

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**

4 (424)

**ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2017 Ж.
ИЮЛЬ – АВГУСТ 2017 г.
JULY – AUGUST 2017**

**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., академик (Қазақстан)
Бүркітбаев М.М. проф., академик (Қазақстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Молдахметов М.З. проф., академик (Қазақстан)
Мансуров З.А. проф. (Қазақстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Қазақстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Рахимов К.Д. проф. академик (Қазақстан)
Стрельцов Е. проф. (Белорус)
Тәшімов Л.Т. проф., академик (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, 2017

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., академик (Казахстан)
Буркитбаев М.М. проф., академик (Казахстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Мулдахметов М.З. проф., академик (Казахстан)
Мансуров З.А. проф. (Казахстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Казахстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Рахимов К.Д. проф. академик (Казахстан)
Стрельцов Е. проф. (Беларусь)
Ташимов Л.Т. проф., академик (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://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

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

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov**

E d i t o r i a l b o a r d:

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., academician (Kazakhstan)
Burkitbayev M.M. prof., academician (Kazakhstan)
Dzhusipbekov U.Zh. prof., corr. member (Kazakhstan)
Muldakhmetov M.Z. prof., academician (Kazakhstan)
Mansurov Z.A. prof. (Kazakhstan)
Nauryzbayev M.K. prof. (Kazakhstan)
Rudik V. prof., academician (Moldova)
Rakhimov K.D. prof., academician (Kazakhstan)
Streltsov Ye. prof. (Belarus)
Tashimov L.T. prof., academician (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, 2017

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 4, Number 424 (2017), 65 – 72

UDC 547.1.661.123

A. Zharmagambetova, A. Zamanbekova, A. Jumekeyeva, N. Tumabayev

D. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan

STUDY OF NICKEL CATALYSTS IN HYDROGENATION OF ACETYLENE ALCOHOLS AT LOW-TEMPERATURE

Abstracts. Methods for the preparation of 0.7% nickel-based nanosized catalysts supported on oxides have been developed. The effect of the polymer on the catalytic activity of 0.7% Ni-polymer/ZnO catalyst in the hydrogenation of 3,7,11,15-tetramethylhexadecyn-1-ol-3 has been studied. It was found that the activity, selectivity and stability of polymer-containing catalysts are higher than those prepared without polymers. The polymer treatment of the catalyst influenced mostly on stability (TON), which increases by 2-4 times compared to catalytic systems prepared without polymers. The most active catalysts were Ni-polymer complexes fixed on magnesium and zinc oxides, characterized by a low specific surface area (6.8 and 7.5 m²/g, respectively).

The optimal catalyst for the selective hydrogenation of 3,7,11,15-tetramethylhexadecyn-1-ol at atmospheric hydrogen pressure and 40° C was 0.7% Ni-PEG/ MgO. Hydrogenation rate was 6.3 × 10⁻⁵ mol/s/l) with the selectivity to alkenol of 80%. The number of catalytic cycles per 1 Ni atom l (TON) was 1700.

Electron microscopy (TEM and SEM) study showed formation of uniformly distributed net-shape polymer-metal complex on the surface of supports with nickel nanoparticles of 2-6 nm fixed in polymer.

Keywords: nano-sized particles, polymer-metal complex, 3,7,11,15-tetramethylhexadecyn-1-ol, polyethylene glycol, polyvinylpyrrolidone, polyhexamethyleneguanidine.

УДК 547.1.661.123

А.К. Жармагамбетова, А.Т. Заманбекова, А.И. Джумекеева, Н.Ж. Тумабаев

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

ИССЛЕДОВАНИЕ НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ ГИДРИРОВАНИИ АЦЕТИЛЕНОВЫХ СПИРТОВ

Резюме. Разработаны способы получения 0,7%-ных нанесенных на оксиды наноразмерных никелевых катализаторов. Исследовано влияние природы полимера на каталитическую активность 0,7%Ni-полимер/ZnO катализатора в гидрировании 3,7,11,15-тетраметилгексадецин-1-ола-3. Установлено, что активность, селективность и стабильность полимер-содержащих катализаторов выше, чем систем, приготовленных без полимера. Наибольшее влияние обработка полимером оказывает на стабильность (TON), которая возрастает в 2-4 раза по сравнению с каталитическими системами, приготовленными без полимеров. Наибольшую активность показали комплексы Ni с полимерами, закрепленные на оксидах магния и цинка, характеризующиеся малой удельной поверхностью (6,8 и 7,5 м²/г, соответственно).

Оптимальным катализатором для процесса селективного гидрирования 3,7,11,15-тетраметил-гексадецин-1-ола-3 при атмосферном давлении водорода и температуре 40°С является 0,7%Ni-ПЭГ/MgO. Гидрирование осуществляется со скоростью (6,3•10⁻⁵ моль/л.с) и селективностью по олефиновым производным 80%. Число каталитических циклов на 1 атом никеля (TON) составляет 1700.

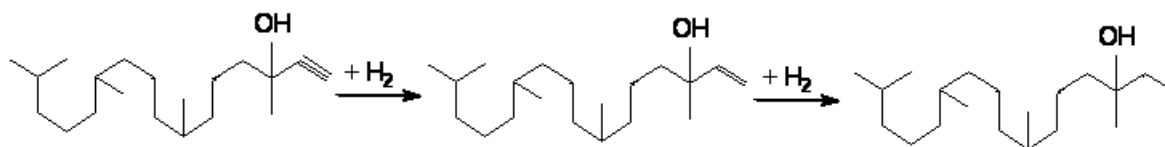
Методом электронной микроскопии (ПЭМ и СЭМ) показано формирование поверхности носителей однородных равномерно распределенных клубков полимерметаллических комплексов с размерами 30-40 нм, в которых обнаружены наночастицы никеля с размерами 2-6 нм.

Ключевые слова: наноразмерные частицы, полимерметаллический комплекс, 3,7,11,15-тетраметилгексадецин-1-ол-3, полиэтиленгликоль, поливинилпирролидон, полигексаметиленгуанидин.

Введение

В последние годы благодаря развитию нанотехнологий появилась возможность направленного конструирования новых типов катализаторов с однородными наноразмерными частицами (НРЧ) активной фазы. Для стабилизации, микрокапсулирования, модифицирования НРЧ катализаторов во многих методиках используются полимеры [1-8]. Формирующиеся таким образом каталитические системы показали высокую активность, селективность и стабильность при гидрировании различных классов непредельных соединений [9, 10]. Однако существенным недостатком полимерметаллических катализаторов (ПМК) является затрудненный перенос субстрата к активным центрам (НРЧ металлов), расположенным внутри полимерной матрицы. Для снижения влияния диффузионного фактора нами предложен простой способ закрепления тонкого слоя ПМК на поверхности неорганических сорбентов (природные и синтетические цеолиты, оксиды металлов) [11-13]. Разработанная методика позволяет значительно снизить содержание дорогостоящих металлов платиновой группы в катализаторах, повысить их эффективность в низкотемпературных процессах гидрогенизации и проводить процесс при атмосферном давлении [13-22].

В настоящей работе исследовалось поведение 3,7,11,15-тетраметилгексадецин-1-ола (C_{20} ацетиленовый спирт) в присутствии низкопроцентного полимермодифицированного никелевого нанесенного катализатора. Гидрирование C_{20} ацетиленового спирта на исследуемых катализаторах осуществляется с образованием этиленового производного и последующим его превращением в насыщенный спирт:



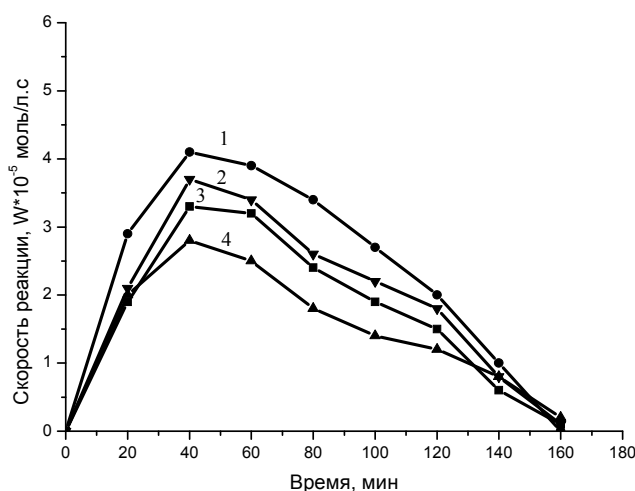
Экспериментальная часть

В ходе выполнения исследований были изучены нанесенные на неорганическую подложку низкопроцентные никелевые катализаторы, модифицированные следующими полимерами: полиэтиленгликоль (ПЭГ), поливинилпирролидон (ПВПД) и полигексаметиленгуанидин (ПГМГ). Никельсодержащие катализаторы готовились последовательным закреплением полимера, а затем нанесением ионов металла на неорганические оксиды [23]. При приготовлении катализатора на оксиде цинка методом ФЭЖ было установлено, что независимо от количества вводимого полимера и никеля, на поверхности носителя адсорбируется не более 0,7 вес.% металла, поэтому все последующие исследования каталитических свойств полимермодифицированных нанесенных никелевых комплексов проводились на 0,7%-ных катализаторах. При исследовании природы носителя на каталитическую активность полимер-протектированных никелевых катализаторов были исследованы следующие неорганические оксиды: оксид магния, оксид цинка и оксид алюминия. Разработанные никелевые системы тестировались в гидрировании 3,7,11,15-тетраметилгексадецин-1-ола (C_{20} ацетиленового спирта) в мягких условиях при атмосферном давлении водорода и температуре $40^{\circ}C$. В качестве растворителя был взят этанол. Физико-химические характеристики были изучены методами просвечивающей (ПЭМ) и сканирующей (СЭМ) электронной микроскопии.

Результаты и их обсуждение

Были синтезированы 0,7%Ni/ZnO катализаторы, модифицированные полиэтиленгликолем (ПЭГ), поливинилпирролидоном (ПВПД), полигексаметиленгуанидином (ПГМГ) и исследованы в реакциях гидрирования 3,7,11,15-тетраметилгексадецин-1-ола-3 (C_{20} ацетиленового спирта). По

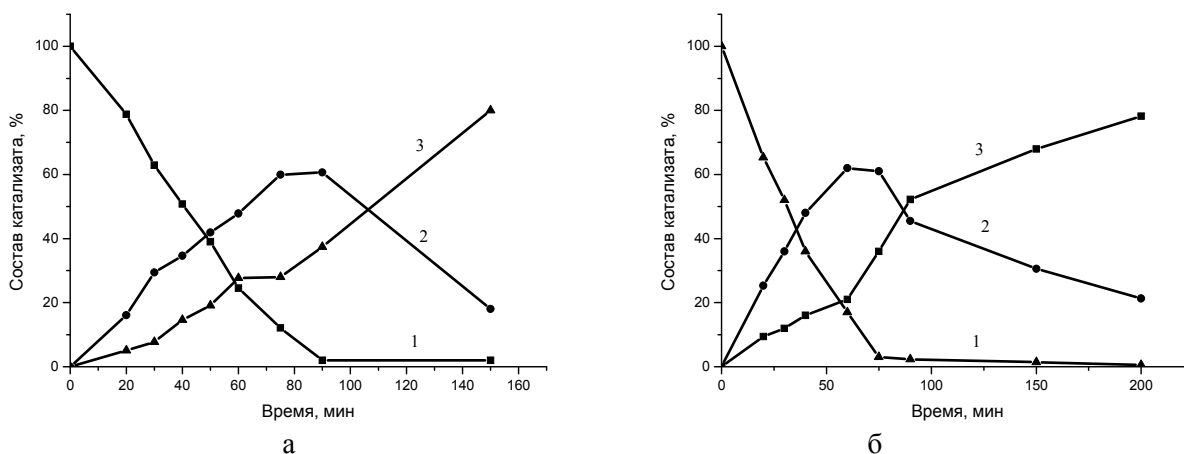
уменьшению активности изученные катализаторы располагаются в ряд: $0,7\%Ni\text{-ПЭГ}/ZnO$ ($4,1 \cdot 10^{-5}$ моль/л.с) > $0,7\%Ni\text{-ПВПД}/ZnO$ ($3,6 \cdot 10^{-5}$ моль/л.с) > $0,7\%Ni\text{-ПГМГ}/ZnO$ ($3,3 \cdot 10^{-5}$ моль/л.с) > $0,7\%Ni/ZnO$ ($2,7 \cdot 10^{-5}$ моль/л.с) (рисунок 1).



Обозначения кривых: 1-ПЭГ; 2-ПВПД; 3-ПГМГ; 4-без полимера
Условия опыта: $T_{\text{он}}^0 = 40^{\circ}\text{C}$, $P = 1$ атм, $m_{\text{кат}} = 0,05$ г, растворитель - C_2H_5OH

Рисунок 1 – Гидрирование ацетиленового спирта C_{20} на $0,7\%$ Ni-полимер/ ZnO катализаторах

Селективность никельсодержащих каталитических систем, приготовленных без обработки полимера ниже, по сравнению с катализатором модифицированным полимером, которая увеличивается от $62,0\%$ до 79% (рисунок 2). Одновременно с гидрированием тройной связи восстанавливается образующаяся двойная связь.



Обозначения кривых: 1- C_{20} -инол; 2- C_{20} -енол; 3- C_{20} -анол;
Условия опыта: $T_{\text{он}}^0 = 40^{\circ}\text{C}$, $P = 1$ атм, $m_{\text{кат}} = 0,05$ г, растворитель - C_2H_5OH

Рисунок 2 – Изменение состава катализата во времени при гидрировании 3,7,11,15-тетраметилгексадецин-1-ола-3 на $0,7\%$ Ni / ZnO (а) и $0,7\%$ Ni-ПЭГ/ ZnO (б)

Значительно возросла и стабильность катализатора (TON –turnovernumber (число каталитических актов на грамм атом металла)) от 600 до 1200 (таблица 1). Высокая селективность по олефиновому спирту (79%) и стабильность, ($TON=1200$) наблюдается при использовании ПЭГ в качестве модификатора никелевого катализатора

Таблица 1 – Влияние природы полимеров на свойства 0,7%Ni-полимер/ZnO катализаторов при гидрировании ацетиленового спирта C_{20}

Условия опыта: $T=40^{\circ}C$, $P_{H_2}=1\text{атм.}$, $m_{\text{кат}}=0,05\text{г}$, растворитель - C_2H_5OH

Катализатор	$W \cdot 10^{-5}$, моль/л.с.	S, %	TON
ПЭГ	4,1	79	1200
ПВПД	3,6	74	1000
ПГМГ	3,3	78	1100
Без полимера	2,7	62	600

По данным просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) исходного образца катализатора видно, что на поверхности носителя формируются полупрозрачные сферические частицы размерами 3-4 нм, которые представляют собой полимерметаллический комплекс (ПМК) (рисунок 3, а).

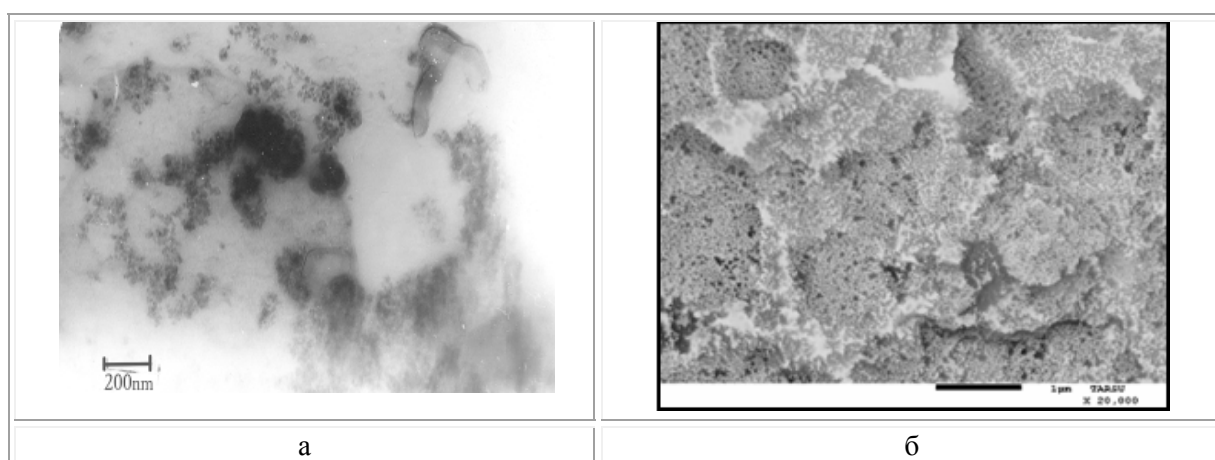


Рисунок 3 – Микрофотография 0,7%Ni-ПЭГ/ZnO катализатора (ПЭМ – а; СЭМ - б)

Это отчетливо видно на микрофотографии, полученной при исследовании методом сканирующей микроскопии (СЭМ) (рисунок 3, б).

Вся поверхность оксида цинка покрыта мелкими клубками, которые объединяются в более крупные агрегаты из мелких частиц, связанных между собой, возможно, гидрофобными взаимодействиями. Можно предположить, что именно эти клубки и представляют собой полимерметаллические комплексы, внутри которых формируются наноразмерные частицы (НРЧ) металлов с размерами от 3 до 5 нм, которые фиксируются данными ПЭМ (рисунок 4). По краю одного такого укрупненного клубка четко видна прозрачная пленка полимера с более темными вкраплениями металла.

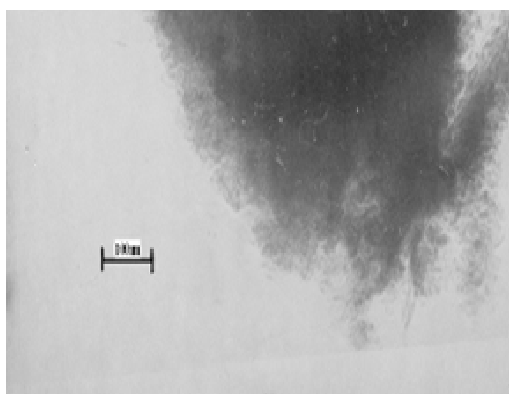


Рисунок 4 – Микрофотография (ПЭМ) 0,7%Ni-ПЭГ/ZnO катализатора

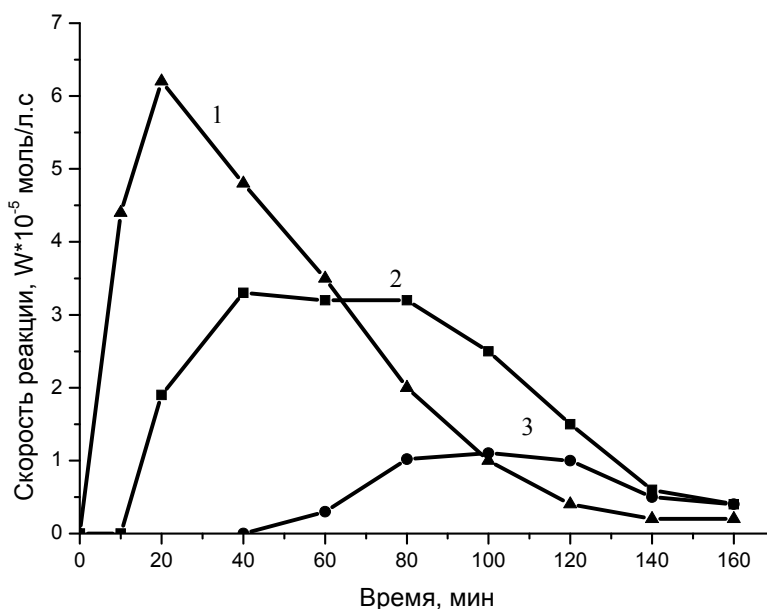
При изучении влияния природы неорганических носителей на свойства никелевых катализаторов гидрирования объектом исследования были 0,7% никелевые катализаторы, нанесенные на ZnO, MgO и Al₂O₃, модифицированные ПЭГ. Результаты гидрирования C₂₀ ацетиленового спирта на приготовленных катализаторах представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Гидрирование ацетиленового спирта C₂₀ на 0,7%Ni-ПЭГ/носитель и 0,7%Ni /носитель катализаторах

Условия опыта: T=40⁰C, P_{H₂}=1атм., m_{кат} = 0,05г, этанол (20 мл)

Катализатор	Удельная поверхность оксида, м ² /г	W*10 ⁻⁵ моль/л.с	S _{C=C} ,%	TON
Ni-ПЭГ/MgO	6,8	6,3	80,2	1700
Ni/ MgO		5,9	78,6	450
Ni-ПЭГ/ZnO	7,5	4,1	79,0	1200
Ni /ZnO		2,7	62,0	600
Ni-ПЭГ/Al ₂ O ₃	88	1,2	75,6	450
Ni /Al ₂ O ₃		1,0	60,2	450

Показано, что максимальная активность в гидрировании ацетиленового спирта C₂₀ наблюдается на катализаторе, нанесенном на оксид магния (рисунок 5).

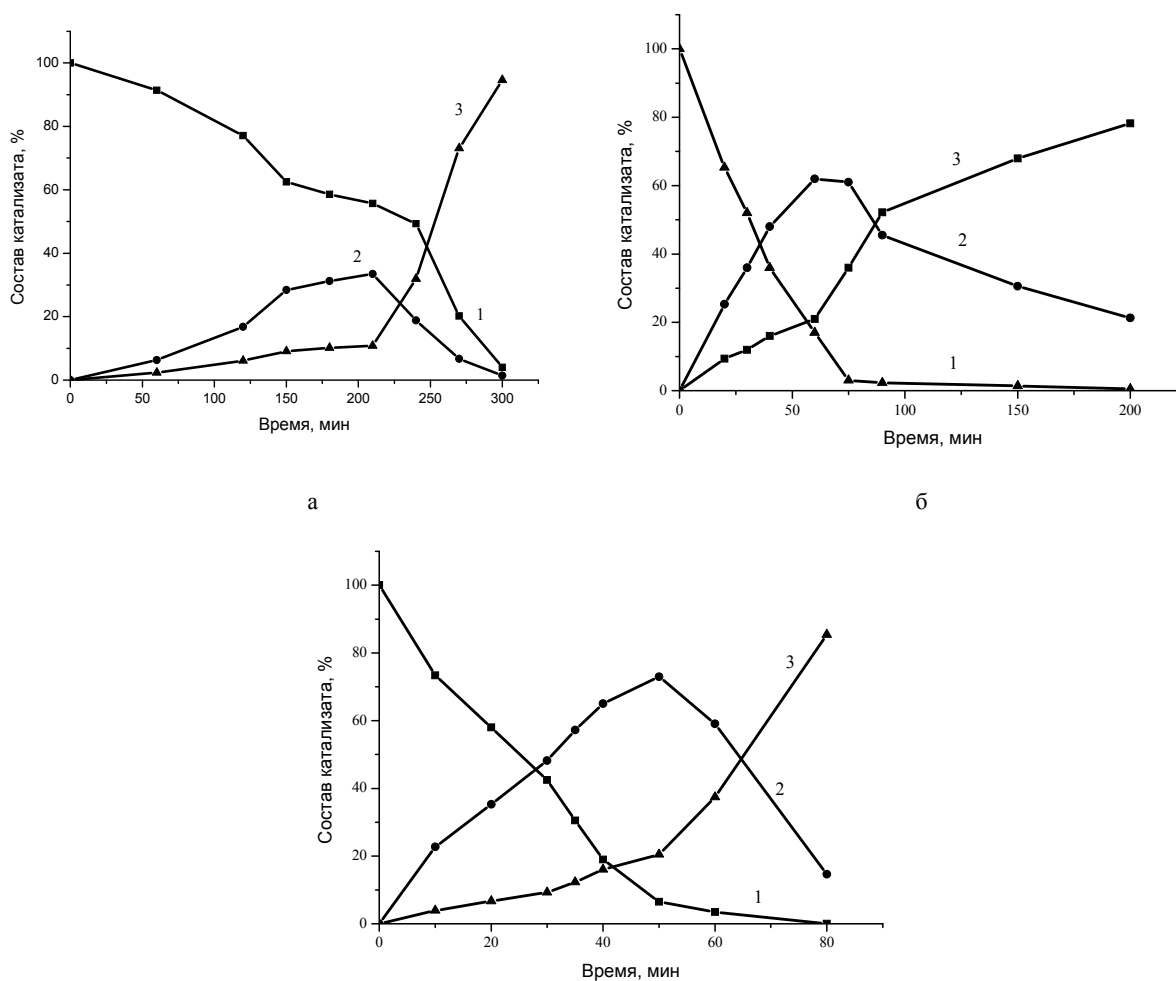


Обозначения кривых: 1-MgO; 2- ZnO; 3-γ-Al₂O₃

Условия опыта: T_{оп}⁰ = 40⁰C, P=1 атм, m_{кат}=0,05г, растворитель - C₂H₅OH

Рисунок 5 – Гидрирование ацетиленового спирта C₂₀ на 0,7%Ni-ПЭГ/носитель катализаторах

По уменьшению скорости синтезированные катализаторы располагаются в ряд: 0,7%Ni-ПЭГ/MgO > 0,7%Ni-ПЭГ/ZnO > 0,7%Ni-ПЭГ/Al₂O₃. Полученная зависимость антибатна удельной поверхности, т.е. чем меньше удельная поверхность, тем большей активностью и селективностью обладает Ni-ПЭГ/носитель катализатор. Подобным образом меняется и селективность данных катализаторов (рисунок 6). На 0,7% Ni-ПЭГ/γ-Al₂O₃ наблюдается наименьшая селективность – 75,6%, при конверсии 44,3%, а самая высокая – на катализаторе, нанесенном на MgO, и достигает 80,2% по целевому продукту (C₂₀-енолу), при конверсии 81%.



Обозначения кривых: 1- C_{20} -инол; 2- C_{20} -енол; 3- C_{20} -анол;
 Условия опыта: $T_{\text{оп}}^0 = 40^{\circ}\text{C}$, $P=1$ атм, $m_{\text{кат}} = 0,05\text{г}$, растворитель - C_2H_5OH

Рисунок 6 – Изменение состава катализата во времени при гидрировании 3,7,11,15-тетрамилгексадецан-1-ола-3 на 0,7% Ni-ПЭГ/ γ - Al_2O_3 (а); 0,7% Ni-ПЭГ/ ZnO (б); 0,7% Ni-ПЭГ/ MgO (в) катализаторах

Для изучения стабильности систем проводилось гидрирование последовательных порций ацетиленового спирта C_{20} на 0,7%Ni-ПЭГ/носитель катализаторе навеской 0,05г. Установлено, что наибольшей стабильностью ($TON=1700$) обладает ПЭГ-модифицированный никелевый катализатор, нанесенный на MgO , на котором было прогидрировано 12 порций или 9 мл исходного вещества. Катализатор 0,7% Ni-ПЭГ/ ZnO проявляет меньшую стабильность: 9 порций (6,75 мл) или $TON=1300$. Наиболее быстро дезактивируется Ni-ПЭГ/ γ - Al_2O_3 система, на которой процесс прекращается после восстановления всего 3 порций (2,25 мл) C_{20} -инола. Скорость реакции, а также селективность процесса на «безполимерных» катализаторах ниже, чем на модифицированных полимером системах. Наибольшее воздействие модифицирование полимером оказывает на стабильность катализатора. Так, если на Ni/ MgO $TON=450$, то на модифицированном полимером катализаторе ее значения возрастают в 4 раза – $TON=1700$. Аналогичная зависимость получена и для систем, закрепленных на оксиде цинка.

Выводы. Таким образом, функции полимеров заключаются в формировании и фиксации наночастиц металлов на поверхности носителя, предотвращению их агломерации в процессе катализа, повышению стабильности. Синтезированные таким образом катализаторы, не содержащие металлы платиновой группы (Ni), проявляют достаточно высокую активность в

процессах гидрирования ацетиленовых спиртов сложного строения в олефиновые производные в мягких условиях при температуре 40⁰С и атмосферном давлении водорода. Продукты гидрогенизации могут быть использованы как биологически активные вещества – полупродукты витаминов А, Е, К и компонентов феромонов вредных насекомых.

Работа выполнена в рамках научного гранта КН МОН РК на 2015-2017 гг по теме 4275/ГФ4 «Теоретические основы создания низкопроцентных металл-полимерных катализаторов селективного гидрирования ацетиленовых соединений»

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Тальрозе Р.В., Шандрюк Г.А., Мерекалов А.С., Шаталова А.М., Отмахова О.А. Организация наночастиц в полимерных матрицах // Высокомолекулярные соединения, Сер.: А и Б. - 2009. - Т. 51, №11. - С. 1930-1939.
- [2] Saluzzo C., Lamouille T., Hérault D., Lemaire M. Polymer-supported catalysts: enantioselective hydrogenation and hydrogen transfer reduction // *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. - 2002. - V.14, №12. - P. 1841-1844.
- [3] Kaur P., Hupp J.T., Nguyen S.T. Porous Organic Polymers in Catalysis: Opportunities and Challenges // *ACS Catalysis*. - 2011. - V.7, №1. - P. 819-835.
- [4] Bu F.X., Hu M., Xu L., Meng Q., Mao G.Y., Jiang D.M., Jiang J.S. Coordination polymers for catalysis: enhancement of catalytic activity through hierarchical structuring // *Chemical Communications*. - 2014. - V.62, №50. - P.8543-6.
- [5] Clapham B., Reger T.S., Janda K.D. Polymer-supported catalysis in synthetic organic chemistry // *Tetrahedron*. - 2001. - Vol. 57. - P. 4637-4662.
- [6] Song H., Rioux R. M., Hoefelmeyer J. D., Komor R., Niesz K., Grass M., Yang P., Somorjai G. A. Hydrothermal Growth of Mesoporous SBA-15 Silica in the Presence of PVP-Stabilized Pt Nanoparticles: Synthesis, Characterization, and Catalytic Properties // *American Chemical Society*. - 2006. - Vol. 128. - P. 3027-3037.
- [7] Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. - Москва: Химия, 2000. - 672 с.
- [8] Бектуров Е.А., Кудайбергенов С.Е., Исакаев Р.М., Ибраева Ж.Е., Шамаков С.Н. Полимер-протектированные наночастицы металлов // Алматы. - 2010. - 273 с.
- [9] Сульман Э.М., Попов О.С., Самохвалов Г.И. Некоторые методы селективного получения полупродуктов синтеза витаминов и гормональных препаратов // Катализ и каталитические процессы производства фармакологических препаратов. - 1985. - Т.2. - С. 93-96.
- [10] Сидоров А.И., Сульман Э.М., Бронштейн Л.М., Анкудинова Г.В., Автушенко Ю.Е., Мирзоева Е.Ш., Баукова Е.Ю., Валецкий П.М. Гидрирование 6,10,14-триметилпентадека-3,5-диен-2-она на родийсодержащих полимерных катализаторах // Кинетика и катализ. - 1993. - Т.34. - №1. - С.87-89.
- [11] Somorjai G. A., Contreras A. M., Montano M., Rioux Robert M. Clusters, surfaces, and catalysis // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. - 2006. - Vol. 103, № 28. - P. 10577-10583.
- [12] Hoefelmeyer J. D., Niesz K., Somorjai G. A., Don Tilley T. Radial Anisotropic Growth of Rhodium Nanoparticles // *Nano Letter* - 2005. - Vol. 5, № 3. - P. 435-438.
- [13] Rioux R. M., Song H., Hoefelmeyer J. D., Yang P., Somorjai G. A. High-Surface-Area Catalyst Design: Synthesis, Characterization, and Reaction Studies of Platinum Nanoparticles in Mesoporous SBA-15 Silica // *The Journal of Physical Chemistry B*. - 2005. - Vol.109, № 6. - P. 2192-2202.
- [14] Coenen J.W.E. *Characterization of the standard nickel/silica catalyst EuroNi-1: III. Investigations of catalyst structure* // *Applied catalysis: A. General*. - 1991. - Vol.75, №2. - P.193-223.
- [15] Zheng Y., Ma K., Li H., Li J., He J., Sun X., Li R., Jiantai. One Pot Synthesis of Imines from Aromatic Nitro Compounds with a Novel Ni/SiO₂ Magnetic Catalyst // *Catalysis Letters*. - 2009. - Vol. 128, № 3. - P. 465-474.
- [16] Masalska A. Properties and Activity of Al₂O₃ + ZSM-5 Supported Ni and NiRu Catalysts in 1-Methylnaphthalene Hydrogenation: Effect of Ni Incorporation Method and Calcining Procedure // *Catalysis Letters*. - 2009. - Vol. 127, №1. - P.158-166.
- [17] Навалихина М.Д., Крылов О.В. Разработка и использование в промышленности новых катализаторов гидрирования // Кинетика и катализ. 2001. - Т. 42, №1. - С. 86-98.
- [18] Невская С.М., Николаев С.А., Носков Ю.Г., Ростовщикова Т.Н., Смирнов В.В., Гуревич С.А., Забелин М.А., Кожевин В.М., Третьяков П.А., Явсин Д.А., Васильков А.Ю. Необычные каталитические свойства наноструктурированных пленок никеля, полученных методом лазерной электродисперсии // Кинетика и катализ. - 2006. - Т.47, №4. - С.657-663.
- [19] Спиридонов В.С., Васильков А.Ю., Подшибихин В.Л., Сердан А.А., Наумкин А.В., Лисичкин Г.В. Получение нанесенных моно- и биметаллических нанокластеров на основе золота, никеля и палладия металло-паровым синтезом и их каталитическая активность в гидрировании гексена-1 и гидрохлорировании хлорбензола // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. - 2007. - Т.50, № 8. - С.108-119.
- [20] Навалихина М.Д., Крылов О.В. Гетерогенные катализаторы гидрирования // Успехи химии. - 1998. - Т.67, №7. - С.656-687.
- [21] Dalmon J. A., Martin G. A. The kinetics and mechanism of carbon monoxide methanation over silica-supported nickel catalysts // *Journal of Catalysis*. - 1983. - Vol.84, №1. - P.45-54.
- [22] Yesgar P. W., Sheintuch M.. Nickel-catalyzed methanation reactions studied with an in situ magnetic induction method: Experiments and modeling // *Journal of Catalysis*. - 1991. - Vol.127, №4. - P.576-594.
- [23] Селенова Б.С. Синтез и каталитические свойства закрепленных палладий и кобальт полимерных соединений. - Автореферат диссерт. кандидата хим. наук. Алматы, 1999.

REFERENCES

- [1] Tal'roze R.V., Shandryuk G.A., Merekalov A.S., Shatalova A.M., Otmakhova O.A. *Vysokomolekulyarnyyesoyedineniya*, Ser.: AiB, **2009**, 51,11, 1930-1939 (in Russ).
- [2] Saluzzo C., Lamouille T., Hérault D., Lemaire M. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, **2002**, 14,12, 1841-1844 (in Eng).
- [3] Kaur P., Hupp J.T., Nguyen S.T. *ACS Catalysis*, **2011**, 7, 1, 819-835 (in Eng).
- [4] Bu F.X., Hu M., Xu L., Meng Q., Mao G.Y., Jiang D.M., Jiang J.S. *Chemical Communications*, **2014**, 62,50, 8543-6 (in Eng).
- [5] Clapham B., Reger T.S., Janda K.D. *Tetrahedron*, **2001**, 57, 4637-4662 (in Eng).
- [6] Song H., Rioux R.M., Hoefelmeyer J.D., Komor R., Niesz K., Grass M., Yang P., Somorjai G.A. *American Chemical Society*, **2006**, 128, 3027-3037 (in Eng).
- [7] Pomogaylo A.D., Rozenberg A.S., Uflyand I.Ye. *Metalnanoparticl'sinpolymer. Moskva: Khimiya*, **2000**. -672p. (in Russ).
- [8] Bekturov Ye.A., Kudaybergenov S.Ye., Iskakov R.M., Ibrayeva ZH.Ye., Shmakov S.N. *Polymer-protected metal nanoparticl's // Almaty*, **2010**, 273p. (in Kaz).
- [9] Sul'man E.M., Popov O.S., Samokhvalov G.I. *Kataliz i kataliticheskiyeprotsessy proizvodstva farmakologicheskikh preparatov*, **1985**, 2, 93-96 (in Russ).
- [10] Sidorov A.I., Sul'man E.M., Bronshteyn L.M., Ankudinova G.V., Avtushenko YU.Ye., Mirzoyeva Ye.SH., Baukova Ye.YU., Valetskiy P.M. *Kinetika i kataliz*, **1993**, 34, 1, 87-89 (in Russ).
- [11] Somor'yay G. A., Kontreras A. M., Montano M., Riu Robert M. *Klastery, poverkhnosti i kataliza // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **2006**, 103,28, 10577-10583 (in Eng).
- [12] Hoefelmeyer J.D., Niesz K., Somorjai G. A., Don Tilley T. *Radial'nyyanizotropnyyrostnanochastitsrodiya // Nano Letter*, **2005**, 5, 3, 435-438 (in Eng).
- [13] Rioux R.M., Song H., Hoefelmeyer J.D., Yang P., Somorjai G.A. *The Journal of Physical Chemistry B*, **2005**, 109, 6, 2192-2202 (in Eng).
- [14] Coenen J.W.E. *Applied catalysis: A. General*, **1991**, 75,2, 193-223 (in Eng).
- [15] Chzhen YA., Ma K., Li KH., Li Dzh., Khe KH., Sun X., Li R., Dzhiantay. *Catalysis Letters*, **2009**, 128, 3, 465-474 (in Eng).
- [16] Masal'ska A. *Catalysis Letters*, **2009**, 127, 1, 158-166 (in Eng).
- [17] Navalikhina M.D., Krylov O.V. *Kinetika i kataliz*, **2001**, 42, 1, 86-98 (in Russ).
- [18] Nevskaya S.M., Nikolayev S.A., Noskov YU.G., Rostovshchikova T.N., Smirnov V.V., Gurevich S.A., Zabelin M.A., Kozhevnikov V.M., Tret'yakov P.A., Yavsin D.A., Vasil'kov A.YU. *Kinetika i kataliz*, **2006**, 47, 4, 657-663 (in Russ).
- [19] Spiridonov V.S., Vasil'kov A.YU., Podshibikhin V.L., Serdan A.A., Naumkin A.V., Lisichkin G.V. *Izvestiya VUZov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya*, **2007**, 50,8, 108-119 (in Russ).
- [20] Navalikhina M.D., Krylov O.V. *Uspekhi khimii*, **1998**, 67, 7, 656-687 (in Russ).
- [21] Dalmon Dzh. A., Martin G. A. *Journal of Catalysis*, **1983**, 84, 1, 45-54 (in Eng).
- [22] Yesgar P. W., Sheintuch M. *Journal of Catalysis*, **1991**, 127, 4, 576-594 (in Eng).
- [23] Selenova B.S. *The author's abstract of the dissertation of the candidate of chemical sciences*, Almaty, **1999** (in Kaz).

ӘОЖ: 547.1.661.123

Ә.К. Жармағамбетова, А.Т. Заманбекова, А.И. Джумекеева, Н.Ж. Тұмабаев

Д.В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты,
Алматы, Қазақстан

АЦЕТИЛЕН СПИРТТЕРІН ТӨМЕН ТЕМПЕРАТУРАДА
ГИДРЛЕУ БАРЫСЫНДА НИКЕЛ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Оксидтерге отырғызылған 0,7% нанобөлшекті никель катализаторларын дайындау тәсіл-дері табылған. 3,7,11,15-тетраметилгексадецин-1-ол-3-ті гидрлеу барысында 0,7%Ni-полимер/ZnO катализа-тордың каталитикалық белсенділігіне полимер табиғатының әсері зерттелген. Полиэтиленгликольмен (ПЭГ) модифицирленген катализатор жоғары белсенділікті танытқаны көрсетілді. ПЭГ-мен түрлендірілген катали-затордың активтіліктері, селективтіліктері және тұрақтылығы, полимерсіз жүйелерге қарағанда, жоғары екені анықталды. Полимердің қатысуы катализаторлардың тұрақтылығына (TON) әсері көп, полимерсіз катализаторлармен салыстырғанда 2-4 есе арыта түседі. Полимерметалды комплексті бекіту үшін оптималды тасымалдағыштар меншікті бет қабаттары төмен (6,8-7,5 м²/г) магний және мырыш оксидтері болып табылады.

Жұмсақ жағдайда сутектің атмосфералық қысымы мен 40⁰С температурада 3,7,11,15-тетраметилгек-садецин-1-ол-3-ті селективті гидрлеу процесстері үшін оптималды катализатор 0,7%Ni-ПЭГ/MgO болып табылады. Гидрлеу 6,3*10⁻⁵ моль/л.с жылдамдықпен және олефин туындылары бойынша 80% селективтілікпен жүреді. Никельдің 1 атомына каталитикалық циклдар саны (TON) 1700 құрайды.

Физика-химиялық зерттеулер бойынша тасымалдағыш бетінде өлшемі 30-40 нм полимер-металл комплекстердің біркелкі таралуы көрсетілген және осы комплекстердің ішінде өлшемі 2-6 нм металдың (Ni) нанобөлшектері анықталған.

Түйін сөздер: нанобөлшекті бөлшектер, полимер-металлды комплекс, 3,7,11,15-тетраметилгексадецин-1-ол-3, полиэтиленгликоль, поливинилпир-ролидон, полигексаметиленгуанидин.

МАЗМҰНЫ

<i>Бишимбаева Г.К., Прозорова Г.Ф., Жумабаева Д.С., Коржова С.А., Мазяр И.В., Налибаева А.М., Кыдырбаева У.О.</i>	5
<i>Амантайұлы К., Тунгатарова С.А., Кауменова Г.Н., Жумабек М.</i> Метанды Mg-Mn-Co-Al катализаторлары қатысында синтез газға дейін парциалды тотықтыру.....	13
<i>Акбаева Д.Н., Сейлханова Г.А., Бәкірова Б.С., Кенжалина Ж.Ж., Томкович М.В., Соколов В.В., Борангазиева А.К.</i>	19
<i>Ермұхамед Д., Мұсабек Г.К., Диханбаев К.К., Байғанатова Ш.Б., Сиваков В.А.</i> Жартылай өткізгіштік материалдар негізіндегі фотокатализ процесстерін зерттеу мен қолдануға қатысты заманауи жетістіктер	26
<i>Есенгулова А.А., Сағиталы Ш.О., Қайралапова Г.Ж., Әбілов Ж.А., Бейсебеков М.Қ.</i> Бентонит сазы – полиакрил қышқылы негізіндегі криогельдер синтезі және олардың физика-химиялық қасиеттері.....	39
<i>Жармағамбетова А.К., Ауезханова А.С., Джумекеева А.И., Бектуров Е.А., Ахметова С.Н.</i> Циклогександы тотықтырудың бекітілген хитозан-модифицирленген мыс және темір катализаторлары.....	44
<i>Құрманғажы Г., Сыдықова А.И., Жақыпбаев Б.Е., Тәжібаева С.М., Мұсабеков Қ.Б.</i> Опокалар мен олардың магниттік композиттерінің сорбциялық қасиеттері.....	51
<i>Закарина Н.А., Акурпекова А.К., Джумабаева Л.С., Жумадуллаев Д.А.</i> Al-Zr-Пилларирленген монтмориллонитке қондырылған Pd-катализаторлардағы n-гексан изомеризациясы.....	56
<i>Жармағамбетова Ә.К., Заманбекова А.Т., Джумекеева А.И., Тұмабаев Н.Ж.</i> Ацетилен спирттерін төмен температурада гидрлеу барысында никел катализаторларын зерттеу	65
<i>Сайтқұлова А.К., Матаева З.Т.</i> Этоксизетиламиналуға арналған катализдік композициялар жасау.....	73
<i>Сасс А.С., Сабитова И.Ж., Масенова А.Т., Кензин Н.Р., Рахметова К.С., Усенов А.К., Қурғузікова С.А.</i>	81
<i>Талғатов Э.Т., Әуезханова А.С., Тұмабаев Н.Ж., Капышева У.Н., Бахтиярова Ш.К., Жармағамбетова Ә.Қ.</i>	87
<i>Ақтанов Н.А., Тілеуберді Е., Қанжарқан Е., Оңғарбаев Е.Қ.</i> Топыраққа төгілген мұнайды термиялық жолмен бөліп алу.....	96
<i>Бақтығалиев Д.О., Тілеуберді Е., Иманбаев Е.И., Мансуров З.А.</i> Қазақстан жанғыш тақтатастарының морфологиялық құрылымы мен элементтік құрамын зерттеу.....	103

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бишимбаева Г.К., Прозорова Г.Ф., Жумабаева Д.С. Коржова С.А., Мазяр И.В., Налибаева А.М., Кыдырбаева У.О.</i>	
Синтез высокосернистых полимеров, основанный на сополимеризации тенгизкой серы с анилином	5
<i>Амантайұлы К., Тунгатарова С.А., Кауменова Г.Н., Жумабек М.</i> Парциальное окисление метана в синтез-газ в присутствии Mg-Mn-Co-Al катализаторов.....	13
<i>Акбаева Д.Н., Сейлханова Г.А., Бәкірова Б.С., Кенжалина Ж.Ж., Томкович М.В., Соколов В.В., Борангазиева А.К.</i>	
Физико-химические характеристики комплекса на основе хлорида меди(II) и поливинилпирролидона.....	19
<i>Ермухамед Д., Мусабек Г.К., Диханбаев К.К., Байганатова Ш.Б., Сиваков В.А.</i> Современные достижения в области исследования и применения фотокаталитических процессов на основе полупроводниковых материалов.....	26
<i>Есенгулова А.А., Сагиталы Ш.О., Кайралапова Г.Ж., Абилов Ж.А., Бейсебеков М.К.</i> Синтез криогелей на основе бентонитовой глины-полиакриловой кислоты и их физико-химические свойства.....	39
<i>Жармагамбетова А.К., Ауезханова А.С., Джумекеева А.И., Бектуров Е.А., Ахметова С.Н.</i> Хитозан-модифицированные нанесенные медные и железные катализаторы окисления циклогексана	44
<i>Курмангажи Г., Сыдыкова А.И., Жакипбаев Б.Е., Тажибаева С.М., Мусабеков К.Б.</i> Сорбционные свойства опок и их магнитных композитов.....	51
<i>Закарина Н.А., Акурпекова А.К., Джумабаева Л.С., Жумадуллаев Д.А.</i> Изомеризация n-гексана на Pd-катализаторах, нанесенных на пилларированный Al-Zr-монтмориллонит.....	56
<i>Жармагамбетова А.К., Заманбекова А.Т., Джумекеева А.И., Тумабаев Н.Ж.</i> Исследование никелевых катализаторов в низкотемпературном гидрировании ацетиленовых спиртов.....	65
<i>Сайтқұлов А.К., Матаева З.Т.</i> Создание каталитических композиций для синтеза алкосиэтиламинов.....	73
<i>Сасс А.С., Сабитова И.Ж., Масенова А.Т., Кензин Н.Р., Рахметова К.С., Усенов А.К., Кургузикова С.А.</i> Разработка платиновых катализаторов блочного типа для глубокого окисления углеводов (Сообщение 2).....	81
<i>Талғатов Э.Т., Ауезханова А.С., Тумабаев Н.Ж., Капышева У.Н., Бахтиярова Ш.К., Жармагамбетова А.К.</i>	
Синтезгибридных энтеросорбентовна основе монтмориллонита и полиэтиленгликоля.....	87
<i>Актанов Н.А., Тилеуберди Е., Канжаркан Е., Онгарбаев Е.К.</i> Выделение нефти из нефтезагрязненных почв с использованием термического метода.....	96
<i>Бактығалиев Д.О., Тилеуберди Е., Иманбаев Е.И., Мансуров З.А.</i> Морфологическая структура и элементный состав горючего сланца Казахстана.....	103

CONTENTS

<i>Bishimbayeva G.K., Prozorova G.F., Zhumabayeva D.S., Korzhova S.A., Mazyar I.V., Nalibayeva A.M., Kydyrbayeva U.O.</i>	
Synthesis of high-sulfur polymers based on the tengiz sulfur copolymerization with aniline.....	5
<i>Amantaiuly K., Tungatarova S.A., Kaumenova G.N., Zhumabek M.</i> Partial oxidation of methane to synthesis gas in the presence of Mg-Mn-Co-Al catalysts.....	
	13
<i>Akbayeva D.N., Seilkhanova G.A., Bakirova B.S., Kenzhalina Zh.Zh., Tomkovich M.V., Sokolov V.V., Borangazyeva A.K.</i> Physicochemical characteristics of the complex on the basis of copper(II) chloride and polyvinylpyrrolidone.....	
	19
<i>Yermukhamed D., Mussabek G.K., Dikhanbayev K.K., Bayganatova Sh.B., Sivakov V.A.</i> Recent advances in investigation and application of photocatalytic processes based on semiconductor materials.....	
	26
<i>Yessengulova A.A., Sagitaly Sh.O., Kayralapova G. Zh., Abilov Zh.A., Beysebekov M.K.</i> Synthesis of cryogels on the basis of bentonite clay-polyacrylic acid and their physical-chemical properties	
	39
<i>Zharmagambetova A.K., Auyezkhanova A.S., Jumekeyeva A.I., Bekturov E.A., Akhmetova S.N.</i> Chitosan-modified Supported Copper and Iron Catalysts for Cyclohexane Oxidation	
	44
<i>Kurmangazhy G., Sydykova A., Zhakipbayev B., Tazhibayeva S., Musabekov K.</i> Sorption properties of flasks and their magnetic composites.....	
	51
<i>Zakarina N.A., Akurpekova A.K., Djumabaeva L.S., Zhumadullaev D.A.</i> Isomerization of n-hexane over Pd-catalysts supported on Al-Zr- pillared montmorillonite.....	
	56
<i>Zharmagambetova A., Zamanbekova A., Jumekeyeva A., Tumabayev N.</i> Study of nickel catalysts in hydrogenation of acetylene alcohols at low-temperature.....	
	65
<i>Saitkulov A.K., Mataeva Z.T.</i> Creation of catalytic compositions for synthesis of etoxyethylamine.....	
	73
<i>Sass A.S., Sabitova I.Zh., Massenova A.T., Kenzin N.R., Rakhmetova K.S., Ussenov A.K., Kurguzikova S.A.</i> Development of block type platinum catalysts for deep oxidation of hydrocarbons (Report 2).....	
	81
<i>Talgatov E.T., Auezhanova A.S., Tumabaev N.Zh., Kapysheva U.N., Bakhtiyarova Sh.K., Zharmagambetova A.K.</i> Synthesis of hybrid enterosorbents based on montmorillonite and polyethyleneglycol.....	
	87
<i>Akhtanov N.A., Tileuberdi Ye., Khanzharkhan Ye., Ongarbayev Ye.K.</i> The extraction of oil from oil contaminated soils using the thermal method.....	
	96
<i>Bakhtigalyev D.O., Tileuberdi Ye., Imanbayev Ye.I., Mansurov Z.A.</i> Study of morphological the structure and elemental composition of kazakhstan oil shale.....	
	103

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 15.08.2017.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
6,2 п.л. Тираж 300. Заказ 4.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19