

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

3 (452)

JULY – SEPTEMBER 2022

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

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 Мынжасарұлы (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), Рединг университетінің профессоры (Рединг, 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, Хамдард 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 4 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/arithv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2022

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 В ладимир 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

ТЕЛЬГАЕВ 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: 4 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/archiv>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2022

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

KHUTORYANSKY 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: 4 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, 2022

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 3, Number 452 (2022), 5-16

<https://doi.org/10.32014/2518-1491.114>

**С. Айт^{1*}, Ж.Ж. Тілепберген¹, У. Султанбек¹, М. Жұрынов¹,
А.Ф. Мифтахова^{1,2}**

¹АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского»,
Казахстан, Алматы;

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Казахстан, Алматы.

E-mail: ait-sauik@mail.ru

**ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
САНТОНИНА В МЕТАНОЛЕ**

Аннотация. Целью настоящей работы является установление электрохимической активности α -сантинина в спиртовых растворах в присутствии разных электролитов для изучения его дальнейшей способности к электрохимической модификации. Целесообразность использования электрохимической методологии заключается в том, что многие электрохимические процессы отвечают требованиям экологической чистоты. Действительно, электрохимические реакции имеют ряд преимуществ: мягкие условия протекания реакции, высокие скорости, чистота и связанная с ней стабильность синтезируемых продуктов, что весьма важно для лекарств, селективность процесса, а также удобный операционный контроль с использованием таких параметров, как плотность тока и потенциал. В данной работе, с помощью метода циклической вольтамперметрии проведены исследования по определению электрохимической активности сантинина на поверхности платинового электрода в метанольном растворе в присутствии электролитов H_2SO_4 , $NaOH$, CH_3ONa . Исследовано влияние фона электролита и различных концентраций сантинина на ход анодных кривых. Из вольтамперных кривых определено, что электроокисление метанола на поверхности платинового электрода является не обратимым процессом, характеризующийся появлением двух анодных максимумов на вольтамперных кривых в прямом и обратном направлении развертки потенциалов. Значения потенциалов

анодных максимумов составляют в щелочной среде -0,2В и -0,35В и в кислой среде 0,6В и 0,45В соответственно. Установлено, что присутствие сантонина в метанольном растворе электролитов 0,1М CH_3ONa и 0,1М H_2SO_4 приводит к торможению электроокисления молекул метанола в широкой области анодных потенциалов на поверхности Pt- электрода.

Ключевые слова: сантонин, циклические вольтамперометрия, анодное окисление, скорость развертки потенциала.

**С. Айт^{1*}, Ж.Ж. Тілепберген¹, У. Сұлтанбек¹, М. Жұрынов¹,
А.Ф. Мифтахова^{1,2}**

¹АҚ «Д.В. Сокольский атындағы Отын, катализ және электрохимия институты», Қазақстан, Алматы;

² Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы.
E-mail: ait-sauik@mail.ru

МЕТАНОЛДАҒЫ САНТОНИННІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Бұл жұмыстың мақсаты α -сантониннің әр түрлі электролиттердің қатысуымен спирттік ерітінділердегі электрохимиялық белсенділігін анықтау және оның әрі қарай электрохимиялық модификацияға түсу қабілетін зерттеу. Электрохимиялық әдістемені қолдану – көптеген электрохимиялық процестердің қоршаған орта тазалығының талаптарына сай болу. Шынында да, электрохимиялық реакциялар бірқатар артықшылықтарға ие: реакцияны жүргізу жағдайларының жеңілдігі, жоғары жылдамдық, синтезделген өнімдердің тазалығы мен тұрақтылығы бұл дәрілік заттар үшін өте маңызды болып табылады, процестің селективтілігі, сонымен қатар ток тығыздығы және потенциал сияқты параметрлерді пайдалану арқылы ыңғайлы операциялық бақылау жасау. Бұл жұмыста, циклдік вольтамперометрия әдісін пайдаланып платина электродында, H_2SO_4 , NaOH , CH_3ONa электролиттерінің метанолды ерітіндісінде сантониннің электрохимиялық белсенділігін анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді. Анодтық қисықтардың жүруіне электролит фонының және сантониннің әртүрлі концентрацияларының әсері зерттелінді. Вольтамперлік қисықтардан платина электродының бетіндегі метанолдың электро тотығуы потенциал сканерінің тура және кері бағыттағы ток-кернеу қисықтарында екі анодтық шыңдардың пайда болуымен сипатталатын қайтымсыз процесс екендігі анықталды. Анодты шыңдардың потенциал

мәндері сілтілі ортада -0,2В және -0,35В, ал қышқыл ортада 0,6В және 0,45В сәйкес келеді. Pt- электродының бетінде, анодты потенциалдың кең аумағында 0,1М CH_3ONa и 0,1М H_2SO_4 электролиттерінің метанолды ерітіндісінде сантониннің метанол молекулаларының электрототығуын тежейтіндігі анықталды.

Түйін сөздер: сантонин, циклдік вольтамперометрия, анодты тотығу, потенциалды беру жылдамдығы.

S. Ait^{1*}, J.J. Tilepbergen¹, U. Sultanbek¹, M. Zhurynov¹, A.F. Miftakhova^{1,2}

¹D.V. Sokolsky JSC Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, ,
Kazakhstan, Almaty;

²Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty.

E-mail: ait-sauik@mail.ru

STUDY OF THE ELECTROCHEMICAL ACTIVITY OF SANTONIN IN METHANOL

Abstract. The purpose of this work is to establish the electrochemical activity of α -santonin in alcoholic solutions in the presence of various electrolytes in order to study its further ability to undergo electrochemical modification. The expediency of using the electrochemical methodology lies in the fact that many electrochemical processes meet the requirements of environmental cleanliness. Indeed, electrochemical reactions have a number of advantages: mild reaction conditions, high rates, purity and associated stability of synthesized products, which is very important for drugs, selectivity of the process, as well as convenient operational control using parameters such as current density and potential. In this work, by using the cyclic voltammetry method, studies were carried out to determine the electrochemical activity of santonin on the surface of a platinum electrode in a methanol solution in the presence of H_2SO_4 , NaOH , CH_3ONa electrolytes. The background electrolyte and various santonin concentrations effects on the course of the anodic curves were studied. From the voltammetric curves, it was determined that the electrooxidation of methanol on the surface of a platinum electrode is an irreversible process that characterized by the appearance of two anodic maximums on the current-voltage curves in the forward and reverse potential sweep directions. The potential values of these maximum are recorded -0.2V and -0.35V in an alkaline environment and 0.6V and 0.45V in an acidic environment, respectively. It has been found that the presence of santonin in a methanolic solution of electrolytes 0.1 M CH_3ONa and 0.1 M H_2SO_4 leads

to inhibition of the electrooxidation of methanol molecules in a wide range of anodic potentials on the Pt electrode surface.

Key words: santonin, cyclic voltammetry, anodic oxidation, potential sweep rate.

Введение. Особенностью современной науки является быстрое развитие теоретических основ изучения механизма действия органических соединений, обладающих физиологической активностью, среди которых важное место занимают биологически активные вещества природного происхождения. Но они не полностью удовлетворяют требованиям современной медицины, поэтому возникает необходимость получения их модифицированных производных.

Одним из перспективных способов модификации органических молекул являются методы, основанные на электрохимических процессах. Целесообразность использования электрохимической методологии заключается в том, что электросинтез предоставляет многочисленные возможности для разработки новых синтетических превращений с участием большого количества функциональных групп (Jun-ichi и др, 2008). Высоко-реакционноспособные промежуточные соединения, образующиеся либо на аноде, либо на катоде, предлагают новые стратегии построения функционализированных сложных молекул (Donohoe, 2000). Как показала анодная электрохимия процессы электроокисления с участием окислительно-восстановительных медиаторов, которые регенерируются в ходе процесса позволяют трансформировать органические соединения при более низких потенциалах окисления, чем стандартные соответствующие потенциалы, в мягких условиях (Lund и др, 2001). Фактически, катион и анион-радикалы могут образовываться в результате электрохимических реакций переноса электрона нейтральными органическими соединениями. Из литературных данных (Beiser и др, 1988) известно, что анодное окисление органических веществ по механизму протекания реакций классифицируются на две группы: 1) прямое окисление, которое подразумевает прямой перенос электрона с субстрата на поверхность электрода и 2) непрямое окисление, которое происходит при взаимодействии субстрата с образующейся на электроде окисленной формой медиатора.

Сесквитерпены и, в частности, сесквитерпеновые лактоны составляют большую группу природных соединений, проявляющих широкий спектр фармакологической активности. Наиболее распространенным и наиболее важным среди них является α -сantonin, который ранее широко использовался в медицине для борьбы с кишечными глистами. Благодаря наличию в молекуле множества разнообразных функциональных групп,

α -сантонин часто использовали в качестве исходного материала для химического синтеза его производных (Blay и др, 2000), которые проявляют большую активность, чем сам исходный сантонин (Seung Hyun Kim и др, 2006).

Несмотря на накопленные обширные исследования химического модифицирования сантонина, электрохимический синтез его производных практически не изучен. Впервые электровосстановление сантонина было осуществлено в 1959 г. для получения некоторых полярографических данных, а далее в литературе встречаются достаточно редкие исследования (Salmon и др, 1997).

В данной работе описаны электрохимические исследования по установлению электрохимической активности α -сантонина в спиртовых растворах в присутствии разных электролитов для изучения его дальнейшей способности к электрохимической модификации и получения его производных с ингибирующей активностью против коронавируса SARS-COV-2.

Материалы и методика эксперимента. Электрохимические измерения проводились в трёх электродной ячейке от Metrohm Vessel, с водяной рубашкой и герметичной крышкой со специальными отверстиями для электродов. В качестве рабочего электрода использовали платиновый дисковый электрод с видимой площадью поверхности 0,071 см², вспомогательную платиновую спираль с площадью рабочей поверхности 7 см². Приведенные в данном исследовании потенциалы измеряли относительно хлор серебряного электрода в насыщенном растворе KCl потенциал которого составляет 198мВ относительно насыщенного водородного электрода.

Циклические вольтамперограммы снимали на потенциостате Autolab 302N (Нидерланды), при скорости развертки потенциала 20 мВ/с. Влияние вращения дискового электрода на кинетику электрохимических реакций изучали при скоростях 500, 1000, 1500 об/мин.

Для исследования использовали особо химический чистый сантонин квалификации 99% от Sigma Aldrich. Метанол от Sigma Aldrich, содержание основного вещества 99,9%. Метоксид натрия CH₃ONa (Sigma Aldrich 98%), серная кислота концентрированная (H₂SO₄), гидроксид натрия (NaOH) марки "хч".

Результаты и обсуждение. Процесс электрохимического окисления сантонина изучали методом циклической вольтамперометрии в растворе метанола на поверхности платинового электрода в присутствии электролитов H₂SO₄, NaOH, CH₃ONa.

Большинство реакций с участием природных соединений проводится

в спиртовых средах. Выбор в качестве среды алифатических спиртов обусловлен не только тем, что большинство природных соединений труднорастворимы в воде, но и тем, что в результате реакции электрохимического алкоксилирования образуются малотоксичные и высокоэффективные физиологически активные вещества. В связи с этим, для исследования электроокисления сантонина в спиртовых растворах, в первую очередь, изучали электрохимическое поведение метанола на платиновом электроде в области анодных потенциалов. Окисление метанола обычно исследовали в кислых растворах (Eguiluz и др, 2008). В последние 20 лет больше внимания уделяется исследованию окисления метанола в щелочных растворах (Matsuoka и др., 2005).

На рисунке 1 представлены циклические вольтамперные кривые платинового электрода в фоновом электролите 0,5М NaOH в диапазоне потенциалов от -1,0 до 0,6В. При развертке потенциала в анодном и в обратном направлении не появляется никаких максимумов, кроме анодного максимума при +0,6В, который обусловлен разрядом гидроксид- ионов с образованием кислорода и катодный максимум при -0,1В обусловленный восстановлением водорода из воды (Prabhuram и др., 1998).

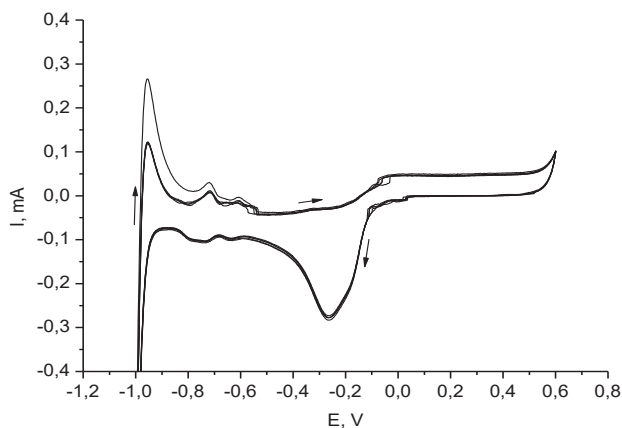
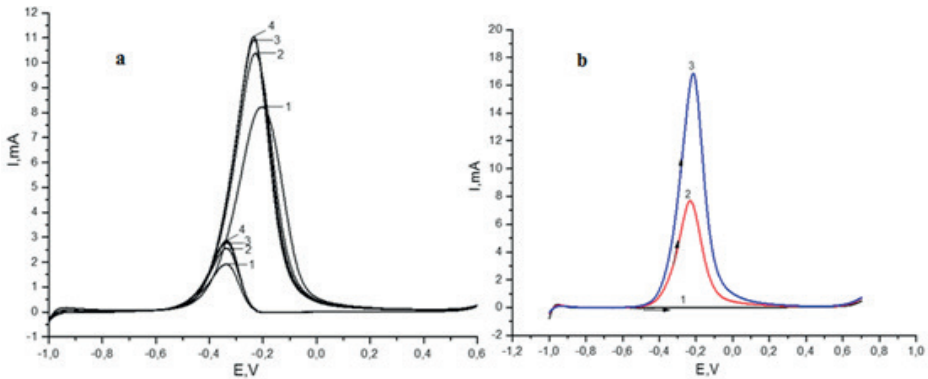


Рисунок 1 – Циклические вольтамперные кривые платинового электрода в фоновом электролите 0,5М NaOH.

Добавление метанола в фоновый раствор 0,5М NaOH приводит к появлению на вольтамперных кривых четко выраженных анодных максимумов его электроокисления при потенциалах около -0,2В в прямом и -0,35В при обратном направлении развертки потенциалов (рисунок 2а, кривая 1). Появление второго анодного пика при обратном сканировании объясняется (Stanley и др., 2009) окислением остаточных частиц, адсорбированных на поверхности электрода после электроокисления

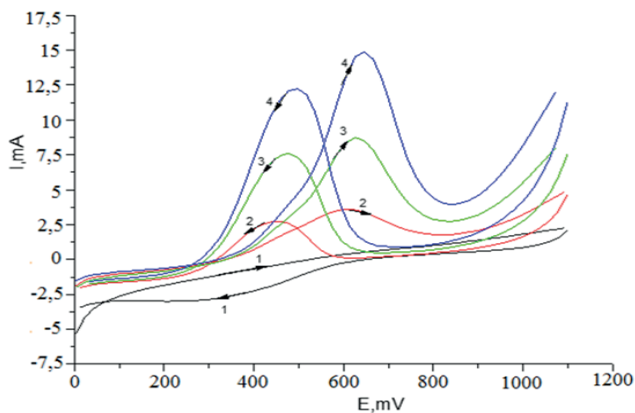
метанола (Wei и др., 2019). Увеличение числа циклов сканирования потенциала в анодном и в катодном направлениях, приводит сначала к росту величины тока анодных максимумов (рисунок 2а, кривые 1-2) затем его стабилизации (рисунок 2а, кривые 3-4). С увеличением концентрации метанола в фоновом растворе 0,5М NaOH увеличивается величина тока анодных максимумов (рисунок 2б, кривые 2-3).



а) 4 цикла б) 1) фон 0,5М NaOH; 2)+ 0,05М CH₃OH; 3) + 0,1М CH₃OH

Рисунок 2 – Циклические вольтамперные кривые электроокисления метанола в растворе 0,5М NaOH

Для исследования электрохимической активности метанола в кислой среде сняли циклические вольтамперные кривые в 0,1М H₂SO₄ на платиновом электроде в интервале потенциалов 0 ÷ 1,1В. Результаты вольтамперных кривых представлены на рисунке 3.



1- фон 0,1М H₂SO₄; концентрации CH₃OH, М (моль/л) 2 – 0,01М; 3 – 0,02М; 4 – 0,05М

Рисунок 3– Циклические вольтамперные кривые электроокисления метанола в водном растворе 0,1М H₂SO₄

Из рисунка видно, что электроокисление метанола в кислой среде дает четко выраженный анодный максимум в анодной развертке потенциалов при 0,6В. При последующей катодной развертке потенциала возобновляется электроокисление метанола и появляется еще один анодный пик при потенциале 0,45В. С увеличением концентрации CH_3OH увеличивается ток анодных максимумов. Из вольтамперных данных электроокисления метанола, полученных при разных электролитах с разными рН значениями, наблюдается что изменение рН электролита приводит к смещению потенциалов анодных максимумов (Chang и др., 2007). Появления анодных пиков как при анодной, так и при катодной развертке объясняется высокой каталитической активностью Pt–электрода для электроокисления метанола (Stremers и др., 2008).

Как было упомянуто выше, большинство органических веществ плохо растворимы или вовсе не растворяются в воде. Поскольку сантонин тоже очень плохо растворяется в водном растворе H_2SO_4 и NaOH , исследования процесса его анодного окисления проводились в неводном метанольном растворе, в соответствующем ему электролите 0,1М CH_3OH и в кислой среде 0,2 мл H_2SO_4 на платиновом электроде. На рисунке 4 представлены влияния скорости вращения дискового электрода на ход анодных кривых окисления метанола.

Из вольтамперных кривых, в фоновом электролите метанола в присутствии 0,1М метоксида натрия наблюдается, что в диапазоне потенциала -0,3 – 1,0В с увеличением скорости вращения электрода ток анодного пика (0,2В) понижается и потенциал окисления смещается в более положительную область.

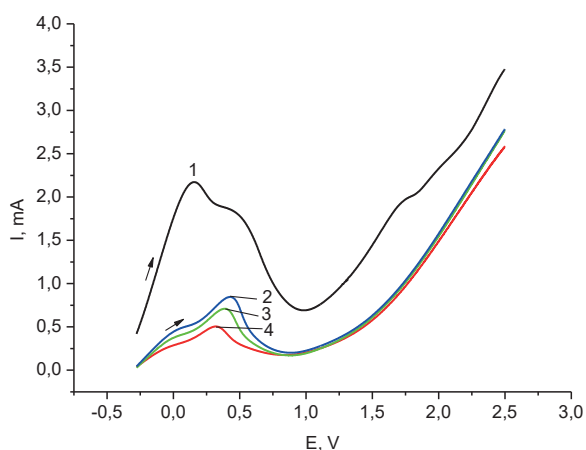


Рисунок 4 – Циклические вольтамперные кривые Pt-ого дискового электрода в фоновом электролите $\text{CH}_3\text{OH} + 0,1\text{M CH}_3\text{ONa}$ (1) со скоростью вращения об/мин: 500 (2); 1000 (3); 1500 (3).

Иная картина появляется при введении сантонина в фоновый раствор метанола. На рисунке 5 представлены вольтамперные кривые сантонина на Pt электроде в метанольном растворе в присутствии электролита 0,1M CH_3ONa .

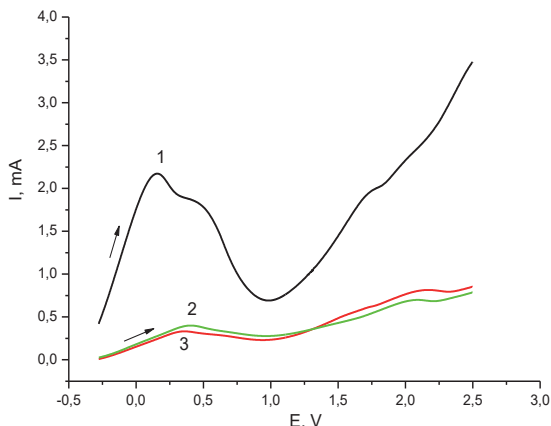


Рисунок 5 – Циклические вольтамперные кривые платинового дискового электрода в фоновом электролите $\text{CH}_3\text{OH} + 0,1\text{M CH}_3\text{ONa}$ (1) в присутствии сантонина (M, моль/л) 0,005M (2); 0,01M (3).

Из рисунка очевидно видно, что добавление сантонина в фоновый раствор оказывает сильное ингибирование в области потенциалов окисления метанола (рисунок 5, кривая 1) на поверхности Pt электрода. С увеличением концентрации сантонина (рисунок 5, кривые 2-3) потенциал максимума тока сдвигается в анодную область в размере 250мВ. Это можно объяснить конкурентной адсорбцией молекул сантонина с молекулами метанола на поверхности электрода.

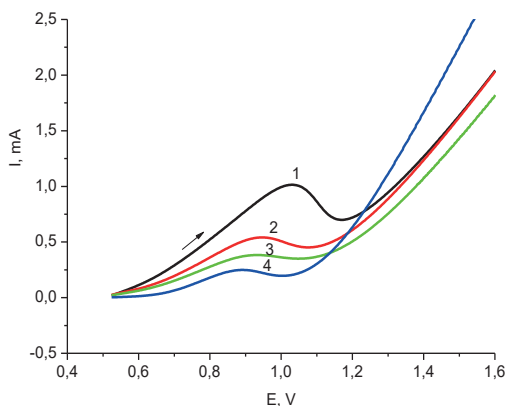


Рисунок 6 – Циклические вольтамперные кривые платинового дискового электрода в фоновом электролите $\text{CH}_3\text{OH} + 0,1\text{M H}_2\text{SO}_4$ (1); в присутствии сантонина (M, моль/л) 0,005M (2); 0,01M (3); 0,02M(4).

Анодные вольтамперные кривые, снятые в фоновом электролите $\text{CH}_3\text{OH} + 0,1\text{M H}_2\text{SO}_4$ на Pt- электроде в отсутствие (кривая 1) и при добавлении сантонина (кривые 2-4), представлены на рисунке 6. На кривой фона отчетливо проявляется максимум тока окисления метанола при потенциале 1,0В. По мере дальнейшего роста потенциала увеличивается скорость процесса окисления метанола. Наблюдается спад тока в переходном участке $E=0,5 \div 1,15\text{В}$, который связан с перестройкой окисных слоев на поверхности Pt- электрода (Журинов, 1984). Введение в фоновый раствор $\text{CH}_3\text{OH} + 0,1\text{M H}_2\text{SO}_4$ α -сантонина (0,005М) (рисунок 6, кривые 2-4) смещает вольтамперные кривые в более отрицательную область потенциалов. При этом одновременно уменьшается ток максимума кривой, что указывает на торможение процесса окисления метанола (Мулдахметов, 1986).

Закключение: Исследована электрохимическая активность сантонина в области анодных потенциалов на поверхности платинового электрода в кислых и щелочных растворах метанола. Определено, что процесс электроокисления самого метанола на аноде характеризуется появлением двух анодных максимумов на вольтамперных кривых в прямом и обратном направлении развертки потенциалов. Значения потенциалов составляют в щелочной среде -0,2В и -0,35В и в кислой среде 0,6В и 0,45В соответственно.

Установлено, что присутствие сантонина в фоновом растворе метанола в присутствии электролитов 0,1М CH_3ONa и 0,1М H_2SO_4 приводит к торможению электроокисления молекул метанола в широкой области анодных потенциалов на поверхности Pt- электрода. Это свидетельствует о том, что сантонин вследствие конкурентной адсорбции уменьшает заполнение поверхности платинового электрода молекулами метанола, либо реагирует с метокси-радикалами, образованными на платиновом электроде. Полученные экспериментальные данные подтверждают, что сантонин обладает электрохимической активностью и может быть модифицирован электрохимическим способом в метиловом спирте.

Работа проведена в рамках программно-целевого финансирования BR10965271 «Разработка высокоэффективных лекарственных веществ из растительного сырья с противовирусной активностью в отношении COVID-19 и сходных вирусных инфекций». Комитета науки Республики Казахстан.

Information about authors:

Sauik Ait – Ph.D., Senior Researcher of the Laboratory of Electrochemistry and Nanotechnological processes, D.V. Sokolsky IFCE, e-mail: ait-sauik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6166-2604>;

Zhazira Tilebergen – Researcher of the Laboratory of Electrochemistry and Nanotechnological processes, D.V. Sokolsky IFCE, e-mail: zhaz.07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8370-0613>;

Ularbek Sultanbek – Researcher of the Laboratory of Electrochemistry and Nanotechnological processes, D.V. Sokolsky IFCE, e-mail: ularbeksultanbek@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4205-7342>;

Murat Zh. Zhurinov – Doctor of Chemistry, academician of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, head of the Laboratory of Electrochemistry and Nanotechnological processes, D.V. Sokolsky IFCE, e-mail: mur.zhurinov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5314-1219>;

Alfira Miftakhova – Ph.D., Senior Researcher of the Laboratory of Electrochemistry and Nanotechnological processes, D.V. Sokolsky IFCE, Senior Lecturer of al-Farabi Kazakh National University, e-mail: alfira.miftakhova1@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5518-7384>.

REFERENCES:

Beiser M., Lund H. (eds.) (1988) Organic electrochemistry. Book. 1, 2. - M.; Chemistry, ISBN 5-7245-0607-6 (Book 1). - ISBN 5-72-0132-5 (Book 2) (in Russ.).

Blay G., Cardona L., Garcia B., Pedr J.R. (2000) The synthesis of bioactive sesquiterpenes from santonin, Studies in Natural Products Chemistry, 24: 53-129. DOI:10.1016/S1572-5995(00)80044-070 (in Eng.).

Bei Wang, Liu Tao, Yu Cheng, Fang Yang, Yuguang Jin, Chunmei Zhou, Hao Yu and Yanhui Yang. (2019) Electro-catalytic Oxidation of Small Molecule Alcohols over Pt, Pd, and Au Catalysts: The Effect of Alcohol's Hydrogen Bond Donation Ability and Molecular Structure Properties. Catalysts, 9:387; DOI:10.3390/catal9040387.3 (in Eng.).

Changwei Xu, Liqiang Cheng, Peikang Shen, Yingliang Liu. Methanol and ethanol electrooxidation on Pt and Pd supported on carbon microspheres in alkaline media. Electrochemistry Communications 9 (2007) 997–1001. DOI:10.1016/j.elecom.2006.12.003 (in Eng.).

Cremers C., Bayer D., Kintzel B., Joos M., Jung F., Krausa M., Tübke J. Oxidation of Alcohols in Acidic and Alkaline Environments. ECS Transactions, 16(2) 1263-1273 (2008) DOI:10.1149/1.2981967 (in Eng.).

Donohoe T.J. (2000) In Oxidation and Reductions in Organic Synthesis, Oxford University Press. ISBN: 9780198556640 (in Eng.).

Eguiluz K.I.B., Salazar Banda G.R., Miwa D., Machado S.A.S., Avaca L.A., (2008) Effect of the catalyst composition in the Pt_x(Ru–Ir)_{1–x}/C system on the electro-oxidation of methanol in acid media, Journal of Power Sources, 179: 42-49. doi.org/10.1016/j.jpowsour.2007.12.070 (in Eng.).

Jun-ichi Yoshida, Kazuhide Kataoka, Roberto Horcajada, Aiichiro Nagaki. (2008) Modern Strategies in Electroorganic Synthesis, Chemical Reviews, 108: 2265–2299. DOI:10.1021/cr0680843 (in Eng.).

Lund H., Hammerich O. (2001) Organic Electrochemistry, 4th ed.; Marcel Dekker, Inc.: New York. ISBN: 0-8247-0430-4 (in Eng.).

Matsuoka K., Iriyama Y., Abe T., Matsuoka M., Ogumi Z. (2005) Electro-oxidation of

methanol and ethylene glycol on platinum in alkaline solution: Poisoning effects and product analysis, *ElectrochimicaActa* 51(6):1085-1090. DOI:10.1016/j.electacta.2005.06.002 (in Eng.).

Muldakhmetov Z.M., Zhurinov M.Zh., Minaev B.F., (1986) Quantum electrochemistry of alkaloids. - Alma-Ata: Science. – 176 p (in Russ.).

Prabhuram J., Manoharan R. (1998) Investigation of methanol oxidation on unsupported platinum electrodes in strong alkali and strong acid. *Journal of Power Sources*, 74: 54–61.doi.org/10.1016/S0378-7753(98)00012-3 (in Eng.).

Seung Hyun Kim, Ju Han Song, Bo Gil Choi, Hyeoung-Joon Kim, Tae Sung Kim. (2006) Chemical modification of santonin into a diacetoxy acetal form confers the ability to induce differentiation of human promyelocytic leukemia cells via the down-regulation of NF-kappa B DNA binding activity, *The journal of biological chemistry*, 281: 13117–13125. DOI: 10.1074/jbc.M510944200 (in Eng.).

Salmon M., Neria I., Aguilar M., Mendez J.M., Miranda R., Cárdenas J., Hernández-Perez T. (1997) Anodic Oxidations of α -Santonine in Acetonitrile. *Heterocyclic Communications*, 3: 159-162. DOI: 10.1515/HC.1997.3.2.159 (in Eng.).

Stanley C.S., Lai and Marc, Koper T.M. Ethanol electro-oxidation on platinum in alkaline media *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2009, 11, 10446–10456. DOI: 10.1039/b913170a (in Eng.).

Zhurinov M.Zh., (1984) Electrochemicalalkoxylation of santonine. *Electrosynthesis of physiologically active substances: textbook*. - Karaganda: KarSU, - p. 85-86 (in Russ.).

МАЗМҰНЫ

С. Айт, Ж.Ж. Тілепберген, У. Сұлтанбек, М. Жұрынов, А.Ф. Мифтахова МЕТАНОЛДАҒЫ САНТОНИННІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....	5
Н. Аппазов, Б. Диярова, Б. Базарбаев, Б. Джиембаев, О. Лыгина КҮРІШ ҚАЛДЫҒЫМЕН МҰНАЙШЛАМЫН БІРГЕ ӨНДЕУДЕ ҰНДЫ ҚОСУ АРҚЫЛЫ ТҮЙІРШІКТЕЛГЕН БЕЛСЕНДІРІЛГЕН КӨМІР АЛУ.....	17
Н.А. Бектенов, Қ.А. Садыков, М.К. Курманалиев, Л.К. Ыбрайманова, З.Н. Бектенова АҒЫНДЫ ӨНДІРІСТІК СУЛАРДАН ХРОМ (VI) ЖӘНЕ ҚОРҒАСЫН ИОНДАРЫН БӨЛІП АЛУҒА АРНАЛҒАН ФОСФОРҚҰРАМДЫ ИОНИТ.....	26
Е.Г. Бочевская, З.С. Абишева, А.С. Шарипова, Э.А. Саргелова МЫС ӨНДІРІСІНІҢ ШАЙЫНДЫ ҚЫШҚЫЛЫНАН РЕНИЙДІ ЭКСТРАКЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕ ОСМИЙ ҚҰРАМДЫ ФАЗААРАЛЫҚ ӨЛШЕМДЕРДІҢ ТҮЗІЛУІ.....	42
Г.Ж. Джаманбаева, Б.Р. Таусарова, Б.Н. Сүрімбаев, С.Т. Шалғымбаев МЫРЫШ НИТРАТЫ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫНЫҢ МЫРЫШ ОКСИДІНІҢ МИКРО ЖӘНЕ НАНОБӨЛШЕКТЕРІН АЛУҒА ӘСЕРІ.....	57
С.Д. Дузелбаева, З.С. Ахатова, Б.А. Касенова, С.Р. Конуспаев ЖҮНДІ ЖУҒАН САРҚЫНДЫ СУДАН ЖҮН МАЙЫН БӨЛІП АЛУ, ЛАОЛИНДІ АЛУ ЖӘНЕ ОНЫ ТЕРЕҢ ӨНДЕУ.....	68
Б.Т. Ермағамбет, М.К. Қазанқапова, Ж.М. Касенова ГУМИН ҚЫШҚЫЛЫ МЕН МИКРОСФЕРА НЕГІЗІНДЕГІ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДЫ АЛУ ЖӘНЕ СУДЫ АУЫР МЕТАЛДАРДАН ТАЗАРТУДА ҚОЛДАНУ.....	86
М.К. Ибраев, О.А. Нуркенов, Ж.Б. Рахимберлинова, З.Т. Шульгау, А.Т. Такибаева, М.Б. Исабаева, А.А. Кельмялене ФУНКЦИОНАЛДЫ АЛМАСТЫРЫЛҒАН АЛКЕНДЕР МЕН ОЛАРДЫҢ ТУЫНДЫЛАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ РАДИКАЛДЫ ЕМЕС БЕЛСЕНДІЛІГІ.....	97

- Б.Р. Исакулов, Ю.А. Соколова, М.В. Акулова, А.Г. Соколова, Ж.Б. Тукашев**
 МҰНАЙ-ГАЗ САЛАСЫНЫҢ КҮКІРТ ҚАЛДЫҚТАРЫН СІңДІРУ
 АРҚЫЛЫ АРБОЛИТО-БЕТОН КОМПОЗИТТЕРІНІҢ БЕРІКТІК
 ҚАСИЕТТЕРІН АРТТЫРУ.....111
- З.М. Мулдахметов, А.М. Газалиев, А.Х. Жакина, Е.П. Василец, О.В. Арнт**
 СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ N-ПРОИЗВОДНОГО
 ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ.....123
- Г.Н. Мусина, А.А. Жорабек, И.В. Кулаков, М.Ж. Кайырбаева, А. Карилхан, Б.Б. Акимбекова**
 АУЫР КӨМІРСУТЕК ШИКІЗАТЫ (ТАСКӨМІР ШАЙЫРЫ) МЕН
 ГИДРОГЕНИЗАТТАРДЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ
 ФУНКЦИЯЛАРЫН АНЫҚТАУДАҒЫ ӘДІС.....135
- М. Нажипкызы, А. Нургайн, А. Жапарова, А. Исанбекова, Жеоффри Роберт Митчелл**
 «AL/DIATOMITE НЕГІЗДІ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАР.....146
- С.Б. Рыспаева, А.Ж. Керимкулова, Ш.С. Ислам, С.З. Наурызова, М.А. Кожайсакова**
 АСФАЛЬТЕНДЕРДІ ТҰНДЫРУДЫҢ ЖАҢА ТЕЖЕГІШІ РЕТІНДЕГІ
 ТЕРЕҢ ЭВТЕКТИКАЛЫҚ ЕРІТКІШТЕР.....156
- Р. Сафаров, Ж. Берденов, Р. Урлибай, Ю. Носенко, Ж. Шоманова, Ж. Бексентова**
 ПАВЛОДАР АЛЮМИНИЙ ЗАУЫТЫ ТЕХНОГЕНДІК
 ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІ ЖӘНЕ
 ЭКОНОМИКАЛЫҚ ӘЛЕУЕТІ, ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ КЕҢІСТІКТЕ
 БӨЛІНУІ (ҚАЗАҚСТАН, ПАВЛОДАР).....167
- Е.С. Сычева, М.С. Муканова, Г.Б. Сарсенбаева, О.Т. Сейлханов**
 5-МЕТИЛ-1Н-БЕНЗОТРИАЗОЛ-1-НАТРИЙ КАРБОДИТИОАТЫ
 НЕГІЗІНДЕ ДИТИОКАРБАМИНДІК ТИОАНГИДРИДТЕР СИНТЕЗІ
 ЖӘНЕ ӨСУДІ ЫНТАЛАНДЫРАТЫН БЕЛСЕНДІЛІГІ.....190

СОДЕРЖАНИЕ

С. Айт, Ж.Ж. Тілепберген, У. Султанбек, М. Жұрынов, А.Ф. Мифтахова ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ САНТОНИНА В МЕТАНОЛЕ.....	5
Н. Аппазов, Б. Диярова, Б. Базарбаев, Б. Джиембаев, О. Лыгина ПОЛУЧЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ МУКИ ПРИ СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ РИСОВОГО ОТХОДА С НЕФТЕШЛАМОМ.....	17
Н.А. Бектенов, К.А. Садыков, М.К. Курманалиев, Л.К. Ыбраймжанова, З.Н. Бектенова ФОСФОРСОДЕРЖАЩИЙ ИОНИТ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ ХРОМА (VI) И СВИНЦА ИЗ СТОЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОД.....	26
Е.Г. Бочевская, З.С. Абишева, А.С. Шарипова, Э.А. Саргелова ОБРАЗОВАНИЕ ОСМИЙСОДЕРЖАЩИХ МЕЖФАЗНЫХ ВЗВЕСЕЙ ПРИ ЭКСТРАКЦИИ РЕНИЯ ИЗ ПРОМЫВНОЙ КИСЛОТЫ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	42
Г.Ж. Джаманбаева, Б.Р. Таусарова, Б.Н. Суримбаев, С.Т. Шалгымбаев ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НИТРАТА ЦИНКА НА ПОЛУЧЕНИЕ МИКРО- И НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА.....	57
С.Д. Дузелбаева, З.С. Ахатова, Б.А. Касенова, С.Р. Конуспаев ИЗВЛЕЧЕНИЕ ШЕРСТНОГО ЖИРА ИЗ ПРОМЫВНЫХ ВОД ШЕРСТИ, ПОЛУЧЕНИЕ ЛАНОЛИНА И ЕГО ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА.....	68
Б.Т. Ермагамбет, М.К. Казанкапова, Ж.М. Касенова ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ГУМИНОВОЙ КИСЛОТЫ И МИКРОСФЕРЫ И ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ.....	86
М.К. Ибраев, О.А. Нуркенов, Ж.Б. Рахимберлинова, З.Т. Шульгау, А.Т. Такибаева, М.Б. Исабаева, А.А. Кельмялене СИНТЕЗ И АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАМЕЩЕННЫХ ХАЛКОНОВ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ.....	97

Б.Р. Исакулов, Ю.А. Соколова, М.В. Акулова, А.Г. Соколова, Ж.Б. Тукашев ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ АРБОЛИТОБЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ ПУТЕМ ПРОПИТКИ СЕРОЙ-ОТХОДОМ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	111
З.М. Молдахметов, А.М. Ғазалиев, А.Х. Жакина, Е.П. Василец, О.В. Арнт КӨМІР ӨНДІРУ ҚАЛДЫҚТАРЫ НЕГІЗІНДЕГІ ГУМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫНЫҢ N-ТУЫНДЫСЫНЫҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ.....	123
Г.Н. Мусина, А.А. Жорабек, И.В. Кулаков, М.Ж. Кайырбаева, А. Карилхан, Б.Б. Акимбекова МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ТЯЖЕЛОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ (КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ) И ГИДРОГЕНИЗАТОВ.....	135
М. Нажипқызы, А. Нұрғалин, А. Жапарова, А. Исанбекова, Жеоффри Роберт Митчелл КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ AL/DIATOMITE.....	146
С.Б. Рыспаева, А.Ж. Керимкулова, Ш.С. Ислам, С.З. Наурызова, М.А. Кожайсакова ГЛУБОКИЕ ЭВТЕКТИЧЕСКИЕ РАСТВОРИТЕЛИ В КАЧЕСТВЕ НОВЫХ ИНГИБИТОРОВ ОСАЖДЕНИЯ АСФАЛЬТЕНОВ.....	156
Р. Сафаров, Ж. Берденов, Р. Урлибай, Ю.З. Носенко, Ж. Шоманова, Ж. Бексеитова ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ, ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ПАВЛОДАРСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА (ПАВЛОДАР, КАЗАХСТАН).....	167
Е.С. Сычева, М.С. Муканова, Г.Б. Сарсенбаева, О.Т. Сейлханов СИНТЕЗ И РОСТСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ДИТИОКАРБАМИНОВЫХ ТИОАНГИДРИДОВ НА ОСНОВЕ 5-МЕТИЛ-1Н-БЕНЗОТРИАЗОЛ-1-КАРБОДИТИОАТА НАТРИЯ.....	190

CONTENTS

S. Ait, J.J. Tilebergen, U. Sultanbek, M. Zhurynov, A.F. Miftakhova STUDY OF THE ELECTROCHEMICAL ACTIVITY OF SANTONIN IN METHANOL.....	5
N. Appazov, B. Diyarova, B. Bazarbaev, B. Dzhembaev, O. Lygina PRODUCTION OF GRANULATED ACTIVATED CARBON WITH THE ADDITION OF FLOUR DURING THE JOINT PROCESSING OF RICE WASTE WITH OIL SLUDGE.....	17
N.A. Bektenov, K.A. Sadykov, M.K. Kurmanaliev, L.K. Ybraimzhanova, Z.N. Bektenova PHOSPHORUS-CONTAINING IONITE FOR EXTRACTION OF CHROMIUM (VI) AND LEAD IONS FROM INDUSTRIAL WASTE WATER.....	26
Ye.G. Bochevskaya, Z.S. Abisheva, A.S. Sharipova, E.A. Sargelova FORMATION OF OSMIUM-CONTAINING INTERFACIAL SUSPENSIONS IN THE EXTRACTION OF RHENIUM FROM WASHING ACID OF COPPER PRODUCTION.....	42
G. Jamanbayeva, B. Taussarova, B. Surimbayev, S. Shalgymbayev EFFECT OF ZINC NITRATE CONCENTRATION ON OBTAINING ZINC OXIDE MICRO- AND NANOPARTICLES.....	57
S.D. Duzelbayeva, Z.S. Akhatova, B.A. Kassenova, S.R. Konuspayev EXTRACTION OF WOOL FAT FROM THE WOOL WASH WATER, PRODUCTION OF LANOLIN, AND ITS DEEP PROCESSING.....	68
B.T. Yermagambet, M.K. Kazankapova, Zh.M. Kassenova OBTAINING COMPOSITE MATERIAL BASED ON HUMIC ACID AND MICROSPHERE AND APPLICATION FOR WATER TREATMENT FROM HEAVY METALS.....	86
M. Ibrayev, O. Nurkenov, Zh. Rakhimberlinova, Z. Shulgau, A. Takibayeva, M. Issabayeva, A. Kelmyalene SYNTHESIS AND ANTIRADICAL ACTIVITY OF SUBSTITUTED CHALCONES AND THEIR DERIVATIVES.....	97

B.R. Isakulov, Yu.A. Sokolova, M.V. Akulova, A.G. Sokolova, Zh.B. Tukashev IMPOVEMENT OF STRENGTH PROPERTIES OF ARBOLITE CONCRETE COMPOSITES BY MEANS OF IMPREGNATION WITH SULFUR – BY-PRODUCTS OF OIL AND GAS INDUSTRY.....	111
Z.M. Muldakhmetov, A.M. Gazaliev, A.Kh. Zhakina, Ye.P. Vassilets, O.V. Arnt SYNTHESIS AND STUDY OF THE STRUCTURE OF THE N-DERIVATIVE OF HUMIC ACIDS BASED ON COAL MINING WASTE.....	123
G.N. Musina, A.A. Zhorabek, I.V. Kulakov, M.Zh. Kaiyrbayeva, A. Karilkhan, B.B. Akimbekoiva METHOD DETERMINATION OF THERMODADDITIVE METHOD DETERMINATION OF THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF HEAVY HYDROCARBON RAW MATERIALS (COAL TAR) AND HYDROGENATES OF INAMIC FUNCTIONS OF HEAVY HYDROCARBON RAW MATERIALS (COAL TAR) AND HYDROGENATES.....	135
M. Nazhipkyzy, A. Nurgain, A. Zhaparova, A. Issanbekova, Geoffrey Robert Mitchell Al/DIATOMITE BASED COMPOSITE MATERIALS.....	146
S.B. Ryspaeva, A.Zh. Kerimkulova, Sh.S. Islam, S.Z. Naurizova, M.A. Kozhaisakova DEEP EUTECTIC SOLVENTS AS A NEW INHIBITOR OF ASPHALTENE DEPOSITION.....	156
R. Safarov, Zh. Berdenov, R. Urlibay, Yu. Nossenکو, Zh. Shomanova, Zh. Bexeitova SPATIAL DISTRIBUTION OF ELEMENTS, ENVIRONMENTAL EFFECTS, AND ECONOMIC POTENTIAL OF TECHNOGENIC WASTE MATERIALS OF PAVLODAR ALUMINUM PLANT (PAVLODAR, KAZAKHSTAN)....	167
Ye.S. Sycheva, M.S. Mukanova, G.B. Sarsenbaeva, O.T. Seilkhanov SYNTHESIS AND GROWTH STIMULATING ACTIVITY OF DITHIOCARBAMINE THIOANHYDRIDES BASED ON SODIUM 5-METHYL-1H-BENZOTRIAZOL-1-CARBODITHIOATE.....	190

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 сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәлікқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 26.09.2022.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.