UWS UNIVERSITY OF THE WEST of SCOTLAND

University of the West of Scotland
School of Computing, Engineering and Physical Sciences
Paisley, PA1 2BE.,
Scotland, UK

DISSERTATION REVIEW

This is the review of Dr. Mojtaba Mirzaeian from the School of Computing, Engineering and Physical Sciences, University of the West of Scotland as the Foreign Scientific Supervisor on the thesis (dissertation) of Miss Nurbolat Shyryn Tanyrbergenkyzy entitled as "Electrode composites for supercapacitors based on carbon materials and metal oxides", presented for the degree of Doctor of Philosophy on a speciality 8D07110-Materials science and technology of new materials.

Supercapacitors play an important role in a future clean-energy landscape to meet the challenges of existing energy-storage/delivery systems. They suffer from low energy density and are mainly used for the storage/delivery of electrical energy in high power demands. However, improvement of their energy density is vital for the development of energy storage systems that can respond to the energy demands of emerging technologies requiring a wider energy/power spectrum. Therefore, the choice of research interest and related methods in this area is important and appropriate for a high-level PhD thesis.

As part of her PhD studies, Miss Nurbolat Shyryn Tanyrbergenkyzy attended my Energy Storage Research Laboratory in the School of Computing, Engineering and Physical Sciences at University of the West of Scotland, for a period of 75 days from 1st April to 14th June 2022. During her internship, she conducted a wide range of experiments on the preparation of functional electrode materials for supercapacitor applications. She produced a range of cobalt doped carbon composites through the synthesis of cobalt-loaded resorcinol formaldehyde polymeric gels followed by the pyrolysis of the gels at elevated temperature of 800 °C under nitrogen atmosphere, and activation of the resultant composite carbon at 800 °C under CO_2. The obtained materials consisting of synthesized cobalt oxide loaded activated carbons were later used as electrode materials to improve the energy storage performance of supercapacitors. The results of her studies have shown that the capacity of the Co@AC composites used as the electroactive material in electrode formulation at positive voltages can be monotonously controlled over a wide range by choosing the composition of the composite, which is determined by the composition of the precursors during the gelation process; indicating that optimization of a symmetrical capacitor for a variety of applications is possible. A symmetrical capacitor made from the

synthesized Co@AC composite showed a high capacitance and high-rate capability and exhibited high capacitance retention after 10,000-cycle testing, mainly as a result of the strong binding of cobalt species into a carbon matrix.

In addition to these results, the other part of her research work shows the preparation of Co_3O_4 nanoparticles by different synthesis routes such as pyrolysis of aerosol, and chemical deposition. The electrochemical activity and specific capacity of Co_3O_4 nanoparticles were compared before and after the reduction treatment of the material, and a new effect of a significant increase in the electrochemical activity of reduced Co_3O_4 electrodes is demonstrated.

This dissertation is a comprehensive work which contains a significant number of experimental results and includes an integrated approach to solving research problems.

In closing, as detailed above and based on my experience working with her, I can unreservedly recommend Miss Nurbolat Shyryn Tanyrbergenkyzy to be awarded a PhD degree.

Yours sincerely,

Dr Mojtaba Mirzaeian

M. Mirzaeian

Associate Professor in Chemical Engineering
School of Computing, Engineering and Physical Sciences
University of the West of Scotland
Paisley, PA1 2BE
Scotland, UK

University of the West of Scotland
School of Computing, Engineering and
Physical Sciences
High Street
Paisley
PA1 2BE

Батыс Шотландия университеті
Есептеу техникасы, инженерия және
физика ғылымдары мектебі
Пейсли қаласы, PA1 2BE,
Шотландия, Ұлыбритания

ДИССЕРТАЦИЯҒА ПІКІР

Бұл - Батыс Шотландия университетінің Есептеу техникасы, инженерия және физика ғылымдары факультетінің докторы Моджтаба Мирзоянның Нұрболат Шырын Таңырбергенқызының 8D07110-Материалтану және жаңа материалдар технологиясы мамандығы бойынша философия докторы PhD ғылыми дәрежесін алуға ұсынған «Көміртекті материалдар мен металл оксидтері негізінде суперконденсаторларға арналған электродты композиттер» атты диссертациясына шетелдік ғылыми жетекші ретіндегі пікірі.

Суперконденсаторлар энергияны сақтаудың/жеткізудің қолданыстағы жүйелерінің проблемаларын шешу үшін таза энергияның болашағы үшін маңызды рөл атқарады. Олар аз энергия тығыздығынан зардап шегеді және негізінен энергияның жоғары қажеттіліктері кезінде электр энергиясын сақтау/жеткізу үшін пайдаланылады. Алайда суперконденсаторлардың энергия тығыздығын арттыру энергияны сақтау жүйелерін әзірлеу үшін өте маңызды, ол энергияның/қуаттың неғұрлым кең спектрін талап ететін жаңа технологиялардың энергияға деген қажеттілігін қанағаттандыра алады. Сондықтан осы саладағы зерттеуге деген қызығушылықты және олармен байланысты әдістерді таңдау жоғары деңгейдегі докторлық диссертация үшін маңызды және орынды.

Өзінің докторлық зерттеулері аясында Нұрболат Шырын Таңырбергенқызы Батыс Шотландия университетінің «Есептеу, инженерлік және физика ғылымдары» мектебіндегі менің энергияны сақтау зертханамда 2022 жылдың 1 сәуірінен 14 маусымына дейін 75 күн бойы болды. Тағылымдама кезінде суперконденсатор ретінде қолдану үшін функционалдық электродты материалдарды дайындау бойынша кең спектрлі тәжірибелер жүргізді. Ол кобальтпен легірленген резорцин-формальдегидті полимерлік гельдерді синтездеу жолымен бірқатар кобальт қосылған көміртекті композиттерді өндірді, кейіннен азот атмосферасында 800 °C жоғары температурада гельдерді пиролиздеу және CO_2 атмосферасында 800 °C температурада композитті көміртекті белсендіру жұмыстарын жүргізді. Құрамында кобальт оксиді бар синтезделген белсендірілген көмірден жасалған материалдар кейіннен суперконденсаторлардың энергия жинақтау қасиетін арттыру үшін электродты материалдар ретінде пайдаланылды. Оның зерттеу нәтижелері кернеудің оң мәнінде электродтар құрамында электроактивті материал ретінде пайдаланылатын Co@AC композиттерінің сыйымдылығын гель түзілу процесінде алдыңғы құраммен анықталатын композит құрамын таңдау арқылы бақылауға болатынын көрсетті; яғни

қолдану мақсатына қарай симметриялы конденсаторды оңтайландыру мүмкін екендігін көрсетті. Синтезделген Co@AC композитінен жасалған симметриялы конденсатор жоғары сыйымдылықты және жоғары заряд/разряд жылдамдығын көрсетті және кобальт бөлшектерінің көміртегі матрицасымен күшті байланысуының нәтижесінде 10000 сынақ циклынан кейін сыйымдылықтың толықтай сақталғаны анықталды.

Осы нәтижелерге қосымша оның зерттеу жұмысының басқа бөлігі аэрозоль пиролизі және химиялық тұндыру сияқты синтездеудің әртүрлі тәсілдерімен Co_3O_4 нанобөлшектердің алынуына арналған. Алынған Co_3O_4 бөлшектерінің тотықсыздандыруға дейін және кейін электр химиялық белсенділігі мен меншікті сыйымдылығына салыстыру жүргізілді, нәтижесінде Co_3O_4 электродтардың электр химиялық белсенділігінің едәуір артқаны көрсетілді.

Бұл дисертация эксперименттік нәтижелердің едәур санын қамтитын кешенді жұмыс болып табылады және зерттеу міндеттерін шешудің кешенді жолдарын қамтиды.

Қорытындылай келе, жоғарыда егжей-тегжейлі сипатталғандай және менің онымен жұмыс істеу тәжірибемнің негізінде мен Нұрболат Шырын Таңырбергенқызын философия докторы дәрежесін алуға сөзсіз ұсына аламын.

Құрметпен,
Доктор Моджтаба Мирзоян
/қолы бар/

Химиялық инженерия кафедрасының доценті
Есептеу техникасы, инженерия және физика ғылымдары мектебі
Батыс Шотландия Университеті
Пейсли қаласы, PA1 2BE,
Шотландия, Ұлыбритания

/ мөрдің мазмұны:
Батыс Шотландия Университеті
Есептеу техникасы, инженерия және физика ғылымдары мектебі
Негізгі көше
Пейсли
PA1 2BE /