

ISSN 2224-5286

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**

2 (410)

**НАУРЫЗ – СӘУІР 2015 ж.
МАРТ – АПРЕЛЬ 2015 г.
MARCH – APRIL 2015**

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

ҚР ҰҒА академигі
М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы :

хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғазалиев А.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғожин Е.Е.** (бас редактордың орынбасары); хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пірәлиев К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баешов А.Б.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүркітбаев М.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жүсіпбеков У.Ж.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Итжанова Х.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Молдахметов М.З.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахымов К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәшімов Л.Т.**; хим. ғ. докторы, проф. **Мансұров З.А.**; техн. ғ. докторы, проф. **Наурызбаев М.К.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і :

Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Агабеков В.Е.** (Беларусь); Украинаның ҰҒА академигі **Волков С.В.** (Украина); Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Жоробекова Ш.Ж.** (Қырғызстан); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Манташян А.А.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Туртэ К.** (Молдова); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Фарзалиев В.** (Әзірбайжан); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Халиков Д.Х.** (Тәжікстан); хим. ғ. докторы, проф. **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы); философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **Е.Е. Ергожин** (заместитель главного редактора); доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **К.Д. Пралиев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Б. Баешов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.М. Буркитбаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.Ж. Джусипбеков**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.И. Итжанова**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.З. Мулдахметов**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Д. Рахимов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Л.Т. Ташимов**; доктор хим. наук, проф. **З.А. Мансуров**; доктор техн. наук, проф. **М.К. Наурызбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Республики Беларусь **В.Е. Агабеков** (Беларусь); академик НАН Украины **С.В. Волков** (Украина); академик НАН Кыргызской Республики **Ш.Ж. Жоробекова** (Кыргызстан); академик НАН Республики Армения **А.А. Манташян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **К. Туртэ** (Молдова); академик НАН Азербайджанской Республики **В. Фарзалиев** (Азербайджан); академик НАН Республики Таджикистан **Д.Х. Халиков** (Таджикистан); доктор хим. наук, проф. **В.Н. Нараев** (Россия); доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания); доктор хим. наук, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии». ISSN 2224-5286

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-нанрк.kz / chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

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

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

S.M. Adekenov, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Ye.Ye. Yergozhin**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **K.D. Praliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.B. Bayeshov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.M. Burkibayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.Zh. Zhusipbekov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Kh.I. Itzhanova**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Z. Muldakhmetov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.D. Rakhimov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **L.T. Tashimov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.A. Mansurov**, dr. chem. sc., prof.; **M.K. Nauryzbayev**, dr. eng. sc., prof.

Editorial staff:

V.Ye. Agabekov, NAS Belarus academician (Belarus); **S.V. Volkov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **Sh.Zh. Zhorobekov**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **A.A. Mantashyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **K. Turte**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Farzaliyev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **D.Kh. Khalikov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **V.N. Narayev**, dr. chem. sc., prof. (Russia); **Pauline Prokopovich**, dr. phylos., prof. (UK); **Marek Sikorski**, dr. chem. sc., prof. (Poland)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.
ISSN 2224-5286

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, 2015

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 2, Number 410 (2015), 95 – 99

**SUPPORTED POLYMER-STABILIZED PALLADIUM CATALYSTS
FOR HYDROGENATION****A. Zharmagambetova, N. Kutsevol, A. Auyezkhanova, E. Talgatov**¹ D. Sokolskii Institute of Organic Catalysis & Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan,² T. Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine.

E-mail: a.assemgul@mail.ru

Key words: hydrogenation, the polymer-metal complexes, palladium catalysts.

Abstract. The polymer-stabilized Pd nanoparticles, fixed on the surface of the support were synthesized. The catalytic activity of the polymer-stabilized palladium complex in the hydrogenation reaction of 2-propen-1-ol at 40°C and atmospheric pressure of hydrogen was studied. TEM shows the formation on the surface of zinc oxide Pd nanoparticles with sizes 6-8 nm.

УДК 547.1. 661.123

**НАНЕСЕННЫЕ ПОЛИМЕР-СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ
ПАЛЛАДИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ГИДРИРОВАНИЯ****А. К. Жармагамбетова¹, Н. В. Куцевол², А. С. Ауезханова¹, Э. Т. Талгатов¹**¹ АО «Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан,² Киевский национальный университет им.Т. Шевченко, Киев, Украина**Ключевые слова:** гидрирование, полимер-металлические комплексы, палладиевые катализаторы.

Аннотация. Синтезированы полимер-стабилизированные наночастицы Pd, закрепленные на поверхности неорганического носителя. Изучена каталитическая активность полимер-стабилизированных комплексов палладия в реакции гидрирования 2-пропен-1-ола при температуре 40°C и атмосферном давлении водорода. Методом просвечивающей электронной микроскопии показано формирование на поверхности оксида цинка наночастиц Pd с размерами 6–8 нм.

Иммобилизация комплексов переходных металлов на твердый носитель является привлекательным способом преодоления присущего гомогенным катализаторам недостатка: разделение продукта и восстановления катализатора после завершения реакции [1-3]. В качестве носителей для каталитических систем могут служить как неорганические, так и органические соединения. Известен ряд полимеров, используемых в качестве носителей (гидрофобный полистирол, смолы, сшитые с дивинилбензолом и другие сшивающие агенты, такие как этиленгликольгликоль диметилакрилат и тетраэтиленгликоль диакрилат) [4, 5].

Однако неорганические матрицы обладают отличной химической, термической и механической стабильностью. К тому же высокодисперсные неорганические материалы с регулируемыми размерами частиц и диаметром пор являются коммерчески доступными. Универсальными неорганическими носителями являются молекулярные сита, цеолиты, глины, оксиды металлов, углерода и т.п. [6].

В последнее время большой интерес представляют работы по получению гибридных органо-неорганических катализаторов гидрогенизации непредельных соединений [7]. Гибридные органо-неорганические катализаторы можно представить в виде стабилизированных полимером нанесенных катализаторов. Данные системы сочетают в себе преимущества как гомогенных, так и гетерогенных каталитических систем.

Рассматриваемая работа посвящена изучению каталитических свойств нанесенных полимер-стабилизированных наночастиц Pd (II) в реакции гидрогенизации 2-пропен-1-ола в мягких условиях.

Экспериментальная часть

В качестве полимеров были использованы полиакриловая кислота (ПАК) и сополимер декстрина с полиакриловой кислотой (СопД-ПАК). Полимер-металлический комплекс закрепляли на оксид цинка. Содержание активной фазы составляет 1 %. Для сравнения был приготовлен 1 % Pd/ZnO.

1% палладиевые полимер-стабилизированные катализаторы готовили по следующей методике. В водную суспензию носителя (1 г оксида цинка в 5 мл растворителя) при комнатной температуре и постоянном перемешивании прикапыванием добавляли водный раствор полимера, и интенсивно перемешивали в течение 2 ч. Затем добавляли 5 мл водного раствора PdCl₂ (0,0202 г), предварительно растворенного в нескольких каплях концентрированной соляной кислоты. Полученную смесь перемешивали в течение 3 ч до полного связывания хлорида палладия. Полученную систему выдерживали в маточном растворе в течение не менее 10 ч, после чего осадок промывали водой и сушили на воздухе.

Опыты по гидрированию ацетиленового спирта проводили в непроточном стеклянном реакторе в этиловом спирте (20 мл) с концентрацией субстрата $2,2 \times 10^{-3}$ моль/л при постоянном атмосферном давлении водорода, температуре 40°C и интенсивном перемешивании (600–700 качаний/мин). Навеска катализатора 0,03 г. Растворитель и катализатор предварительно подвергали 30-минутной обработке водородом непосредственно в реакторе при интенсивном перемешивании, а затем вводили субстрат. Скорость реакции рассчитывали из кинетических зависимостей по расходу водорода во времени.

Определение аллилового спирта и анализ продуктов его гидрирования проводили на хроматографе «Кристалл-2000М» с пламенно-ионизационным детектором в изотермическом режиме. Использовали универсальную капиллярную колонку для органических соединений из меди длиной 50 м и внутренним диаметром 0,20 мм. Температура термостата 90°C, испарительной камеры – 180 °C, газ-носитель – гелий. Величина вводимой пробы – 0,2 мкл. Жидкую реакционную смесь отбирали в ходе опыта 2-3 раза при помощи пробоотборника жидкости.

Результаты и их обсуждение

Активность катализаторов тестировалась в модельной реакции гидрирования 2-пропен-1-ола (рисунок 1). Основным продуктом гидрирования 2-пропен-1-ола является пропанол-1, в меньших количествах идентифицирован пропионовый альдегид - продукт изомеризации 2-пропен-1-ола.

Сравнение каталитических свойств Pd/ZnO, приготовленного без полимера, а также модифицированного ПАК и СопД-ПАК, показало, что наибольшей активностью, селективностью и стабильностью характеризуется Pd-СопД-ПАК/ZnO (таблица 1, рисунок 1, 2). На катализаторе, модифицированном поликислотой (ПАК) процесс протекает с образованием как пропаналя, так и пропанола. Селективность по гидрогенизационному пути составляет 56,8% (таблица 1).

Таблица 1 – Сводные данные в гидрировании 2-пропен-1-ола на 1%-ных нанесенных палладиевых катализаторах

Катализатор	W·10 ² , моль/с	S, %	TON
Pd/ZnO	1,3	82,2	9500
Pd-ПАК/ZnO	1,6	56,8	350
Pd-СопД-ПАК/ZnO	9,2	97,3	16000
<i>Примечание.</i> Катализатор – 0,05 г; растворитель этанол – 25 мл; T – 40 °C; P – 1 атм.			

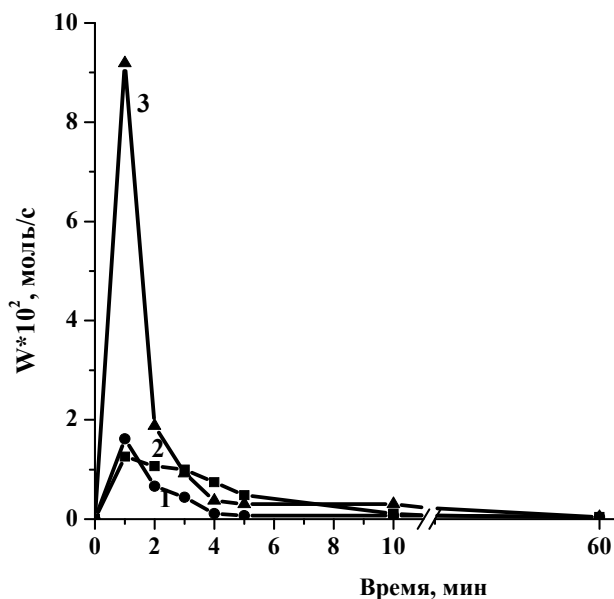


Рисунок 1 – Изменение скорости гидрирования 2-пропен-1-ола в присутствии 1%Pd/ZnO, 1%Pd-ПАК/ZnO и 1%Pd-СопД-ПАК/ZnO катализаторов. Обозначения кривых: 1 – 1%Pd/ZnO; 2 – 1%Pd-ПАК/ZnO; 3 – 1%Pd-СопД-ПАК/ZnO. Условия опыта: $m_{\text{кат}} = 0,05$ г; растворитель этанол – 25 мл; $T = 40$ °С; $P = 1$ атм.

Было исследовано влияние соотношения Pd:СопД-ПАК на каталитические свойства 1%Pd-СопД-ПАК/ZnO катализатора в реакциях гидрирования 2-пропен-1-ола. Интересно отметить, что если 1%Pd-СопД-ПАК/ZnO катализатор, приготовленный с соотношением Pd:СопД-ПАК = 1:1, характеризуется максимальной селективностью по пропанолу, то при соотношении активных компонентов – с увеличением содержания в них полимера селективность уменьшается (рисунок 3). Наблюдается резкое снижение скорости реакции. Так, на образцах Pd:СопД-ПАК = 1:2, 1:3 и 1:5, конверсия к 15 минутам на системах с соотношением металла к полимеру 1:3 и 1:5 составляет 78,1 и 44,5%, соответственно. При этом происходит изменение направления процесса от гидрогенизационного к изомеризационному (таблица 2).

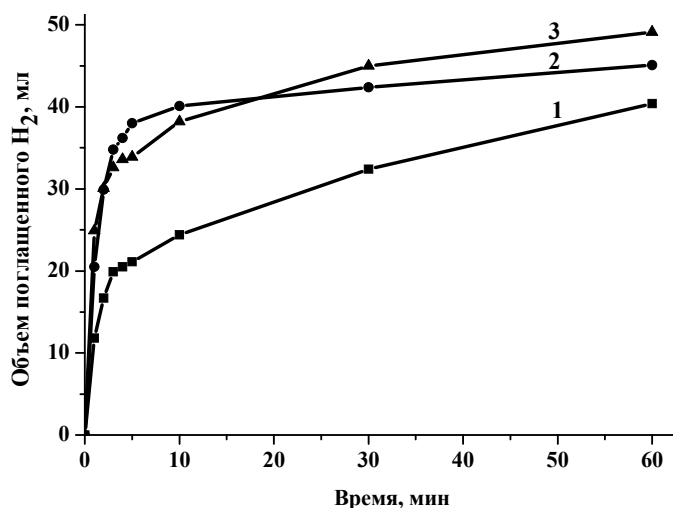


Рисунок 2 – Поглощения объема водорода гидрирования 2-пропен-1-ола в присутствии 1%Pd/ZnO, 1%Pd-ПАК/ZnO и 1%Pd-СопД-ПАК/ZnO катализаторов. Обозначения кривых: 1 – 1%Pd/ZnO; 2 – 1%Pd-ПАК/ZnO; 3 – 1%Pd-СопД-ПАК/ZnO. Условия опыта: $m_{\text{кат}} = 0,05$ г; растворитель этанол – 25 мл; $T = 40$ °С; $P = 1$ атм

Таблица 2 – Изменение диаграммы состава реакционной смеси с изменением соотношения Pd : СопД-ПАК

№	Наименование в-ва	Соотношение палладия к полимеру, %			
		1:1	1:2	1:3	1:5
1	2-пропен-1-ол	0	0	21,9	65,5
2	Пропанол	97,3	92,9	30,7	14,7
3	Пропаналь	2,7	7,1	47,3	19,8

Примечание. Катализатор – 0,05 г; растворитель этанол – 25 мл; Т – 40 °С; Р – 1 атм.

Такое поведение систем с избытком полимера подтверждает предположение о том, что наибольшее влияние на избирательность процесса оказывает валентное состояние палладия. Так, при избытке полимера восстановление системы затрудняется, палладий в системе находится как в восстановленном, так и в окисленном состоянии. Система, содержащая в 5 раз больше полимера, чем палладия, практически не восстанавливается и даже после проведения процесса катализатор остается внешне желтоватого цвета, т.е. нульвалентный металл в системе отсутствует, что приводит к подавлению процесса гидрогенизации.

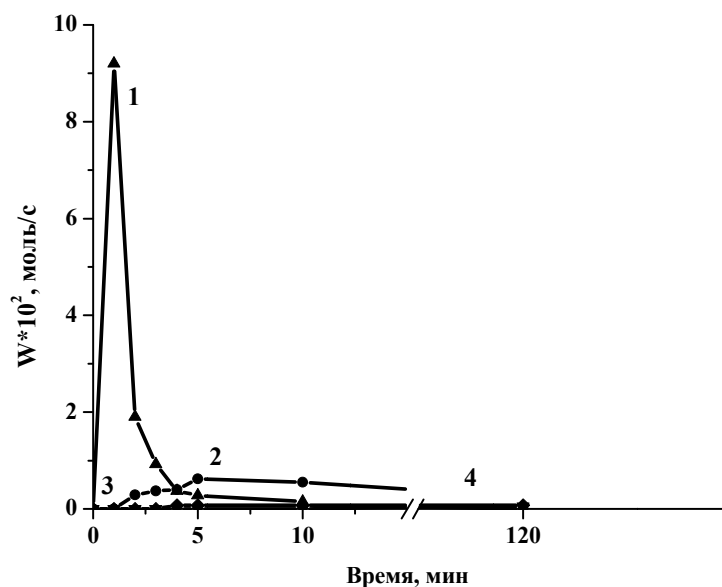


Рисунок 3 – Зависимость кинетических кривых гидрирования 2-пропен-1-ола от соотношения Pd:СопД-ПАК. Обозначения кривых: 1 – Pd:СопД-ПАК -1:1; 2 – Pd:СопД-ПАК -1:2; 3 – Pd:СопД-ПАК -1:3; 4 – Pd:СопД-ПАК -1:5. Условия опыта: $m_{\text{кат}} = 0,05$ г; растворитель этанол – 25 мл; Т – 40 °С; Р – 1 атм.

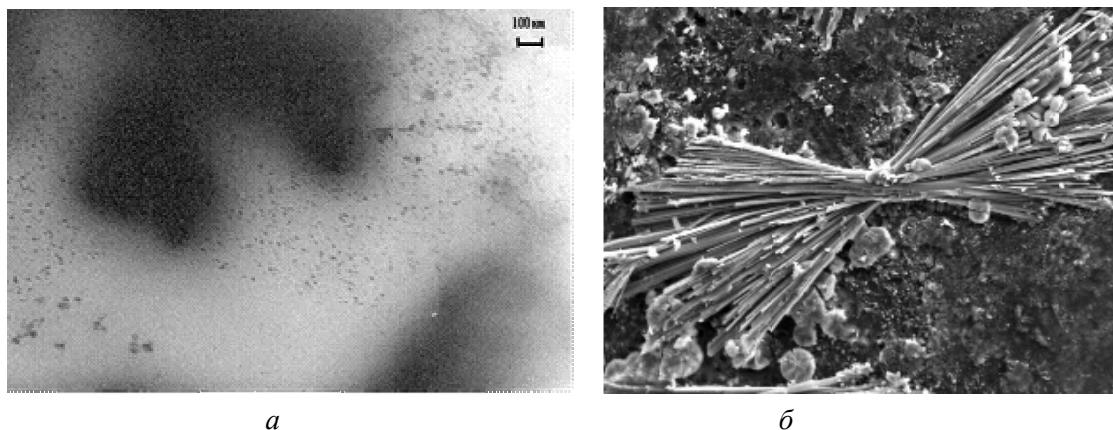


Рисунок 4 – Микрофотографии ПЭМ (а) и СЭМ (б) 1%Pd-СопД-ПАК/ZnO

Исследование активного 1%Pd-СопД-ПАК/ZnO катализатора методом просвечивающей электронной микроскопии показало (рисунок 4, а) формирование однородных наночастиц палладия размером 6–8 нм. Четко видно, что все они «встроены» в полимерную матрицу, обволакивающую кристаллиты частиц оксида цинка.

По данным сканирующей электронной микроскопии на поверхности ZnO формируются щеткообразные скопления полимеров (см. рисунок 4, б).

Таким образом, разработаны 1% полимер-стабилизированные палладиевые системы, нанесенные на оксид цинка для процесса гидрирования 2-пропен-1-ола в мягких условиях. По уменьшению активности изученные системы располагаются в ряд: 1%Pd-СопД-ПАК/ZnO > 1%Pd-ПАК/ZnO > 1%Pd/ZnO. Скорость гидрирования в присутствии 1%Pd-СопД-ПАК/ZnO составил $9,2 \cdot 10^{-2}$ моль/с. Число каталитических циклов на 1 атом металла достигает 16000.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Sheldon R.A. Atom efficiency and catalysis in organic Synthesis // *Pure Appl. Chem.* – 2000. – Vol. 72. – P. 1233.
- [2] Liu Zh., Zhang L., Poyraz S., Zhang X. Conducting Polymer – Metal Nanocomposites Synthesis and Their Sensory Applications // *Current Organic Chemistry.* – 2013. – Vol. 17. – P. 2256-2267.
- [3] Gladysz J.A. Recoverable catalysts. Ultimate goals, criteria of evaluation, and the green chemistry interface // *Pure Appl. Chem.* – 2001. – Vol. 73. – P. 1319-1324.
- [4] Quiroga M.E., Cagnola E.A., Liprandi D.A., L'Argentiere P.C. Cyclohexene hydrogenation using Group VIII metal complexes as catalysts in heterogeneous and homogeneous conditions // *J. Chem. Technol. Biotechnol.* – 2001. – Vol. 76. – P. 215.
- [5] Velu U., Syanislaw A., Virupaiah G., Shivakumaraiah V. Balasubramanian. Hydrogenation of Olefins Catalyzed by Polymer-Supported Palladium-Imidazole // *Chinese Journal of Catalysis.* – 2011. – Vol. 32, N 2. – P. 280-285.
- [6] Handbook of Heterogeneous Catalysis, vol. 1. G. Ertl, H. Knozinger, F. Schuth, J. Weitkamp (Eds.). – Wiley-VCH, Darmstadt, Germany, 2008. – P. 262-278.
- [7] Ayala V., Corma A., Iglesias M., Rincon J.A., Sanchez F. Hybrid organic—inorganic catalysts: a cooperative effect between support, and palladium and nickel salen complexes on catalytic hydrogenation of imines // *J. Mol. Catal.* – 2004. – Vol. 224. – P. 170-177.

REFERENCES

- [1] Sheldon R.A. Atom efficiency and catalysis in organic Synthesis. *Pure Appl. Chem.* **2000**, 72, 1233.
- [2] Liu Zh., Zhang L., Poyraz S., Zhang X. Conducting Polymer – Metal Nanocomposites Synthesis and Their Sensory Applications. *Current Organic Chemistry*, **2013**, 17, 2256-2267 (in Eng.).
- [3] Gladysz J.A. Recoverable catalysts. goals, criteria of evaluation, and the green chemistry interface. *Pure Appl. Chem*, **2001**, 73, 1319-1324 (in Eng.).
- [4] Quiroga M.E., Cagnola E.A., Liprandi D.A., L'Argentiere P.C. Cyclohexene hydrogenation using Group VIII metal complexes as catalysts in heterogeneous and homogeneous conditions. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, **2001**, 76, 215 (in Eng.).
- [5] Velu U., Syanislaw A., Virupaiah G., Shivakumaraiah V. Balasubramanian. Hydrogenation of Olefins Catalyzed by Polymer-Supported Palladium-Imidazole. *Chinese Journal of Catalysis*, **2011**, 32, 2, 280-285 (in Eng.).
- [6] Handbook G. Ertl, H. Knozinger, F. Schuth, J. Weitkamp (Eds.). Wiley-VCH, Darmstadt, 2008, 262-278 (in Eng.).
- [7] Ayala V., Corma A., Iglesias M., Rincon J.A., Sanchez F. Hybrid organic—inorganic catalysts: a cooperative effect between support, and palladium and nickel salen complexes on catalytic hydrogenation of imines. *J. Mol. Catal*, 2004, 224, 170-177 (in Eng.).

ГИДРЛЕУДІҢ БЕКІТІЛГЕН ПОЛИМЕРМЕН ТҰРАҚТАНДЫРЫЛҒАН ПАЛЛАДИЙ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫ

А. К. Жармағамбетова¹, Н. В. Куцевол², А. С. Әуезханова¹, Э. Т. Талғатов¹

¹ Д. В. Сокольский атындағы органикалық катализ және электрохимия институты АҚ, Алматы, Қазақстан,

² Т. Шевченко атындағы Киев ұлттық университеті, Киев, Украина

Тірек сөздер: гидрлеу, полимер-металдық комплекстер, палладий катализаторлары.

Аннотация. Бейорганикалық тасымалдағыштың бетіне бекітілген полимермен тұрақтандырылған Pd нанобөлшектері синтезделген. 40°C температурада және сутектің атмосфералық қысымында 2-пропен-1-олдың гидрлеу реакциясында полимермен тұрақтандырылған палладий комплекстердің каталитикалық активтілігі зерттелінді. Электрондық микроскопия әдісі арқылы цинк оксидінің бетінде өлшемі 6–8 нм Pd нанобөлшектерінің қалыптасуы көрсетілген.

Поступила 03.04.2015г.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

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

Редакторы: *М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 07.03.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
8,25 п.л. Тираж 300. Заказ 2.