

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

5 (419)

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2016 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2016 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2016**

1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Ағабеков В.Е. проф., академик (Белорус)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Ресей)
Газалиев А.М. проф., академик (Қазақстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Қазақстан)
Жармағамбетова А.К. проф. (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Қырғыстан)
Итқулова Ш.С. проф. (Қазақстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Қазақстан)
Баешов А.Б. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Бүркітбаев М.М. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Молдахметов М.З. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Мансуров З.А. проф. (Қазақстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Қазақстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Стрельцов Е. проф. (Белорус)
Тәшімов Л.Т. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Тодераш И. проф., академик (Молдова)
Халиков Д.Х. проф., академик (Тәжікстан)
Фарзалиев В. проф., академик (Әзірбайжан)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №1089-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / chemistry-technology.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Агабеков В.Е. проф., академик (Беларусь)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Россия)
Газалиев А.М. проф., академик (Казахстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Казахстан)
Жармагамбетова А.К. проф. (Казахстан), зам. гл. ред.
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Кыргызстан)
Иткулова Ш.С. проф. (Казахстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Казахстан)
Баешов А.Б. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Буркитбаев М.М. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Мулдахметов М.З. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Мансуров З.А. проф. (Казахстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Казахстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Стрельцов Е. проф. (Беларусь)
Ташимов Л.Т. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Тодераш И. проф., академик (Молдова)
Халиков Д.Х. проф., академик (Таджикистан)
Фарзалиев В. проф., академик (Азербайджан)

«**Известия НАН РК. Серия химии и технологии**».

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 и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №**10893-Ж**, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,
<http://наука-nanrk.kz / chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,
Институт органического 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
doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov**

Editorial board:

Agabekov V.Ye. prof., academician (Belarus)
Volkov S.V. prof., academician (Ukraine)
Vorotyntsev M.A. prof., academician (Russia)
Gazaliyev A.M. prof., academician (Kazakhstan)
Yergozhin Ye.Ye. prof., academician (Kazakhstan)
Zharmagambetova A.K. prof. (Kazakhstan), deputy editor in chief
Zhorobekova Sh.Zh. prof., academician (Kyrgyzstan)
Itkulova Sh.S. prof. (Kazakhstan)
Mantashyan A.A. prof., academician (Armenia)
Praliyev K.D. prof., academician (Kazakhstan)
Bayeshov A.B. prof., corr. member (Kazakhstan)
Burkitbayev M.M. prof., corr. member (Kazakhstan)
Dzhusipbekov U.Zh. prof., corr. member (Kazakhstan)
Muldakhmetov M.Z. prof., corr. member (Kazakhstan)
Mansurov Z.A. prof. (Kazakhstan)
Nauryzbayev M.K. prof. (Kazakhstan)
Rudik V. prof., academician (Moldova)
Streltsov Ye. prof. (Belarus)
Tashimov L.T. prof., corr. member (Kazakhstan)
Toderash I. prof., academician (Moldova)
Khalikov D.Kh. prof., academician (Tadjikistan)
Farzaliyev V. prof., academician (Azerbaijan)

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 periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky
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 5, Number 419 (2016), 152 – 156

A. Mamyrbekova¹, A. Mamitova¹, A. Tukibayeva¹, P. Parimbek¹, A. Mamyrbekova²

¹M. Auezov South Kazakhstan state university, Shymkent;

²A. Yasawi International kazakh-turkish university, Turkestan, Kazakhstan)

E-mail: aigul_akm@mail.ru

PURITY OF ELECTROLYTIC REDUCTION IN METAL DEPENDING ON THE STATE OF ITS IONES IN THE ELECTROLYTE

Abstract. Thermodynamic properties of solutions of salt of copper in DMSO and quality electrolytic the deposits of copper allocated from these solutions depending on concentration of salt (0,1-0,6 M), temperature (283-348 K) and cathodic density of a current (1-60 mA/cm²) are studied. The opportunity of reception qualitative galvanoplatings is shown. The structure electrolytic the deposits of copper received electrolysis of 0,1-0,6 M of solutions Cu(NO₃)₂·3H₂O in DMSO is studied depending on key parameters of a mode electrolysis - cathodic density of a current and temperature by the roentgenographical analysis. The results of experimental studies of the influence of cathodic current density, temperature and concentration of electrolyte copper output over-current, X-ray and the quality of plating, is produced by electrolysis dimetilsulfoksidnovodnyh solutions of copper nitrate(II). Correlation dependence of quality of coatings and their current output from the concentration dependence of the electrical conductivity of these solutions on the concentration. The new law is formulated depending on the purity of the electrodepositable metal on the state of its ions in the electrolyte.

Key words: Electrodeposition, dimethylsulphoxide, crystalohydrate of nitrate of copper (II), electrolyte, electroconductive, current density, yield current of copper.

УДК 541.138.3:546

А. Мамырбекова¹, А. Мамитова¹, А. Тукибаева¹, П. Паримбек¹, А. Мамырбекова²

¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент;

²Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави, Туркестан, Казахстан)

ЧИСТОТА ЭЛЕКТРООСАЖДАЕМОГО МЕТАЛЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТОЯНИЯ ЕГО ИОНОВ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ

Аннотация. Изучены термодинамические свойства растворов соли меди в ДМСО и качество электролитических осадков меди, выделяемых из этих растворов в зависимости от концентрации соли (0,1-0,6 М), температуры (283-348 К) и катодных плотностей тока (1-60 mA/cm²). Показана возможность получения качественных гальванопокрытий. Структура электролитических осадков меди, полученных электролизом 0,1-0,6 М растворов Cu(NO₃)₂·3H₂O в ДМСО изучена в зависимости от основных параметров режима электролиза – катодной плотности тока и температуры рентгенографическим анализом. Изложены результаты экспериментальных исследований влияния катодной плотности тока, температуры и концентрации электролита на выход меди по току, рентгенограммы и качество гальванопокрытий, получаемых электролизом диметилсульфоксидноводных растворов нитрата меди(II). Установлена корреляция зависимости качества покрытий и их выход по току от концентрации с зависимостью электропроводности исследованных растворов от концентрации. Сформулирована новая закономерность о зависимости чистоты электроосаждаемого металла от состояния его ионов в электролите.

Ключевые слова: электроосаждение, диметилсульфоксид, кристаллогидрат нитрата меди(II), электролит, электро-проводность, плотность тока, выход меди по току.

Введение. В литературе имеется достаточное количество информации об электроосаждении меди из неводных электролитов. Известны [1,2] около 20 органических и неорганических жидкостей, предлагаемых в качестве растворителей соединений меди для приготовления электролитов меднения. Каждый предлагаемый электролит отличается своими особенностями. Электролит предлагаемый нами [3], получаемый растворением кристаллогидрата нитрата меди

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ в диметилсульфоксиде (ДМСО) представляет раствор соли меди в смеси ДМСО с небольшими количествами воды, вводимой кристаллогидратом. Концентрация воды в растворе увеличивается по мере повышения в нем концентрации соли меди.

Методика эксперимента

Электроосаждение меди проводили в стеклянной ячейке с водяной рубашкой рабочим объемом 100 см^3 . Катод из медной фольги толщиной $0,5 \text{ мм}$, размерами $25 \times 30 \text{ мм}^2$ с общей рабочей поверхностью 15 см^2 завешивали между параллельными анодами из платины с теми же размерами. В качестве источника тока использовали универсальный (стабилизированный) источник питания УИП-2. Температура в электролитической ячейке поддерживалась с помощью термостата УТУ-4 с точностью $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Медный катод предварительно обезжиривается в 10% -ном растворе КОН при комнатной температуре, после промывки горячей водой травил в растворе смеси азотной, серной и соляной кислот. Выход меди по току определяли при помощи медного кулонометра. Качество электролитических порошков оценивали визуально и по микрофотографиям, полученным на растровом электронном микроскопе J.SM-840, при увеличении в 2000 раз.

Рентгеноструктурный анализ электролитических порошков меди выполнен на дифрактометре ДРОН-2.0 (монохроматическое $\text{CuK}\alpha$ -излучение). Скорость вращения счетчика задавалась 2 град/мин .

В данной работе исследовано влияние концентрации тригидрата нитрата меди (II) в диметилсульфоксидном растворе, плотности тока и температуры на электроосаждение меди.

Экспериментальная часть

Ниже представлены результаты исследований термодинамических свойств растворов соли меди в ДМСО и анализ качества электролитических осадков меди, выделяемых из этих растворов в зависимости от концентрации соли ($0,1$ - $0,6 \text{ М}$), температуры (283 - 348 К) и катодных плотностей тока (1 - 60 мА/см^2). Влияние концентрации соли меди изучено при 298 К в указанных пределах плотности тока, а влияние температуры – при электролизе $0,1$ - $0,4 \text{ М}$ растворов при $j_k = 5 \text{ мА/см}^2$.

Зависимость выхода металла по току от катодной плотности тока, как следует из экспериментальных данных (рис. 1) при всех исследованных концентрациях электролита выражается экстремальными кривыми. При электролизе самого разбавленного ($0,1 \text{ М}$) раствора (кривая 1) и растворов более высоких концентраций ($0,25$ и $0,4 \text{ М}$, кривые 2,3) при постоянной температуре 298 К с увеличением катодной плотности тока от начала до максимального выхода меди по току на катоде осаждаются светлорозовые равномерные беспористые покрытия. Из более концентрированных растворов выделяются более плотные покрытия. Повышение плотности тока приводит к росту выхода металла по току и к обычному некоторому росту размеров кристаллитов. Возрастание выхода металла по току с ростом катодной плотности тока сопровождается повышением качества по внешнему виду получаемых гальванопокрытий.

Из $0,1 \text{ М}$ раствора при невысоких температурах (288 и 298 К) и низкой плотности тока выделяется исключительно чистая медь (рис. 2). Медное покрытие является светлым, ровным, отличается плотностью и некоторым блеском. Покрытие, полученное при 288 К , обладает средним размером зерна $0,27 \text{ мкм}$.

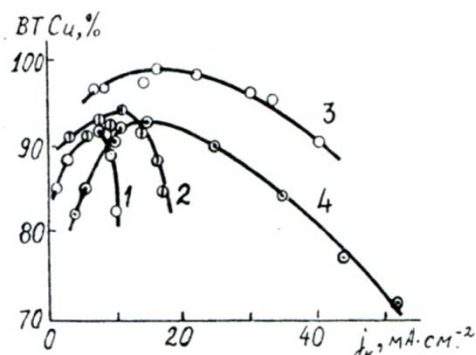


Рисунок 1 – Зависимость выхода меди по току от катодной плотности тока при температуре 298 К и концентрациях в электролите кристаллогидрата нитрата меди(II): 1- $0,1 \text{ М}$; 2 – $0,25 \text{ М}$; 3 – $0,4 \text{ М}$; 4 – $0,6 \text{ М}$

Увеличение температуры до 308 К и плотности тока до 5 мА/см² обуславливают попадание в катодный осадок небольших количеств оксида меди Cu₂O, возникающего на катоде вследствие побочных процессов. Средний размер зерна возрастает до 1,2 мкм, на поверхности катодного осадка встречаются отдельные укрупненные кристаллиты. Качество медного покрытия понижается.

Дальнейшее повышение температуры до 318 К приводит к заметному увеличению содержания оксида меди(I) в осадке и снижению выхода меди по току. Катодный осадок загрязняется нерастворимыми оксидами и гидроксидами меди, снижается воспроизводимость результатов эксперимента. Повышение концентрации электролита в пределах 0,1-0,4 М при 298 К, как следует из ослабления наклона кривых 1-3 (рис. 1), затрудняет понижение выхода меди по току. Из 0,25 М растворов при температуре 283 К получаются светлорозовые, плотные, мелкокристаллические осадки. Выход меди по току составляет 87-88%. Повышение температуры до 288 и 298 К приводит к выделению на катоде розовых, равномерных покрытий. Заметно увеличивается размер кристаллитов. Выход меди по току возрастает до 92 % (рис. 1, кривая 2).

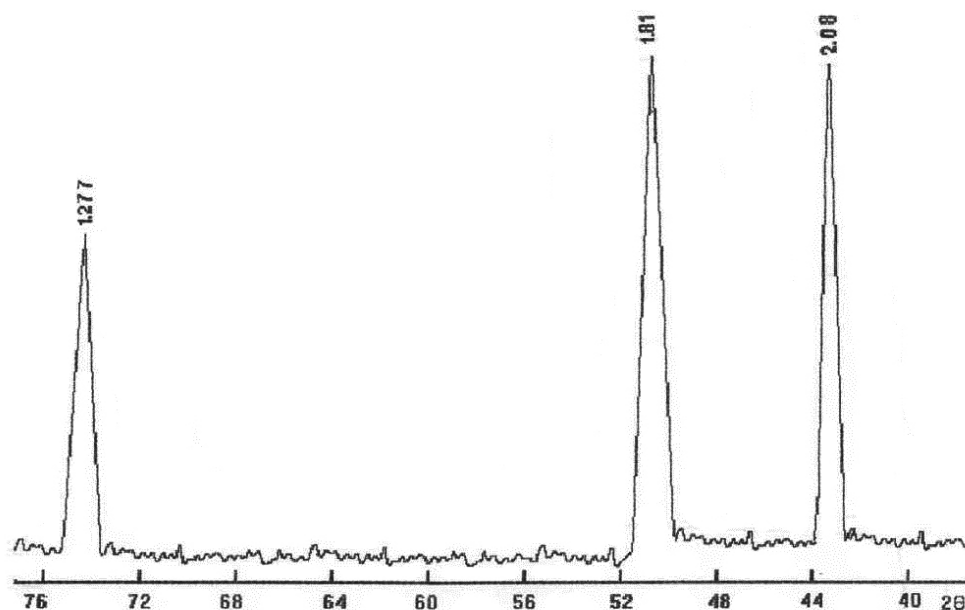


Рисунок 2 – Рентгенограмма электролитического осадка меди, полученного из 0,1 М раствора Cu(NO₃)₂·3H₂O в ДМСО при T=298 К и j_к= 1 мА/см²

Из 0,4 М растворов электролитов при температурах 288-298 К выделяются ровные, светлорозовые, мелкозернистые осадки с выходом меди по току 93,5-95% (рис. 1, кривая 3). Повышение температуры до 303 К и далее до 308 К приводит к выделению на катоде пористого, темного и неравномерного осадка со снижением выхода по току до 77%.

Как видно из полученных результатов, повышение температуры благоприятно сказывается на электроосаждении меди из органо-водной среды только при невысоких температурах – до 298 К. С дальнейшим повышением температуры, очевидно, становятся возможными соучастие в катодном процессе восстановления нитрат-ионов и возможно и других процессов, обуславливающие затруднение беспрепятственного восстановления ионов меди и формирование на катоде нормального осадка. Одновременное возрастание катодной плотности тока и температуры усиливает негативное влияние на выход меди по току и качество металлических покрытий.

Рассматриваемые закономерности резко изменяются с переходом к электролиту, концентрация которого 0,6 М (рис. 1, кривая 4). Во-первых, при любом испытанном режиме электролиза этого электролита на катоде невозможно получить розовый осадок: он всегда пятнистый, неравномерное покрытие, полученное при 5,3 мА/см², уже пористое. Во-вторых, выход меди по току намного ниже относительно предыдущих серий экспериментов. Как видно из рентгенограммы (рис.3), в катодном осадке содержится сульфид меди(I).

Изменения показателей электроосаждения металла на катоде хорошо коррелируют с изменением термодинамических свойств растворов электролита. Так, избыточный объем кристаллогидрата (рис. 4) подвергается резкому изменению в зависимости от концентрации около $C=0,7-0,8$ М, что соответствует $x_2=0,6$ на графике. Зависимость электропроводности растворов нитрата меди в ДМСО от концентрации при 298 К [4] обладает максимумом также при 0,4 М, как и на рисунке 1. В последнем случае снижение проводимости раствора с дальнейшим повышением его концентрации объясняется усилением ассоциации ионов, уплотнением структуры жидкости и повышением вязкости раствора.

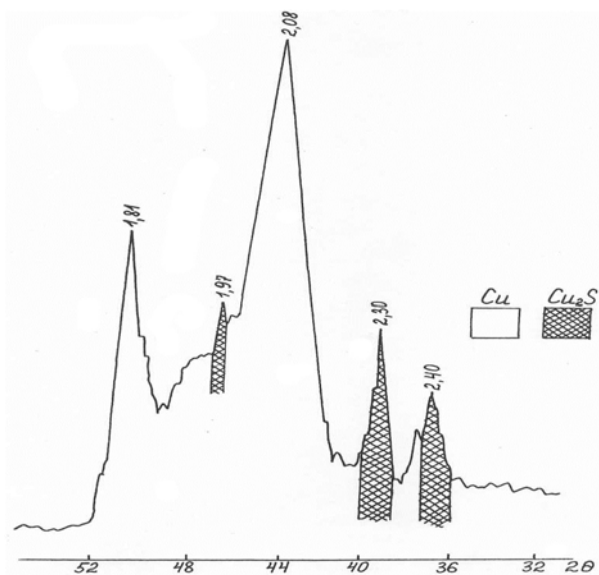


Рисунок 3 – Рентгенограмма электролитического осадка меди, полученного из 0,6 М раствора $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ в ДМСО при $T=298$ К и $j_k=35$ mA/cm^2

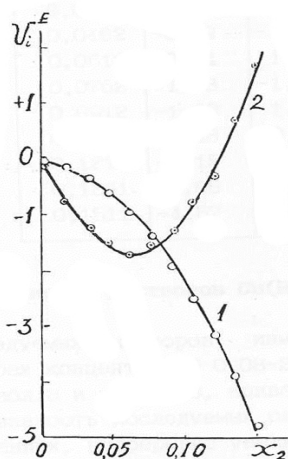


Рисунок 4 – Избыточные молярные объемы ДМСО (1) и $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (2) как функция молярной доли соли меди в растворе

Расчет энергии Гиббса, энтальпия активации, проводимости электролита и по ним – энтропии активации переноса ионов Cu^{2+} и NO_3^- в ДМСО при невысоких температурах приводит к значению – 34,37 Дж·моль⁻¹·К⁻¹. Отрицательное значение энтропии активации свидетельствует о высокой степени сольватации ионов в ДМСО-водной смеси и прочных межмолекулярных связях.

Выводы. Таким образом, доставка электроактивных ионов к катоду и их восстановление с формированием чистых характерных для данных условий электроосаждения структур протекает благоприятно лишь в электролитах, в которых ионы обладают достаточно высокой подвижностью, другие частицы не участвуют в электродном процессе. Пределы концентраций электролитов,

благоприятных для получения высококачественных электролитических покрытий коррелируются с данными по зависимости электропроводности электролита от концентрации [5]. Для рассматриваемых целей наиболее соответствуют растворы от разбавленных до обладающих максимальной электропроводностью. Оптимальные для каждой концентрации раствора температура и катодная плотность тока устанавливаются экспериментально. Из более концентрированных растворов, в которых явно выражены ассоциация ионов, структурные осложнения жидкой фазы и повышены плотность и вязкость [6], затруднен транспорт электроактивных ионов, возрастает вероятность подхода к электроду других молекул и ионов и их участие в электродном процессе, обуславливая загрязнение катодного осадка и снижая его качество, уменьшая выход металла по току.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Савенко П.В., Трочук С.В. Электроосаждение меди из неводных растворов. – Киев: Деп. в Укр НИИТИ 858-Ук 88. - 17 с.
- [2] Гусельникова О.В., Образцов С.В. Электроосаждение металлов и сплавов из неводных электролитов. - Деп. в ОНИИТЭхим.Черкассы, 1989. N826-XII 89. - 58 с.
- [3] Мамырбекова А.К. Электроосаждение меди из неводных растворов // Тез. докл. VI Международной конф. «Проблемы сольватации и комплексообразования в растворах». - Иваново. - 1995. - С. 155.
- [4] Кудрявцева Н.Т., Вячеславова П.М. Практикум по прикладной электрохимии. - Л.: Химия, 1980. – 259 с.
- [5] Mamyrbekova A.K. The Solvent Influence on Some Physicochemical Properties of $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – $\text{OS}(\text{CH}_3)_2$ Solutions // Russ. J. Gen. Chem.- 2013. - V. 83. - N. 10. - P. 1799–1802.
- [6] Mamyrbekova A.K. Concentration Dependences of the Density, Viscosity, and Refraction Index of $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ solutions in DMSO at 298 K // Russ. J. Phys. Chem.- 2013. - V.87. - N. 3. - P. 414-417.

REFERENCES

- [1] Savenko P.V., Trachuk S.V. Elektroosazhdenie medi iz nevodnykh rastvorov. Kiev. Dep. v Ukr NIINTI 858, 1988, 17 (in Russ.)
- [2] Gusel'nikova O.V., Obratsov S.V. Elektroosazhdenie metallov i splavov iz nevodnykh elektrolitov. Dep. v ONIITEKhim. Cherkassy, 1989, N826-XII 89, 58 (in Russ.)
- [3] Mamyrbekova A.K. Tез. dokl. VI Mezhdunarodnoi konf. «Problemy sol'vatatsii i kompleksobrazovaniia v rastvorakh». Ivanovo, 1995, 155 (in Russ.).
- [4] Kudryavtseva V.N., Varypaev V.N. Practical works on applied electrochemistry. L.: Himija, 1990. 304 p. (in Russ.).
- [5] Mamyrbekova A.K. // Russ. J. Gen. Chem., 2013, V. 83, N. 10, 1799–1802 (in Eng.).
- [6] Mamyrbekova A.K. // Russ. J. Phys. Chem., 2013, V. 87, N.3, 414-417 (in Eng.).

А. Мамырбекова¹, А. Мамитова¹, А. Тукибаева¹, П. Паримбек¹, А. Мамырбекова²

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент;

* Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

ЭЛЕКТРОЛИТТЕГІ МЕТАЛЛ ИОНДАРЫНЫҢ КҮЙІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ ОНЫҢ ЭЛЕКТРОТҮНДЫРУ КЕЗІНДЕГІ ТАЗАЛЫҒЫ

Аннотация. Мыс тұзы - ДМСО ерітінділерінің термодинамикалық қасиеттері және тұздың концентрациясына (0,1-0,6 М), температураға (283-348 К) және катодты тоқ тығыздығына (1-60 мА/см²) байланысты бұл ерітінділерден түзілетін мыстың электролиттік қаптамаларының сапасы зерттелген. Сапасы жоғары гальваноқаптамаларының алу мүмкіндігі көрсетілген. Электролиздің негізгі параметрлеріне – катодты тоқ тығыздығы мен температураға байланысты рентгенографиялық талдаумен 0,1-0,6 М $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – ДМСО ерітінділерден алынған мыстың электролиттік қаптамалардың құрылымы зерттелген. Жұмыста мыс нитратының диметилсульфоксидтегі ерітінділерінің электролизі арқылы алынған мыстың тоқ бойынша шығымына катодты тоқ тығыздығы, температура мен электролит концентрациясының әсері, рентгенограммалары және гальваножабындылардың сапасы зерттеліп, нәтижелері ұсынылған. Жабындылардың сапасы мен тоқ бойынша шығымының зерттелген ерітінділер электрөткізгіштіктің концентрациясына байланысты корреляциясы анықталған. Электролиттегі металл иондарының күйіне байланысты оның электр түндыру кезіндегі сапасы туралы жаңа заңдылық анықталған.

Түйін сөздер: электротүндыру, диметилсульфоксид, мыс(II) нитратының кристаллогидраты, электролит, электрөткізгіштік, тоқ тығыздығы, мыстың тоқ бойынша шығымы.

МАЗМҰНЫ

Нурмаканов Е.Е., McSue A.J., Anderson J.A., Итқулова Ш.С., Кусанова Ш.К. Со-құрамды отырызылған катализаторларда CO ₂ немесе CO ₂ -H ₂ O көмегімен метанның конверсиясы	5
Дергачева М.Б., Хусурова Г.М., Пузикова Д.С., Немжаева Р.Р., Яскевич В.И., Мить К.А. CdSe жұқа қабықтарын электротұндыруына ПАВ-тың әсері.....	12
Мансуров З.А., Тулепов М.И., Казаков Ю.В., Габдрашова Ш.Е., Байсейтов Д.А., Турсынбек С., Дальтон Алан Б. Түрлендірілген компоненттер негізіндегі пиротехникалық баяулатқыш құрам.....	21
Бишимбаева Г.К., Жумабаева Д.С. Өнеркәсіп полимерлерін тікелей күкірттендіру арқылы катод материалдарының жаңа компоненттерін алудың технологиялық тиімді әдістері.....	28
Жармагамбетова А.К., Ауезханова А.С., Джумекеева А.И., Тумабаев Н.Ж. ПВПД-мен түрлендірілген биметалды катализатордың н-октанды жұмсақ жағдайда тотықтырудағы каталитикалық қасиеттері.....	39
Туктин Б. Т., Жандаров Е.К., Шаповалова Л.Б., Тенизбаева А.С. Модифицирленген цеолитқұрамды адьюксидті катализаторларында мұнай фракцияларын гидроңдеу.....	46
Налибаева А.М., Сасыкова Л.Р., Котова Г.Н., Богданова И.О. Азот оксидін көмірсутектермен тотықсыздандыруға арналған уларға төзімді және құрамында цеолит бар металл блоктарындағы катализаторлардың синтезі мен сынақтамасы.....	55
Дергачева М.Б., Хусурова Г.М., Уразов К.А. Кварцты микробаланс пен вольтамперометрия әдістерімен күкірт қышқыл және сульфосалицил қышқыл негізіндегі электролиттерден мыстың электротұндыруының зерттелуі.....	65
Сағынтаева Ж.И., Қасенова Ш.Б., Исабаева М.А., Қасенов Б.Қ., Қуанышбеков Е.Е. NdNaFeCrMnO _{6,5} ферро-хром-манганиттің жылу сыйымдылығы мен термодинамикалық функциялары.....	74
Ахметкәрімова Ж.С., Молдахметов З.М., Ордабаева А.Т., Байкенов М.И., Богжанова Ж.К., Ескендіров Т.Р. Антрацен және бензотиофен полиароматикалық қоспасының тепе-теңдік кинетикалық анализі.....	79
Алимжанова М.Б. ҚФМЭ-ГХ-МС әдісімен Алматы сүтұндырғысы суында ұшқыш органикалық ластаушылардың скринингі.....	85
Баеиш А.Б., Егеубаева С.С., Кадирбаева А.С., Баеишова А.Қ. Анодты импульстік токпен поляризацияланған никельдің фосфор қышқылы ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті.....	93
Бектенов Н.А., Самойлов Н.А., Садықов К.А., Байдуллаева А.К., Абдралиева Г. Е. Мазут және эпоксиакрилаттар негізінде алынған жаңа фосфорқұрамдас иониттер көмегімен Cu (II) және Fe (II) иондарын сорбциялау.....	99
Закарина Н.А., Ақурпекова А.К., Далелханұлы О. Бағаналы алюминий монтмориллонитіне отырғызылған Pt-катализаторының Қ-гексан изомеризациясындағы тұрақтылығы.....	104
Рахметова К.С., Сасыкова Л.Р., Гильмундинов Ш.А., Нурахметова М.С., Бердібекова М.А., Калыкбердиев М.К., Масенова А.Т., Башева Ж.Т. Автокөлік және мұнай жылыту пештерінің улағыш шығарылуларын бейтараптандыруға арналған блок металдық тасымалдағыштары негізінде жасалған катализаторлар.....	111
Сасыкова Л.Р., Налибаева А., Гильмундинов Ш.А. Шынайы жағдайлардағы эксплуатация кезінде пайданылған газдарды тазартуға арналған металдық блоктардағы катализаторларды синтездеу және сынау.....	118
Сасыкова Л.Р., Калыкбердиев М.К., Башева Ж.Т., Масенова А.Т. Бензин фракцияларын жоғары қысымда сұйық күйде гидрлеу.....	126
Сасыкова Л.Р., Нурахметова М.С., Гильмундинов Ш.А., Жумаканова А.С., Рахметова К.С., Калыкбердиев М.К., Башева Ж.Т., Масенова А.Т. Присадкалар мен экологиялық таза жанармайлардың катализдік синтезі.....	135
Мамырбекова А., Мамитова А., Тукибаева А., Паримбек П., Мамырбекова А. Сулы-диметилсульфоксидті электролит ерітінділерден мыс ұнтақтарын алу.....	144
Мамырбекова А., Мамитова А., Тукибаева А., Паримбек П., Мамырбекова А. Электролиттегі металл иондарының күйіне байланысты оның электротұндыру кезіндегі тазалығы.....	152
Тунгатарова С.А., Байжуманова Т.С., Жексенбаева З.Т., Абдухалыков Д.Б., Жумабек М., Касымхан К., Сарсенова Р. Жеңіл алкандардың сутек пен сутекті қоспаға тотығуы.....	157
Бектұрғанова Н.Е., Керімқұлова М.Ж., Тлеуова А.Б., Шарипова А.А., Айдарова С.Б. Алматы қаласы Әуезов ауданының ағын (коммуналды) суын табиғи отандық адсорбенттермен тазалау.....	168
Сасыкова Л.Р., Налибаева А.М., Богданова И.О. Азот оксидін көмірсутектердің көмегімен тотықсыздандыруға арналған металл блоқты тасымалдаушылар негізіндегі цеолит-құрамдас каталитикалық жүйелер.....	177
Сасыкова Л.Р., Налибаева А. Көмірсутектерді тотықтыруға және азот оксидін тотықсыздандыруға арналған металл блоқтық тасымалдауыштардағы каталитикалық жүйелердің зерттемелері.....	186
Стацюк В.Н., Султанбек У., Фогель Л.А. Сульфат ерітінділеріндегі фосфатталған темірге гидроксилминнің әсері.....	194
Сейлханова Г.А., Курбатов А.П., Березовский А.В., Усипбекова Е.Ж., Наурызбаев М.К. Таллий(III) оксидінің электрохимиялық тұну және еру ерекшеліктері.....	200
Қасенова Ш.Б., Мұқышева Г.К., Байсаров Ф.М., Қасенов Б.Қ., Сағынтаева Ж.И., Әдекенов С.М., Хасенова Р.Ж. Флавоноид туындылары цирсилинеол, артемизетиннің термодинамикалық қасиеттері.....	206
Кусанова Ш.К., Кустов Л.В., Итқулова Ш.С., Тумабаева А.И., Бөлеубаев Е.А., Шаповалов А.А. Құрамында Со бар биметалды катализаторлардағы CO ₂ –нің гидрленуі.....	211

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Нурмаканов Е.Е., McCue A.J., Anderson J.A., Иткуллова Ш.С., Кусанова Ш.К.</i> Конверсия метана диоксидом углерода или CO ₂ -H ₂ O на Co-содержащих нанесенных катализаторах.....	5
<i>Дергачева М.Б., Хусурова Г.М., Пузикова Д.С., Немкаева Р.Р., Яскевич В.И., Мить К.А.</i> Влияние ПАВ на электроосаждение тонких пленок CdSe.....	12
<i>Мансуров З.А., Тулепов М.И., Казаков Ю.В., Габдрашова Ш.Е., Байсейтов Д.А., Турсынбек С., Дальтон Алан Б.</i> Пиротехнический замедлительный состав на основе модифицированных компонентов.....	21
<i>Бишимбаева Г.К., Жумабаева Д.С.</i> Технологические методы получения новых компонентов катодных материалов прямым осернением промышленных полимеров.....	28
<i>Жармагамбетова А.К., Ауезханова А.С., Джумекеева А.И., Тумабаев Н.Ж.</i> Каталитические свойства ПВПД-модифицированных биметаллических катализаторов окисления н-октана в мягких условиях.....	39
<i>Туктин Б. Т., Жандаров Е.К., Шаповалова Л.Б., Тенизбаева А.С.</i> Гидропереработка различных нефтяных фракций на модифицированных алюмооксидных катализаторах.....	46
<i>Налибаева А.М., Сасыкова Л.Р., [Котова Г.Н.] Богданова И.О.</i> Синтез и испытание стабильных к ядам цеолитсодержащих катализаторов на металлических блоках для восстановления оксида азота углеводородами.....	55
<i>Дергачева М.Б., Хусурова Г.М., Уразов К.А.</i> Исследование электроосаждения меди из электролитов на основе серной и сульфосалициловой кислот методами кварцевого микробаланса и вольтамперометрии.....	65
<i>Сагинтаева Ж.И., Касенова Ш.Б., Исабаева М.А., Касенов Б.К., Куанышбеков Е.Е.</i> Теплоемкость и термодинамические функции ферро-хромоманганита NdNaFeCrMnO _{6,5}	74
<i>Ахметкаримова Ж.С., Мулдахметов З.М., Ордабаева А.Т., Байкенов М.И., Богжанова Ж.К., Ескендиоров Т.Р.</i> Равновесно-кинетический анализ полиароматической смеси антрацена и бензотиофена.....	79
<i>Алимжанова М.Б.</i> Скрининг летучих органических загрязнителей в воде Алматинского водоотстойника методом ТФМЭ-ГХ-МС.....	85
<i>Баешов А.Б., Егеубаева С.С., Кадирбаева А.С., Баешова А.Қ.</i> Электрохимическое поведение никелевого электрода при поляризации анодным импульсным током в растворе фосфорной кислоты.....	93
<i>Бектенов Н.А., Самойлов Н.А., Садыков К.А., Байдуллаева А.К., Абдралиева Г. Е.</i> Сорбция ионов Cu (II) и Fe (II) новым фосфор-содержащим ионообменником на основе эпоксиакрилатов и мазута.....	99
<i>Закарин Н.А., Акурпекова А.К., Далелханулы О.</i> Стабильность Pt-катализаторов, нанесенных на алюминиевый столбчатый монтмориллонит, в изомеризации Н-гексана.....	104
<i>Рахметова К.С., Сасыкова Л.Р., [Гильмундинов Ш.А.] Нурахметова М.С., Бердибекова М.А., Калыкбердиев М.К., Масенова А.Т., Башева Ж.Т.</i> Катализаторы на блочных металлических носителях для нейтрализации токсичных выбросов автотранспорта и печей подогрева нефти.....	111
<i>Сасыкова Л.Р., Налибаева А., [Гильмундинов Ш.А.]</i> Синтез и испытания катализаторов на металлических блоках для очистки выхлопных газов в реальных условиях эксплуатации.....	118
<i>Сасыкова Л.Р., Калыкбердиев М.К., Башева Ж. Т., Масенова А.Т.</i> Жидкофазная гидрогенизация бензиновых фракций при повышенном давлении.....	126
<i>Сасыкова Л.Р., Нурахметова М.С., [Гильмундинов Ш.А.] Жумаканова А.С., Рахметова К.С., Калыкбердиев М.К., Башева Ж.Т., Масенова А.Т.</i> Каталитический синтез присадок и экологически чистого топлива.....	135
<i>Мамырбекова А., Мамитова А., Тукибаева А., Паримбек П., Мамырбекова А.</i> Получение медных порошков из водно-диметилсульфоксидных растворов электролитов.....	144
<i>Мамырбекова А., Мамитова А., Тукибаева А., Паримбек П., Мамырбекова А.</i> Чистота электроосаждаемого металла в зависимости от состояния его ионов в электролите.....	152
<i>Тунгатарова С.А., Байжуманова Т.С., Жексенбаева З.Т., Абдухалыков Д.Б., Жумабек М., Касымхан К., Сарсенова Р.</i> Окисление легких алканов в водород и водородсодержащую смесь.....	157
<i>Бектурганова Н.Е., Керимкулова М.Ж., Тлеуова А.Б., Шарипова А.А., Айдарова С.Б.</i> Очистка сточных (коммунальных) вод Ауэзовского района г.Алматы отечественными адсорбентами.....	168
<i>Сасыкова Л.Р., Налибаева А.М., Богданова И.О.</i> Цеолитсодержащие каталитические системы на металлических блочных носителях для восстановления оксида азота углеводородами.....	177
<i>Сасыкова Л.Р., Налибаева А.М.</i> Разработка каталитических систем на металлических блочных носителях для окисления углеводородов и восстановления оксида азота.....	186
<i>Стацюк В.Н., Султанбек У., Фогель Л.А.</i> Влияние гидроксилamina на фосфатирование железа в сульфатных растворах.....	194
<i>Сейлханова Г.А., Курбатов А.П., Березовский А.В., Усипбекова Е.Ж., Наурызбаев М.К.</i> Особенности электрохимического осаждения и растворения оксида таллия(III).....	200
<i>Касенова Ш.Б., Мукушева Г.К., Байсаров Г.М., Касенов Б.К., Сагинтаева Ж.И., Адекенов С.М., Хасенова Р.Ж.</i> Термодинамические свойства производных флавоноидов цирсилинеола, артемизетина.....	206
<i>Кусанова Ш.К., Кустов Л.М., Иткуллова Ш.С., Тумабаева А.И., Болеубаев Е.А., Шаповалов А.А.</i> Гидрирование CO ₂ на биметаллических Co-Mo/Al ₂ O ₃ катализаторах.....	211

CONTENTS

<i>Nurmakanov Y.Y., McCue A.J., Anderson J.A., Itkulova S.S., Kussanova S.K.</i> Methane reforming by CO ₂ or CO ₂ -H ₂ O over Co-containing supported catalysts.....	5
<i>Dergacheva M.B., Khussurova G.M., Puzikova D.S., Nemkaeva R.R., Yaskevich V.I., Mit'K.A.</i> The influence of SAS on CdSe thin films electrodeposition.....	12
<i>Mansurov Z.A., Tulepov M.I., Kazakov Y.V., Gabdrashova Sh.E., Baiseitov D.A., Tursynbek S., Dalton Alan B.</i> Pyrotechnic delay composition based on modified components.....	21
<i>Bishimbayeva G.K., Zhumabayeva D.S.</i> Technological methods of receiving new components of cathodic materials by direct sulphuration of industrial polymers.....	28
<i>Zharmagambetova A.K., Auyezkhanova A.S., Jumekeyeva A.I., Tumabayev N.Zh.</i> The catalytic properties of the bimetallic PVPD-modified catalysts of n-octane oxidation under mild conditions.....	39
<i>Tuktin B.T., Zhandarov E.K., Shapovalova L.B., Tenizbaeva A.S.</i> The hydroprocessing of different oil fractions on modified alumina catalysts.....	46
<i>Nalibayeva A., Sassykova L.R., Kotova G.N., Bogdanova I.O.</i> Synthesis and testing of the stable to poisons zeolite-containing catalysts on the metal blocks for reduction of nitrogen oxide by hydrocarbons.....	55
<i>Dergacheva M.B., Khussurova G.M., Urazov K.A.</i> The investigation of copper electrodeposition from electrolytes on base sulfur and sulfosalicylic acids by quartz microgravimetry and voltametry methods.....	65
<i>Sagintaeva Zh.I., Kasenova Sh.B., Issabayeva M.A., Kasenov B.K., Kuamyshbekov E.E.</i> Heat capacity and thermodynamic functionsferro-chrome-manganite NdNaFeCrMn _{6,5}	74
<i>Akhmetkarimova Zh.S., Muldakhmetov Z.M., Ordabaeva A.T., Baikenov M.I., Bogzhanova Zh.K., Eskendyyrov T.R.</i> Equilibrium kinetic analysis of poly aromatic mixture anthracene and benzothiophene.....	79
<i>Alimzhanova M.B.</i> Screening of volatile organic pollutants in water of Almaty Lake-settler by SPME-GC-MS.....	85
<i>Bayeshov A.B., Yegeubayeva S.S., Kadirbayeva A.S., Bayeshova A.K.</i> Electrochemical behavior of the nickel electrode during polarization of the anodic pulse current in the phosphoric acid solution.....	93
<i>Bektenov N.A., Samoilov N.A., Sadykov K.A., Baidullaeva A.K., Abdraliyeva G.E.</i> Sorption Cu (II) and Fe (II) IONS new phosphorus-containing ion exchanger based on fuel oil and epoxyacrylates.....	99
<i>Zakarina N.A., Akurpekova A.K., Dalekhanuly O.</i> Stability of Pt-catalyst applied on aluminium pillared montmorillonite in N-hexane isomerization.....	104
<i>Rakhmetova K.S., Sassykova L.R., Gil'mundinov Sh.A., Nurakhmetova M.S., Berdibekova M.A., Kalykberdiyev M.K., Massenova A.T., Basheva Zh.T.</i> Catalysts on block metal carriers for neutralization of toxic emissions of motor transport and furnaces of oil heating.....	111
<i>Sassykova L.R., Nalibayeva A., Gil'mundinov Sh.A.</i> Synthesis and tests of catalysts on metal blocks for cleaning of exhaust gases in real service conditions.....	118
<i>Sassykova L.R., Kalykberdiyev M.K., Basheva Zh.T., Massenova A.T.</i> Liquid phase hydrogenation of gasoline fractions at elevated pressure.....	126
<i>Sassykova L.R., Nurakhmetova M.S., Gil'mundinov Sh.A., Zhumakanova A.S., Rakhmetova K.S., Kalykberdiyev M.K., Basheva Zh.T., Massenova A.T.</i> Catalytic synthesis of additives and ecologically pure fuel.....	135
<i>Mamyrbekova A., Mamitova A., Tukibayeva A., Parimbek P., Mamyrbekova A.</i> Production of copper powders from water-dimethylsulphoxide electrolytes.....	144
<i>Mamyrbekova A., Mamitova A., Tukibayeva A., Parimbek P., Mamyrbekova A.</i> Purity of electrolytic reduction in metal depending on the state of its ions in the electrolyte.....	152
<i>Tungatarova S.A., Baizhumanova T.S., Zheksenbaeva Z.T., Abdikhalykov D.B., Zhumabek M., Kassymkan K., Sarsenova R.</i> Oxidation of Light Alkanes into Hydrogen and Hydrogen-containing Mixture.....	157
<i>Bekturganova N., Kerimkulova M., Tleuova A., Sharipova A., Aidarova S.</i> Purification of waste water in Auezov district, Almaty, with the help of the Kazakhstan adsorbents.....	168
<i>Sassykova L.R., Nalibayeva A., Bogdanova I.O.</i> Zeolite-containing catalytic systems on the metal block carriers for reduction of nitrogen oxide by hydrocarbons.....	177
<i>Sassykova L.R., Nalibayeva A.</i> Development of catalytic systems on metal block carriers for oxidation of hydrocarbons and reduction of nitrogen oxide.....	186
<i>Statsjuk V.N., Sultanbek U., Fogel L.A.</i> Effect of hydroxylamine on phosphating iron in sulphate solution.....	194
<i>Seilkhanova G.A., Kurbatov A.P., Berezovski A.V., Ussipbekova E.Zh., Nauryzbayev M.K.</i> Features of the electrochemical deposition and dissolution of thallium oxide (III).....	200
<i>Kasenova S.B., Mukusheva G.K., Baysarov G.M., Kasenov B.K., Sagintaeva J.I., Adekenov S.M., Hasenova R.Zh.</i> Thermodynamic properties derivatives of flavonoids cirsilineol, artemisetine.....	206
<i>Kussanova S.K., Kustov L.M., Itkulova S.S., Tumabayeva A.I., Boleubayev Y.A., Shapovalov A.A.</i> CO ₂ hydrogenation over bimetallic Co-Mo/Al ₂ O ₃ catalysts.....	211

**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://www.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

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

Редакторы: *М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев, Д.С. Аленов*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 15.10.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
13,6 п.л. Тираж 300. Заказ 5.