO_2 nanostructures obtained by various synthesis methods and an evaluation of their applicability as anode materials for MIBs.

Three different synthesis methods were applied in the course of the work: electrochemical anodization, hydrothermal synthesis, and solid-state synthesis. TiO_2 nanotubes, nanofibers, and nanorods were obtained, with their morphology and phase composition thoroughly characterized using modern analytical techniques. For the first time within this dissertation, the properties of TiO_2 nanotubes obtained via anodization were investigated as anodes for MIBs, and their capability for Mg^{2+} ion intercalation was established.

Special attention was given to the synthesis of composite anodes based on TiO_2(B)/anatase phases and their investigation in hybrid electrolytes based on $MgClO_4$ and LiCl. This approach made it possible to identify the influence of electrolyte composition on the efficiency of magnesium-ion intercalation and deintercalation, as well as to determine the conditions for improving the capacitive characteristics of the anode material.

One of the most significant scientific contributions of the dissertation is the application of two-dimensional numerical modeling using COMSOL Multiphysics to analyze the discharge processes in TiO_2 nanotube-based anodes. The model takes into account real geometric and physical parameters, which enabled the identification of the kinetics of Mg^{2+} ion intercalation, current distribution within the anode structure, and the impact of electrode geometry on the degradation of the active surface. This approach demonstrates a high degree of scientific novelty and reflects the author's strong theoretical background.

The results of this work are valuable for the further development of magnesium-ion batteries and related fields such as nanomaterial synthesis, electrochemical system modeling, and energy storage optimization.

The scientific and practical significance of the work is confirmed by 13 scientific publications and abstracts presented at international and national conferences.

I believe that the dissertation of Raigul Jumanova is carried out at a high scientific level, meets the requirements for doctoral (PhD) dissertations, and can be recommended for defense in the specialty 8D07102 – Chemical Engineering.

Dr. Florence Vacandio

Laboratoire ADIREL - UMR 7246
Université de Nice Sophia Antipolis - CNRS
Bâtiment Maurice Allais - Campus Etoile
Avenue Albert Einstein - Valrose
BP 71 - 06108 NICE CEDEX 20
Tel : (33) 4.92.07.61.02/07 - Fax : (33) 4.13.55.18.30

01.09.2025

PhD докторант Джуманова Райгуль Жумахановна “8D07102 - химиялық инженерия” білім беру бағдарламасы бойынша философия ғылымдарының докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған “Магний-ионды батареялар үшін титан оксиді негізінде нанокұрылымды анодтық материалды алу” тақырыбындағы диссертациялық жұмысына шетелдік ғылыми кеңесшінен

ПІКІР БЕРУ

Джуманова Райгульдің диссертациялық жұмысы өзекті әрі ғылыми маңызы зор тақырыпқа – магний-иондық батареяларда (МИБ) қолдануға арналған диоксид титан (TiO_2) негізіндегі нанокұрылымды анодтық материалдарды әзірлеуге арналған. Литий-иондық энергия көздеріне балама іздеу әлемдік деңгейде өзекті болып тұрған жағдайда, көпразрядты магний-иондық жүйелер үшін жаңа материалдар жасау ерекше маңызға ие.

Зерттеудің негізгі мақсаты – әртүрлі синтез әдістерімен алынған TiO_2 нанокұрылымдарының морфологиялық, құрылымдық, физика-химиялық және электрхимиялық қасиеттерін жан-жақты зерттеу және олардың МИБ үшін анодтық материал ретінде қолданылу мүмкіндігін бағалау болды.

Жұмыс барысында синтездің үш түрлі әдісі қолданылды: электрхимиялық анодтау, гидротермиялық және қаттыфазалық синтез. Нәтижесінде TiO_2 нанотүтіктері, наноталшықтары және нанотаяқшалары алынды, олардың морфологиясы мен фазалық құрамы заманауи талдау әдістерімен мұқият сипатталды. Аталған диссертациялық зерттеу аясында алғаш рет анодтау әдісімен алынған TiO_2 нанотүтіктерінің МИБ үшін анод ретінде қасиеттері зерттеліп, осы құрылымдардың Mg^{2+} иондарын интеркаляциялауға қабілеттілігі анықталды.

Ерекше назар TiO_2(B)/анатаз фазалары негізіндегі композиттік анодтарды синтездеуге және оларды $MgClO_4$ пен LiCl негізіндегі гибридті электролиттерде зерттеуге аударылды. Мұндай тәсіл электролит құрамының магний иондарының интеркаляциясы мен деинтеркаляциясының тиімділігіне ықпалын анықтауға, сондай-ақ анодтық материалдың сыйымдылық сипаттамаларын арттыруға мүмкіндік беретін жағдайларды айқындауға жол ашты.

Жұмыстың ең маңызды ғылыми нәтижелерінің бірі – TiO_2 нанотүтіктері негізіндегі анодтағы разрядтық үдерістерді талдау үшін COMSOL Multiphysics ортасында екі өлшемді сандық модельдеуді қолдану болып табылады. Модель нақты геометриялық және физикалық параметрлерді ескеріп, Mg^{2+} иондарының интеркаляциясының заңдылықтарын, анод құрылымы бойынша токтың таралуын және белсенді беттің деградациясын анықтауға мүмкіндік берді. Мұндай тәсілдің ғылыми

жаңалығы жоғары дәрежемен ерекшеленеді және автордың теориялық даярлығының жоғары деңгейін айқын көрсетеді.

Осы диссертациялық жұмыстың нәтижелері магний-иондық аккумуляторларды одан әрі дамытуға, сондай-ақ наноматериалдарды синтездеу, электрхимиялық модельдеу және энергия жинақтаушы жүйелерді оңтайландыруға байланысты іргелес бағыттар үшін құнды болып табылады.

Жұмыстың ғылыми және практикалық маңыздылығы халықаралық және ұлттық конференцияларда ұсынылған 13 ғылыми жарияланым мен баяндама тезистері арқылы расталған.

Менің ойымша, Райгуль Джумановаңың диссертациялық жұмысы жоғары ғылыми деңгейде орындалған, докторлық диссертацияларға (PhD) қойылатын талаптарға толық сәйкес келеді және 8D07102 – «Химиялық инженерия» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін беруге лайық.

PhD, Флоренс Вакандио

/қолы бар/