

ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
Д.В. Сокольский атындағы
«Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АО «Институт топлива, катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis
and electrochemistry»

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

4 (448)

JULY – AUGUST 2021

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of chemistry and technologies scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия химии и технологий» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество в глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың бірінші проректоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, PhD докторы, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Реддинг университетінің профессоры (Реддинг, Англия) Н = 40

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдар университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) Н = 15

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ66VPY00025419** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік. Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/archiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

Редакцияның мекенжайы: 050100, Алматы қ., Қонаев к-сі, 142, «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты» АҚ, каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

Редакционная коллегия:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, Первый проректор КазНУ имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, доктор PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛЪТАЕВ Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия) Н = 15

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ66VPY00025419, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2021

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, president of NAS RK, general director of JSC "Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky (Almaty, Kazakhstan) H = 4

Editorial board:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the international Scientific and production holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

AGABEKOV Vladimir Enokovich (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) H = 13

STRNAD Miroslav, head of the laboratory of the institute of Experimental Botany of the Czech academy of sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) H = 66

BURKITBAYEV Mukhambetkali, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, first vice-rector of al-Farabi KazNU (Almaty, Kazakhstan) H = 11

HOHMANN Judith, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, university of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) H = 38

ROSS Samir, Ph.D., professor, school of Pharmacy, national center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 35

KHUTORANSKY Vitaly, Ph.D., pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) H = 40

TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of NAS RK, ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 13

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine. faculty of Oriental medicine, Hamdard university (Karachi, Pakistan) H = 21

FAZYLOV Serik Drakhmetovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director for institute of Organic synthesis and coal chemistry (Karaganda, Kazakhstan) H = 6

ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) H = 4

KHALIKOV Jurabay Khalikovich, doctor of chemistry, professor, academician of the academy of sciences of Tajikistan, institute of Chemistry named after V.I. Nikitin AS RT (Tajikistan) H = 6

FARZALIEV Vagif Medzhid ogly, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) H = 13

GARELIK Hemda, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) H = 15

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan **No. KZ66VPY00025419**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *organic chemistry, inorganic chemistry, catalysis, electrochemistry and corrosion, pharmaceutical chemistry and technology.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2021

Editorial address: JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry», 142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 4, Number 448 (2021), 48 – 52

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.66>

УДК 541.13; 541.64

Рахимова А.К.*, Айт С., Уразов К.А.

Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского, Алматы, Казахстан.

E-mail: ainura_302015@mail.ru

**ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ PEDOT:
PSS, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ**

Аннотация: получены полимерные пленки PEDOT:PSS методом центрифугирования (spin-coating), которые обладают полупроводниковыми свойствами. Определено влияние скорости вращения на качество получаемых пленок. Методом атомно-силовой микроскопии определены морфология поверхности и параметры шероховатости исследуемых пленок. Показано, что все пленки PEDOT:PSS, полученные при разных скоростях вращения, обладают хорошей пропускной способностью. Исследование фотоэлектрохимическим методом анализа показало, что пленки проявляют фотосвойства.

Ключевые слова: проводящий полимер, PEDOT:PSS, тонкая пленка, фотоэлектрохимия, метод центрифугирования.

Введение. В основном высокоэффективные органические солнечные элементы (ОСЭ) изготавливаются из поли (3,4-этилендиокситиофена): поли (стиролсульфонат) (PEDOT:PSS) в качестве анодного буферного слоя, прозрачного электрода и активного светопоглощающего органического слоя. PEDOT:PSS использовался в органических фотоэлектрических устройствах в качестве слоя для инъекции/сбора дырок благодаря своей хорошей прозрачности, высокой проводимости, способности уменьшить шероховатость поверхности, чтобы избежать коротких замыканий и улучшить рассеяние и поглощение света [1-3].

Чтобы преодолеть плохую растворимость и неплавкость чистого PEDOT, он полимеризуется водорастворимым полиэлектролитом PSS, который действует как допант, противоион и способствует образованию стабильного водного коллоидного раствора. Раствор PEDOT: PSS является кислым по своей природе, поэтому, если вода не удаляется полностью, она вызывает разрушение соседних слоев. В осажденной пленке избыток PSS из коллоидного раствора PEDOT:PSS не только увеличивает работу выхода, но и существенно снижает перпендикулярную проводимость. Исследователи применили широкий спектр различных подходов к решению этих проблем. Одним из выходов

решения проблемы является химическая модификация. Химическая модификация включает модификацию PEDOT:PSS путем добавления поверхностно-активных веществ и органических растворителей или термический отжиг для подавления эффектов экранирования или улучшения смачиваемости [4-6].

Пленки PEDOT: PSS обычно наносятся с использованием различных методов, таких как нанесение покрытия методом центрифугирования [7], roll-to-roll [8-9], струйная печать [10], трафаретная печать [11-13] и нанесение покрытий распылением [14]. Очевидным преимуществом метода центрифугирования является совместимость с широким спектром жидкостей на различных подложках, низким расходом материала из-за разбавленного раствора и осаждение на большой площади, низкая стоимость оборудования и высокая производительность. Скорость вращения влияет на толщину, качество поверхности и даже на состав пленки. Однако этот фактор не изучен или до настоящего времени изучен неэффективно. В данной работе мы изучаем влияние скорости вращения на пленки PEDOT:PSS, и результирующее воздействие на фотоэлектрические характеристики полученных образцов.

Материалы и методы исследования. Пленки PEDOT:PSS получали методом

центрифугирования с использованием прибора «Модуль EM-04» (Вольта) с возможностью контролировать скорость вращения до 2500 об/мин. Использовался водный раствор полимера PEDOT:PSS фирмы Sigma-Aldrich. Нанесение пленок производилось на предварительно очищенные оптически прозрачные электроды, представляющие собой стекло, покрытое слоем, фторированным оксидом олова (FTO/стекло), размером 10x25 мм. При вращении FTO/стекло подложки были зафиксированы в горизонтальной плоскости специальным держателем, что позволило избежать смещения подложки и исключить влияние положения на равномерность нанесения пленки. Процесс нанесения выполняется в течение 60 секунд при различных скоростях вращения от 1000 об/мин до 1400 об/мин. Приготовленные образцы высушивали в муфельной печи в течение 10 минут при температуре 100°C.

Методом атомно-силовой микроскопии (JSPM5200, JEOL) проведены исследования морфологии поверхности и параметров шероховатости.

Исследование спектров пропускания было выполнено с помощью спектрометра СФ-256 УВИ с возможностью регистрации

коэффициента пропускания в интервале длины волны от 190 нм до 1100 нм.

Фотоэлектрические свойства полученных пленок были исследованы методом фотоэлектрохимического (PEC) анализа с использованием потенциостата – гальваностата Gill AC в трех электродной кварцевой ячейке, где рабочим электродом служили изготовленные образцы с тонкой пленкой, противоэлектродом – платиновая спираль, в качестве электрода сравнения использовался хлорсеребряный электрод. Фототоки регистрировали в режиме темнота/освещение из раствора 0,1 М сульфата натрия. В качестве источника света была использована галогеновая лампа мощностью 75Вт.

Результаты и их обсуждение.

Морфология поверхности пленок PEDOT:PSS, полученные методом центрифугирования при разных скоростях вращения (рисунок 1), имеет сложную гранулированную структуру. Пленка формируется как из мелких, так и крупных частиц, размер которых могут достигать 150-200 нм, как показано на рисунке. Параметры шероховатости исследуемых пленок представлены на рисунке 1 в виде изображения поверхности и информации о параметрах частиц на выделенном участке.

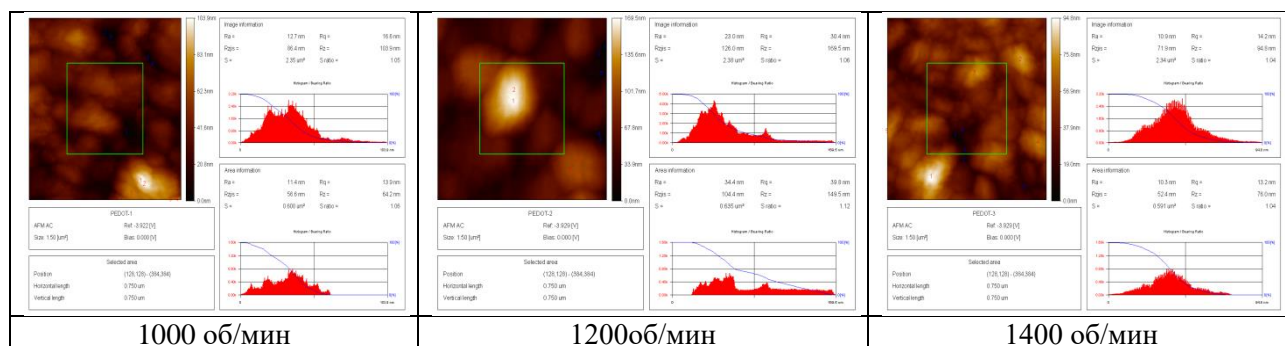


Рисунок 1 – АСМ изображение и график расположения частиц PEDOT:PSS по размерам для выбранного участка поверхности

Параметры шероховатости поверхности пленки PEDOT:PSS на выбранных участках 750x750 нм представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры структуры поверхности тонких пленок PEDOT:PSS на FTO/стекле

Скорость вращения, об/мин	R_a , нм средняя шероховатость	R_{zjis} , нм средняя шероховатость по 10 точкам	R_q , нм корень квадратный из квадрата шероховатости	R_z , нм разность между максимумом и минимумом высоты анализируемого изображения
1000	12,7	86,4	16,6	103,9
1200	23,0	126,0	30,4	169,5
1400	10,9	71,9	14,2	94,8

На рисунке 2 изображены спектры пропускания образцов пленок PEDOT:PSS, полученных при разных скоростях вращения. Спектральные кривые окрашенных образцов

характеризуются появлением избирательной или сплошной полосы поглощения в видимой области спектра.

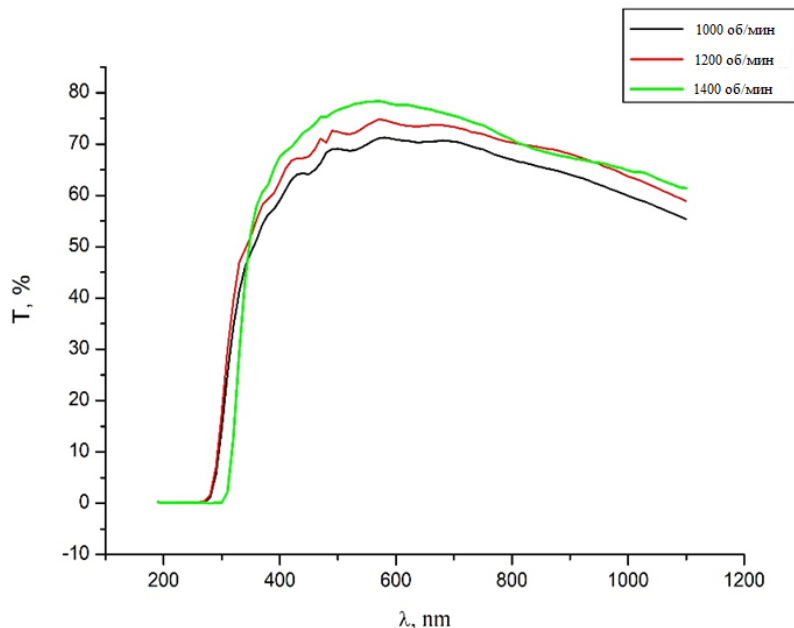


Рисунок 2 – Спектры пропускания пленок PEDOT:PSS

Для определения фотоэлектрохимических свойств был выбран образец с пленкой PEDOT:PSS, полученный при скорости вращения 1400 об/мин. На рисунке 3 представлена хроноамперометрическая

зависимость при прерывистом освещении. Как показано на рисунке, пленка PEDOT:PSS слабый фотоотклик.

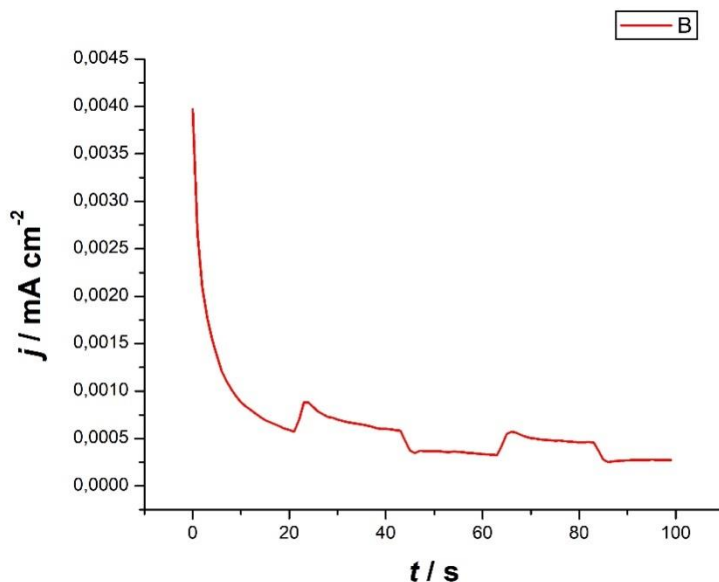


Рисунок 3 –Хроноамперометрическая зависимость при прерывистом освещении

Выводы. По результатам полученных данных определено, что при высоких скоростях вращения формируется более мелкозернистая пленка PEDOT:PSS с хорошей пропускной способностью, а также проявляет фототок. Полученные данные показывают, что эти

пленки перспективны для использования в фотоэлементах.

Финансирование работы: Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант №AP08051961).

Рахимова А.К.*, Айт С., Уразов К.А.

Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты, Алматы, Қазақстан.
E-mail: ainura_302015@mail.ru

ЦЕНТРИФУГАЛАУ ӘДІСІМЕН АЛЫНҒАН PEDOT:PSS ПОЛИМЕРЛІК ҚАБЫҚШАЛАРЫ

Аннотация: центрифугалау әдісімен (spin-coating) жартылай өткізгіштік қасиеті бар PEDOT:PSS полимерлі қабықшалары алынды. Алынатын қабықшалардың сапасына айналдыру жылдамдығының әсері анықталды. Зерттелетін қабықшалардың беттік құрылымы мен кедір-бұдырлық параметрлері атомдық күш микроскопиясының көмегімен анықталды. Өртүрлі айналдыру жылдамдықтарында алынған барлық PEDOT: PSS қабықшалары жақсы өткізу қабілетіне ие екендігі көрсетілді. Фотоэлектрохимиялық талдау әдісі арқылы жүргізілген зерттеулер алынған қабықшалар фото қасиеттерге ие екендігін көрсетеді.

Түйін сөздер: өткізгіш полимер, PEDOT:PSS, жұқа қабықшалар, фотоэлектрохимия, центрифугалау әдісі.

Rakhimova A.K.*, Ait S., Urazov K.A.

D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: ainura_302015@mail.ru

PEDOT: PSS POLYMER FILMS OBTAINED BY SPIN-COATING METHOD

Abstract: PEDOT:PSS polymer films have been obtained by spin-coating method, which have semiconducting properties. The influence of the rotation speed on the quality of the resulting films is determined. The surface morphology and roughness parameters of the films were determined by atomic force microscopy. It is shown that all PEDOT:PSS films obtained at different rotation speeds have good transmission ability. Photoelectrochemical analysis showed that the films exhibit photo properties.

Key words: conductive polymer, PEDOT:PSS, thin film, photoelectrochemistry, spin-coating method.

Information about authors:

Rahimova Ainur – PhD, D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, ainura_302015@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3681-9232>;

Ait Sauyk – PhD, Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, ait-sauik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6166-2604>;

Urazov Kazhmukhan Amankeldievich – PhD, D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, u_kazhm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6460-5653>.

REFERENCES

[1] D.S. Hecht, L. Hu, G. Irvin (2011) Emerging Transparent Electrodes Based on Thin Films of Carbon Nanotubes, Graphene, and Metallic Nanostructures, *Adv. Mater.* 23:1482. DOI: 10.1002/adma.201003188.

[2] D. Alemu, H.Y. Wei, K.C. Ho, C.W. Chu, Highly conductive PEDOT:PSS electrode by simple film treatment with methanol for ITO-free polymer solar cells *Energy Environ. Sci.* 5 (2012) 9662. DOI: 10.1039/C2EE22595F.

[3] Kumar P., Kumar A., Shin P, Ochiai Sh. (2014) Influence of solvent treatment with fluoro compounds on the properties of poly (3,4-ethylenedioxythiophene): poly (styrene sulfonate) polymer as a hole transport layer in polymer solar cells *J. of Photonics for Energy*, 4 (1), 043097 (2014). DOI: 10.1117/1.JPE.4.043097.

[4] Y. Xia, J. Ouyang, (2011) PEDOT:PSS films with significantly enhanced conductivities induced by preferential solvation with cosolvents and their application in polymer photovoltaic cells, *J. Mater. Chem.*, 21: 4927–4936 DOI:10.1039/c0jm04177g 0959-942.

[5] P.A. Levermore et al., (2007) Fabrication of highly conductive poly (3,4-ethylenedioxythiophene) films by vapor phase polymerization and their application in efficient organic light-emitting diodes, *Adv. Mater.*, 19 (17): 2379–2385 DOI:10.1002/(ISSN)1521-4095 0935-9648.

- [6] Dimitriev O.P., Piryatinski Y.P., Pud A.A., (2011) Evidence of the controlled interaction between PEDOT and PSS in the PEDOT:PSS complex via concentration changes of the complex solution, *J. Phys. Chem. B*, 115 (6): 1357–1362 DOI:10.1021/jp110545t 1520-6106.
- [7] Kumara S., Kimb H., Sundar Kumar S. (2020) Spin and doctor-blade coated PEDOT:PSS back electrodes in inverted organic solar cells, *Solar Energy*, 204: 64-70 DOI: 10.1016/j.solener.2020.04.071.
- [8] Batra S., Zhao W., Yalcin B., Cakmak M. (2018) Novel Hybrid Composite Films by Roll-to-Roll Processing Book Chapter, 9: 261-283. DOI: 10.1002/9781119163824.ch9.
- [9] Fenoya G.E., Van der Schuerenc B., Scottoa J., Boulmedaise F., Ceolina M.R., Bégin-Colinf S., Bégin D., Marmisolléa W.A., O. Azzaronia (2018) Layer-by-layer assembly of iron oxide-decorated few-layer grapheme PANI:PSS composite films for high performance supercapacitors operating in neutral aqueous electrolytes, *J. Electrochem. Acta*, 286: 1178-1187 DOI: 10.1016/j.electacta.2018.07.085.
- [10] Krebs F.C., Jørgensen M., Norrman K., Hagemann O., Alstrup J., Nielsen, T.D. (2009) A complete process for production of flexible large area polymer solar cells entirely using screen printing—first public demonstration, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 93: 422–441 DOI:10.1016/j.solmat.2008.12.001.
- [11] Krebs F.C. (2009) Fabrication and processing of polymer solar cells: a review of printing and coating techniques, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 93: 394–412 DOI: 10.1016/j.solmat.2008.10.004.
- [12] Krebs F.C., Alstrup J., Spanggaard H., Larse K., Kold E. (2004) Production of large area polymer solar cells by industrial silk screen printing, lifetime considerations and lamination with polyethyleneterephthalate, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 83:293–300 DOI:10.1016/S0927-0248(04)00101-1.
- [13] Krebs F.C., Spanggaard H., Kjær T., Biancardo M., Alstrup J. (2007) Large area plastic solar cell modules, *Mater. Sci. Eng.*, 138:106–111. DOI:10.1016/j.mseb.2006.06.008.
- [14] Ishikawa T., Nakamura M., Fujita K., Tsutsui T. (2004) Preparation of organic bulk heterojunction photovoltaic cells by evaporative spray deposition from ultradilute solution, *Appl. Phys. Lett.*, 84:2424–2426 DOI:10.1063/1.1690493.

МАЗМҰНЫ

Акурпекова А.К., Закарина Н.А., Корнаухова Н.А., Дәлелханұлы О., Жумадуллаев Д.А. МОНТМОРИЛЛОНИТ НЕГІЗІНДЕ МУЛЬТИКОМПОНЕНТТІ МАТРИЦАСЫ БАР HLaY -ҚҰРАМДЫ КАТАЛИЗАТОРЛАРДАҒЫ ВАКУУМДЫ ГАЗОЙЛДІҢ КРЕКИНГІСІ.....	6
Алиева Н.Т., Джавадова А.А., Эфендиева Х.К., Мамедова А.Х., Махаррамова З.К. ЖОҒАРЫ СІЛТІЛІ ЖУУ-ДИСПЕРЦИЯЛАУ ҚОСПАЛАРЫ НЕГІЗІНДЕ КЕМЕ, ТЕПЛОВАЗ ЖӘНЕ СТАЦИОНАРЛЫҚ ДИЗЕЛЬДЕРГЕ АРНАЛҒАН МАЙЛАУ КОМПОЗИЦИЯЛАРЫ.....	14
Жумабек М., Кауменова Г.Н., Манабаева А., Сарсенова Р.О., Котов С.О. ТАБИҒИ ГАЗДЫ КОМПОЗИТТІ Ni-Al-Mg-Mn КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА ПАРЦИАЛДЫ ТОТЫҚТЫРУ.....	19
Ибраев М.К., Исабаева М.Б., Тусупова А.С., Аманжолова А.С., Куандықова А.А. КАЛЬЦИЙ МЕН МАГНИЙ ГУМАТТАРЫНЫҢ СУДА ЕРИТІН ХЕЛАТТЫҚ ФОРМАЛАРЫН АЛУ.....	27
Мамедов К.А., Алиев С.Т., Нуруллаев В.Х. МҰНАЙ КӘСІПШІЛІГІ ЖАБДЫҚТАРЫ МЕН ҚҰБЫРЖОЛДАРЫ ҮШІН КОРРОЗИЯНЫҢ ЖАҢА ТЕЖЕГІШІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТІ АРТТЫРУ.....	32
Мусина Г.Н., Такибаева А.Т., Кулаков И.В., Жорабек А.А., Шахметова Г.А. ТАСКӨМІР ШАЙЫРЫН МҰНАЙ-ХИМИЯ ЖӘНЕ ОТЫН МАҚСАТЫНДАҒЫ ӨНІМДЕРГЕ ҚАЙТА ӨНДЕУ.....	40
Рахимова А.К., Айт С., Уразов К.А. ЦЕНТРИФУГАЛАУ ӘДІСІМЕН АЛЫНҒАН PEDOT: PSS ПОЛИМЕРЛІК ҚАБЫҚШАЛАРЫ.....	48
Сигуатова С.К., Жусупова А.И., Жұмалиева Г.Т., Жусупова Г.Е. ORIGANUM VULGARE ТҮРДЕГІ ӨСІМДІКТЕРДЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАР КЕШЕНІН БӨЛҮДІҢ ОҢТАЙЛЫ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ.....	53
Шевелева Ю.А., Литвиненко Ю.А., Мухтарова Н.М., Хуторянский В.В. DATURA STRAMONIUM L. (SOLANACEAE) ӨСІМДІГІНІҢ АМИН ЖӘНЕ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫ.....	61
Чернякова Р.М., Жүсіпбеков Ө.Ж., Сұлтанбаева Г.Ш., Қайыңбаева Р.Ә., Қожабекова Н.Н. СУЛЫ ОРТАДАН ТАҒАН БЕНТОНИТІМЕН МАНГАНЕЦ (II) ЖӘНЕ ВАНАДИЙ (IV) КАТИОНДАРЫН СОРБЦИЯЛАУ.....	68

СОДЕРЖАНИЕ

Акурпекова А.К., Закарина Н.А., Корнаухова Н.А., Далелханулы О., Жумадуллаев Д.А. КРЕКИНГ ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ НА HLaY -СОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ С МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ МАТРИЦЕЙ НА ОСНОВЕ МОНТМОРИЛЛОНИТА.....	6
Алиева Н.Т., Джавадова А.А., Эфендиева Х.К., Мамедова А.Х., Махаррамова З.К. СМАЗЫВАЮЩИЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ МОРСКИХ, ЛОКОМОТИВНЫХ И СТАЦИОНАРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОЩЕЛЧНЫХ ДОБАВОК МОЮЩИХ-ДИСПЕРСАНТОВ.....	14
Жумабек М., Кауменова Г.Н., Манабаева А. Сарсенова Р.О., Котов С.О. Ni-Al-Mg-Mn КОМПОЗИТНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ПАРЦИАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА.....	19
Ибраев М.К., Исабаева М.Б., Тусупова А.С., Аманжолова А.С., Куандыкова А.А. ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ХЕЛАТНЫХ ФОРМ ГУМАТОВ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ.....	27
Мамедов К.А., Алиев С.Т., Нуруллаев В.Х. ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВОГО ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ ДЛЯ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ.....	32
Мусина Г.Н., Такибаева А.Т., Кулаков И.В., Жорабек А.А., Шахметова Г.А. ПЕРЕРАБОТКА КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ В ПРОДУКТЫ НЕФТЕХИМИИ И ТОПЛИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	40
Рахимова А.К., Айт С., Уразов К.А. ПОЛИМЕРНЫЕ ПЛЕНКИ РЕДОТ: PSS , ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ.....	48
Сигуатова С.К., Жусупова А.И., Жумалиева Г.Т., Жусупова Г.Е. РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ КОМПЛЕКСА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТЕНИЙ ВИДА <i>ORIGANUM VULGARE</i>	53
Шевелева Ю.А., Литвиненко Ю.А., Мухтарова Н.М., Хуторянский В.В. АМИНО И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЯ <i>DATURA STRAMONIUM L. (SOLANACEAE)</i>	61
Чернякова Р.М., Джусипбеков У.Ж., Султанбаева Г.Ш., Кайынбаева Р.А., Кожобекова Н.Н. СОРБЦИЯ КАТИОНОВ МАРГАНЦА (II) И ВАНАДИЯ (IV) ТАГАНСКИМ БЕНТОНИТОМ В ВОДНОЙ СРЕДЕ.....	68

CONTENTS

Akurpekova A.K., Zakarina N.A., Kornaukhova N.A., Dalekhanuly O., Zhumadullaev D.A. CRACKING OF VACUUM GAS OIL ON HLAY-CONTAINING CATALYSTS WITH A MULTICOMPONENT MATRIX BASED ON MONTMORILLONITE.....	6
Aliyeva N.T., Javadova A.A., Efendiyeva K.Q., Mammadova A.K., Maharramova Z.K. LUBRICATING COMPOSITIONS FOR MARINE, LOCOMOTIVE AND STATIONARY DIESELS BASED ON HIGH-ALKALINE DETERGENT-DISPERSANT ADDITIVES.....	14
Zhumabek M., Kaumenova G.N., Manabayeva A., Sarsenova R.O., Kotov S.O. Ni-Al-Mg-Mn COMPOSITE CATALYSTS FOR PARTIAL OXIDATION OF NATURAL GAS.....	19
Ibrayev M.K., Issabayeva M.B., Tusupova A.S., Amanzholova A.S., Kuandykova A.A. OBTAINING OF WATER-SOLUBLE CHELATE FORMS OF CALCIUM AND MAGNESIUM HUMATE.....	27
Mammedov K., Aliyev S., Nurullayev V. APPLICATION OF NEW CORROSION INHIBITOR FOR OILFIELD EQUIPMENT AND PIPELINES FOR IMPROVING THE ECOLOGICAL SECURITY.....	32
Musina G.N., Takibayeva A.T., Kulakov I.V., Zhorabek A.A., Shakhmetova G.A. PROCESSING OF COAL TAR INTO PETROCHEMICALS AND FUEL PRODUCTS.....	40
Rakhimova A.K., Ait S., Urazov K.A. PEDOT: PSS POLYMER FILMS OBTAINED BY SPIN-COATING METHOD.....	48
Sigmatova S.K., Zhusupova A.I., Zhumaliev G.T., Zhusupova G.E. DEVELOPMENT OF AN OPTIMAL TECHNOLOGY FOR ISOLATION OF A COMPLEX OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS FROM PLANTS OF THE <i>ORIGANUM VULGARE</i> SPECIES.....	53
Sheveleva Y.A., Litvinenko Y.A., Mukhtarova N.M., Khutoryanskiy V.V. AMINO AND FATTY ACID COMPOSITION OF DATURA STRAMONIUM L. (SOLANACEAE).....	61
Chernyakova R.M., Jussipbekov U.Zh., Sultanbayeva G.Sh., Kaiynbayeva R.A., Kozhabekova N.N. SORPTION OF MANGANESE (II) AND VANADIUM (IV) CATIONS BY TAGAN BENTONITE IN AN AQUEOUS MEDIUM.....	68

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*
Верстка на компьютере *В.С. Зикирбаева*

Подписано в печать 15.08.2021.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
4,6 п.л. Тираж 300. Заказ 4.