

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), 44 – 50

UDC 542.943.7:546.215

**A.K. Zharmagambetova¹, A.S. Auyezkhanova¹,
A.I. Jumekeyeva¹, E.A. Bekturov², S.N. Akhmetova¹**

¹ D. Sokolskiy Institute of Fuel, Catalysis & Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan;

² Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: a.assemgul@mail.ru

CHITOSAN-MODIFIED SUPPORTED COPPER AND IRON CATALYSTS FOR CYCLOHEXANE OXIDATION

Abstract. Polysaccharide-modified copper and iron supported on silica catalysts have been synthesized and used for selective oxidation of cyclohexane with hydrogen peroxide under mild conditions. The surface of the silica oxide was modified with a natural polymer - chitosan (ChS). Copper catalyst without treatment of the support with the polymer has been prepared for comparison. The stages of reduction and calcination are excluded in the developed catalyst preparation procedure. Spectrophotometry study showed the formation of chitosan-modified catalysts with the content of active phase (Cu^{2+} and Fe^{2+}O of ~1%. The active phase content in the polymer-free system was 0.8%. The introduction of a macro-ligand into the catalyst composition promotes a better anchoring of the metal ions on the surface of the support.

The obtained supported polymer-metal complexes were studied in the processes of H_2O_2 decomposition and partial oxidation of cyclohexane with hydrogen peroxide under mild conditions. It is found that the presence of the polymer modifier has a significant effect on the catalytic properties of supported polymer-metal complexes of copper (II) and iron (II). System without polymer showed low catalytic activity. The optimum catalyst for the selective oxidation of cyclohexane with hydrogen peroxide was 1% Cu-ChS/SiO₂. The conversion of cyclohexane on this catalyst was 22.7%, the selectivity to a mixture of cyclohexanone: cyclohexanol (KA-Oil) - 100%.

Key words: polymer-metal complexes, chitosan, oxidation, cyclohexane, hydrogen peroxide, silica.

УДК 542.943.7:546.215

**А.К. Жармагамбетова¹, А.С. Ауезханова¹,
А.И. Джумекеева¹, Е.А. Бектуров², С.Н. Ахметова¹**

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

² Казахский Национальный Педагогический Университет имени Абая, Алматы, Казахстан

ХИТОЗАН-МОДИФИЦИРОВАННЫЕ НАНЕСЕННЫЕ МЕДНЫЕ И ЖЕЛЕЗНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ОКИСЛЕНИЯ ЦИКЛОГЕКСАНА

Аннотация. Получены полисахарид-модифицированные медные и железные, нанесенные на оксид кремния, катализаторы для процесса селективного окисления циклогексана пероксидом водорода в мягких условиях. Поверхность оксида кремния модифицировали природным полимером – хитозаном (ХЗ). Для сравнения была приготовлена медная система без обработки носителя полимером. Методика приготовления катализаторов исключает стадии восстановления и прокаливания. Методом спектрофотометрии показано формирование хитозан-модифицированных катализаторов с содержанием активной фазы ~1%. Содержание активной фазы в системе без полимера составило 0,8%. Введение макролиганда в состав катализатора способствует закреплению ионов металла на поверхности носителя.

Полученные нанесенные полимерметаллические комплексы были исследованы в процессах разложения H_2O_2 и парциального окисления циклогексана пероксидом водорода при 40°C и атмосферном давлении.

Установлено, что наличие хитозана оказывает значительное влияние на каталитические свойства нанесенных полимерметаллических комплексов меди (II) и железа (II). Системы без полимера проявляют низкую каталитическую активность. Оптимальным катализатором селективного окисления циклогексана пероксидом водорода является 1%Cu-X3/SiO₂. Степень превращения циклогексана на данном катализаторе составляет 22,7%, селективность по смеси циклогексанон:циклогексанол (КА-ойл) – 100 %.

Ключевые слова: полимерметаллические комплексы, хитозан, окисление, циклогексан, пероксид водорода, оксид кремния.

Введение

Окисление циклогексана (ЦГ) является важным промышленным процессом [1-7]. Продукты окисления циклогексана, такие, как циклогексанол и циклогексанон, также известные, как КА-ойл, являются важными промежуточными продуктами для производства нейлона [8]. Промышленное окисление ЦГ осуществляется в присутствии гомогенных кобальтовых катализаторов с участием различных окислителей [9-12] при высокой температуре (150 °С) и давлении (15 бар) [9-13].

Как показали последние исследования, принципы «зеленой» химии требуют перехода к безвредным для окружающей среды реактивам и биологическим материалам. В этой связи, H₂O₂ является наиболее перспективным окислителем. Преимуществами применения пероксида водорода является: а) высокое содержание активного кислорода (47%); б) доступность и относительно низкая цена; в) выделяющаяся в результате разложения пероксида водорода в качестве побочного продукта вода является экологически безопасным.

Природные полимеры представляет особый интерес в катализе. Весьма актуально применение хитозана в качестве модификатора каталитических систем [14-17]. Присутствие легко модифицируемых гидроксильных и аминогрупп в структуре хитозана и его нерастворимость в органических растворителях делают его очень привлекательным [18]. Кроме того, он может быть легко модифицирован, как химически, так и физически и стать универсальным твердым носителем. Кроме того, использование хитозана в качестве новых вспомогательных материалов для гетерогенного катализа находится на подъеме, в основном, из-за его высокого сродства к ионам металлов [19].

В настоящей работе жидкофазное окисление циклогексана проводили пероксидом водорода в ацетонитриле на нанесенных хитозан-модифицированных катализаторах при температуре 40°С и атмосферном давлении.

Экспериментальная часть

Метод приготовления катализаторов основан на модифицировании оксидного неорганического носителя (SiO₂) природным полимером с последующим закреплением активной фазы. В качестве активной фазы использовали CuCl₂·2H₂O.

Катализаторы синтезировали по разработанной методике путем перемешивания водного раствора полимера с носителем, с добавлением раствора соли металла [20]. Полученный катализатор сушился при комнатной температуре на воздухе.

Были приготовлены 1%-ые монометаллические медь- и железосодержащие катализаторы, нанесенные на SiO₂, модифицированные хитозаном (ХЗ). Для сравнения была синтезирована система без хитозана.

Содержание ионов металлов в монометаллическом катализаторе определяли на спектрофотометре СФ-2000 (производство Россия, 2015) по калибровочным кривым. Вначале измеряли оптическую плотность серии стандартных растворов соли металлов и для каждого металла строили градуировочную кривую, выражающую зависимость оптической плотности от концентрации. Далее по градуировочной кривой определяли оптическую плотность растворов, остающихся после нанесения металла на полимермодифицированный носитель. В результате определялось количество адсорбированного количества металла.

Реакцию окисления циклогексана проводили в ацетонитриле в стеклянном термостатированном реакторе, соединенном с бюреткой. В качестве окислителя использовали 30%-й водный раствор пероксида водорода. Концентрацию пероксида водорода определяли по показателю преломления.

В реактор последовательно добавляли ацетонитрил (1,2 мл), катализатор (0,03 г), субстрат (1,8 mole/l), а затем пероксид водорода ($[H_2O_2] = 0,31 \cdot 10^2$ mole/l). Температура реакции 40°C, давление атмосферное. Продолжительность реакции 240 минут.

Анализ продуктов реакции выполняли на хроматографе Хромос ГХ-1000 (“Хромос”, Россия) с пламенно-ионизационным детектором в изотермическом режиме, используя капиллярную колонку ВР21 (FFAP) с полярной фазой (ПЭГ, модифицированный нитротетрафталатом) длиной 50 м и внутренним диаметром 0.32 мм. В колонке поддерживали температуру 40°C, температура в испарительной камере составляла 200°C, газом-носителем служил гелий, объем вводимой пробы – 0.2 мкл.

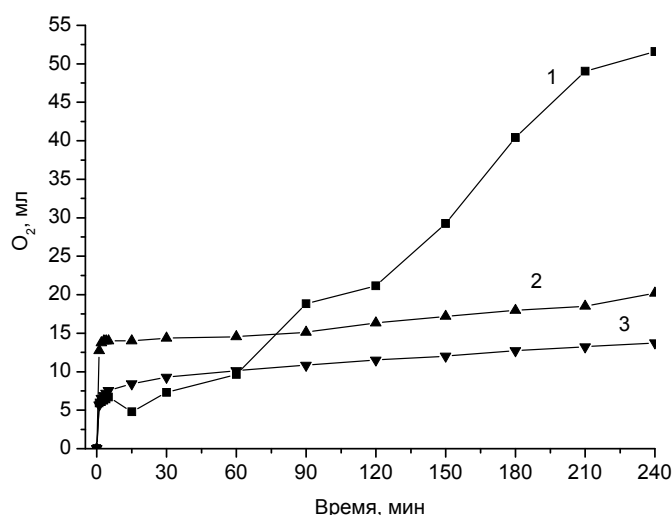
Результаты и обсуждение

Полученные данные по изучению содержания ионов металла (Fe^{2+} , Cu^{2+}) в к катализаторе свидетельствуют о том, что модифицированный хитозаном SiO_2 адсорбирует как ионы меди, так и ионы железа. При это формируются полимер-модифицированные каталитические системы с содержанием активной фазы ~ 1%. Наименьшее закрепление ионов меди наблюдается на немодифицированном оксиде кремния. Степень поглощения металла составила 81,5%. Содержание активной фазы ~ 0,8%.

Таблица 1 - Сорбция ионов металлов

Адсорбируемый ион	Композит	$m_{Me} \cdot 10^{-3}$ в исходном растворе, г	$m_{Me} \cdot 10^{-3}$ в растворе после сорбции, г	Степень поглощения Me	
				$г \cdot 10^{-3}$	%
Fe^{2+}	X3/ SiO_2	10,1	0,89	9,21	92,1
Cu^{2+}	X3/ SiO_2	10,1	0,85	9,25	92,5
Cu^{2+}	SiO_2	10,1	1,95	8,15	81,5

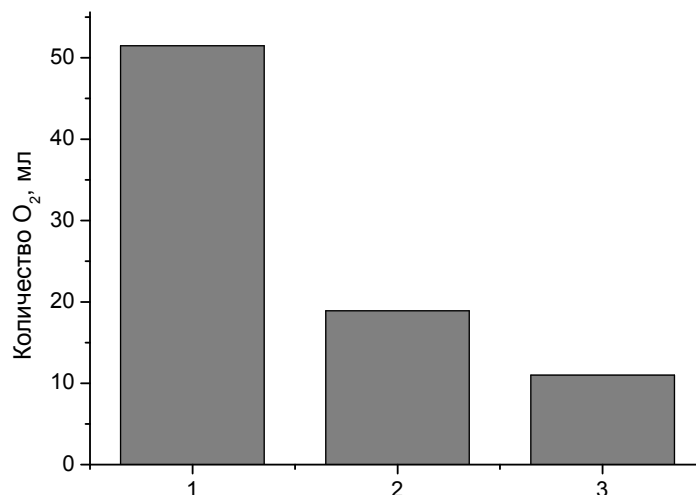
Были проведены эксперименты по изучению активности 1%Cu-X3/ SiO_2 , 1%Fe-X3/ SiO_2 , 0,8%Cu/ SiO_2 , каталитических систем при разложении пероксида водорода (рисунок 1, 2), так как окисление циклогексана пероксидом водорода включает две параллельные реакции: а) каталитическое окисление углеводорода активированным кислородом с образованием целевых продуктов; б) стехиометрическое разложение H_2O_2 на воду и неактивный молекулярный кислород, который выходит из системы в виде газа.



Условия опыта: $[H_2O_2] = 0,31 \cdot 10^2$ моль/л, $CH_3CN - 5$ мл, $m_{кат} = 0,03$ г, $T=40$ °C, $P= 1$ атм, 240 мин

Рисунок 1 - Разложение пероксида водорода на синтезированных катализаторах:
1 - 1%Cu-X3/ SiO_2 ; 2 - 1%Fe-X3/ SiO_2 ; 3 - 0,8%Cu/ SiO_2

На медном хитозан-содержащем катализаторе наблюдается наиболее высокое выделение кислорода - 51,5 мл (рисунок 1). В присутствии железосодержащего катализатора количество выделившегося газа составило 18,9 мл. Система без полимера имеет низкие значения количества выделенного газа.



Условия опыта: $[H_2O_2] = 0,31 \cdot 10^2$ моль/л, $CH_3CN - 5$ мл, $m_{кат} = 0,03$ г, $T=40$ °C, $P= 1$ атм, 240 мин

Рисунок 2 - Количество выделившегося кислорода при разложении пероксида водорода на синтезированных катализаторах: 1 – 1%Cu-X3/SiO₂; 2 – 1%Fe-X3/SiO₂; 3 – 0,8%Cu/SiO₂

В процессе окисления образуется только смесь двух соединений, часто называемых в литературе КА-ойл: циклогексанон и циклогексанол, т.е. селективность по КА-ойлу составляет 100% (таблица 1). В зависимости от природы катализатора изменяется только соотношение компонентов смеси.

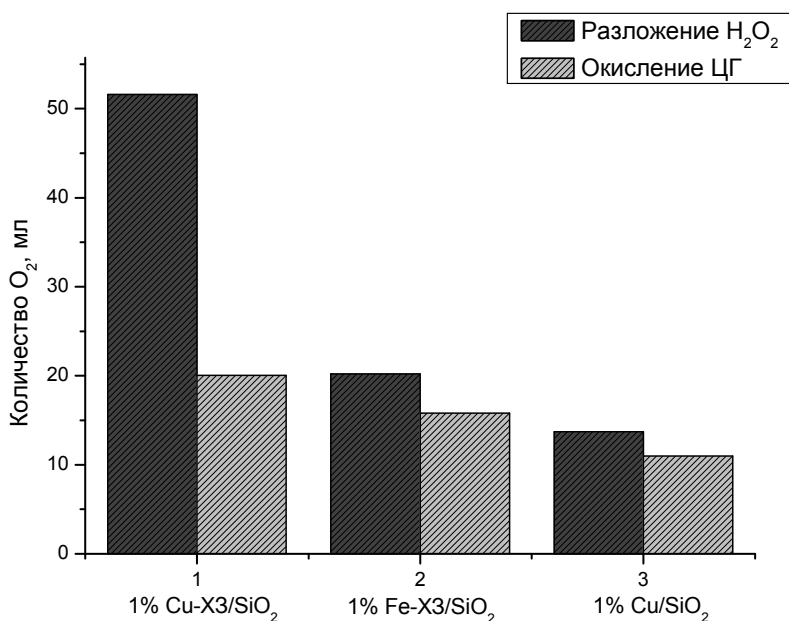
Таблица 1 - Окисление циклогексана на синтезированных хитозан-модифицированных катализаторах

Условия опыта: $[H_2O_2] = 0,31 \cdot 10^2$ моль/л, $CH_3CN - 5$ мл, $m_{кат} = 0,03$ г, $T=40$ °C, $P= 1$ атм, 240 мин

Катализатор	Продукты реакции		Конверсия, %	S, %	S _{по КА-ойлу} , %
	ЦОН, %	ЦОЛ, %			
1% Fe-X3/ SiO ₂	6,0	5,4	11,4	S _{ЦОН} –52,9 S _{ЦОЛ} –43,6	100
1%Cu-X3/SiO ₂	11,8	10,9	22,7	S _{ЦОН} –51,9 S _{ЦОЛ} –48,1	100
0,8% Cu/SiO ₂	6,9	6,2	13,1	S _{ЦОН} – 52,7 S _{ЦОЛ} –42,3	100

Продукты реакции окисления циклогексана пероксидом водорода анализировались хроматографически. Результаты экспериментов показывают, что селективность по циклогексанону в присутствии систем, нанесенных на оксид кремния, имеет близкие значения 51,9-52,9%. Максимальная конверсия циклогексана наблюдается на медном хитозан-модифицированном катализаторе, нанесенном на оксид кремния и составляет 22,7%. Данный контакт проявил максимальную активность и в реакции разложения пероксида водорода.

При исследовании активности синтезированных катализаторов в реакциях разложения пероксида водорода и окислении циклогексана было установлено, что в процессе окисления циклогексана в сравнении с разложением H_2O_2 выделяется меньше кислорода, что свидетельствует об его участии в образовании кислородсодержащих соединений (рисунок 3).



Условия опыта: $[H_2O_2] = 0,31 \cdot 10^2$ моль/л, $CH_3CN - 5$ мл, $m_{кат} = 0,03$ г, $T=40^\circ C$, $P = 1$ атм, 240 мин.

Рисунок 3 - Количество выделившегося кислорода при разложении H_2O_2 и окислении циклогексана на синтезированных системах

Выводы

Таким образом, изучены каталитические свойства хитозан-модифицированных катализаторов меди (II) и железа (II), закрепленных на оксид кремния, в реакциях разложения пероксида водорода и жидкофазного окисления циклогексана при $40^\circ C$ и атмосферном давлении.

Выбор металлов определялся их способностью к осуществлению окислительных процессов в составе оксидных катализаторов [21]. Данные спектrophотометрии подтвердили формование полимер-модифицированных каталитических систем с содержанием активной фазы $\sim 1\%$.

Сопоставление данных по разложению пероксида водорода все изученные полимер-содержащие каталитические системы проявили активность в образования кислорода в процессе вышеуказанной реакции. Процесс образования молекулярного кислорода при разложении пероксида водорода преобладает над реакцией окисления циклогексана. Значения количества выделения кислорода при распаде H_2O_2 в присутствии катализаторов могут быть использованы для оценки активности металлсодержащих каталитических систем.

Показано, что катализатор, приготовленный без полимер-модификатора, проявляет меньшую способность к разложению пероксида водорода и окислению циклогексана. В присутствии полимера наблюдается наибольшее закрепление активной фазы на поверхности хитозан-модифицированного неорганического носителя, что способствует повышению их активности.

Работа выполнена в рамках научных грантов «Разработка процессов получения продукции газонефтехимии на основе реакций окислений» (0330/ГФ4) и «Создание полисахарид-содержащих композитов переходных металлов природными сорбентами Казахстана и их применение в катализе» (0331/ГФ4).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] P. Khirsariya, R. K. Mewada. Review of a cyclohexane oxidation reaction using heterogeneous catalyst, «International Journal of Engineering Development and Research», vol. 2, 4, 2014, pp. 3911-3914.
- [2] J. Zhou, X. Yang, Y. Wang, W. Chen. An efficient oxidation of cyclohexane over $Au@TiO_2/MCM-41$ catalyst prepared by photocatalytic reduction method using molecular oxygen as oxidant, «Catalysis Communications», vol. 46, 2014, pp. 228-233.

- [3] G. Huang, Y.-An Guo, H. Zhou, Shu-Kai Zhao, S.-Y. Liu, Ai-P. Wang, J.-F. Wei. Oxidation of cyclohexane with a new catalyst (TPPFeII)₂O supported on chitosan, «Journal of Molecular Catalysis A: Chemical.», vol. 273, 2007, pp. 144-148.
- [4] G. Huang, Y.-An Guo. Aerobic oxidation of cyclohexane catalyzed by chitosan-supported cobalt tetraphenylporphyrin, «Chinese Journal of Catalysis», vol. 26, 2005, pp. 765-768.
- [5] Huang C., Zhang H.Y., Sun Z.Y., Liu Z.M. Chitosan-mediated synthesis of mesoporous α -Fe₂O₃ nanoparticles and their applications in catalyzing selective oxidation of cyclohexane, «Sci China Chem.», vol. 53, 2010, pp. 1502-1508.
- [6] G. Huang, C.-C. Guo, S.-S. Tang. Catalysis of cyclohexane oxidation with air using various chitosan-supported metallotetraphenylporphyrin complexes, «Journal of Molecular Catalysis A: Chemical.», vol. 261, 2007, pp. 125-130.
- [7] J. Tong, Z. Li, C. Xia. Highly efficient catalysts of chitosan-Schiff base Co(II) and Pd(II) complexes for aerobic oxidation of cyclohexane in the absence of reductants and solvents, «Journal of Molecular Catalysis A: Chemical», vol. 231, 2005, pp. 197-203.
- [8] U. Schuchardt, D. Cardoso, R. Sercheli, R. Pereira, R. S. Cruz, M. C. Guerreiro, D. Mandelli, E. V. Spinace, E. L. Pires. Cyclohexane oxidation continues to be a challenge, «Appl. Catal. A: Gen.», vol. 211, 2001, pp. 1-17.
- [9] Y. Matsumoto, M. Asami, M. Hashimoto, M. Misono. Alkane oxidation with mixed addenda heteropoly catalysts containing Ru(III) and Rh(III), «J. Mol. Catal. A: Chem.», vol. 114, 1996, pp. 161-168.
- [10] W. Nam, S. J. Yang, H. Kim. Catalytic oxygenation of alkenes and alkanes by oxygen donors catalyzed by cobalt-substituted polyoxotungstate, «Bull. Korean Chem. Soc.», vol. 17, 1996, pp. 625-630.
- [11] N. Mizuno. Synthesis of di-iron-containing inorganic synzyme, γ -SiW₁₀{Fe(OH)₂}₂O 386-, and the liquid-phase oxidation catalysis, «Catal. Surv. Jpn.», vol. 4, 2000, pp. 149-154.
- [12] S.S. Ray, M. Okamoto. Polymer/layered silicate nanocomposites: a review from preparation to processing, «Progress in Polymer Science», vol. 28, 2003, pp. 1539-1641.
- [13] D. Mansuy, J. F. Bartoli, P. Battioni, D. K. Lyon, R. G. Finke. Highly oxidation resistant inorganic-porphyrin analogue polyoxometalate oxidation catalysts. 2. Catalysis of olefin epoxidation and aliphatic and aromatic hydroxylations starting from α -P₂W₁₇O₆₁(Mn⁺+Br)(n-1) (Mn⁺ = Mn³⁺, Fe³⁺, Co²⁺, Ni²⁺, Cu²⁺, «J. Am. Chem. Soc.», vol. 113, 1991, pp. 7222-7226.
- [14] D.P. Mohanty, Y.P. Palve, D. Sahoo and P.L. Nayak. Synthesis and Characterization of Chitosan/Cloisite 30B(MMT) Nanocomposite for Controlled Release of Anticancer Drug Curcumin, «International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences», vol. 1, 2012, pp. 52-62.
- [15] N. V. Kramareva, E. D. Finashina, A. V. Kucherov, L. M. Kustov. Copper Complexes Stabilized by Chitosans: Peculiarities of the Structure, Redox, and Catalytic Properties, «Kinetics and Catalysis», vol. 44, 2003, pp. 793-800.
- [16] A.B. Sorokin, F. Quignard. Chitosan supported phthalocyanine complexes: Bifunctional catalysts with basic and oxidation active sites, «Applied Catalysis A: General. vol. 309, 2006, pp. 162-168.
- [17] X. Caia, H. Wanga, Q. Zhanga, J. Tonga, Z. Lei. Magnetically recyclable core-shell Fe₃O₄@chitosan-Schiff base complexes as efficient catalysts for aerobic oxidation of cyclohexene under mild conditions, «Journal of Molecular Catalysis A: Chemical», vol. 383-384, 2014, pp. 217-224.
- [18] Kumar S., Singhal, N., Singh R.K., Gupta P., Singh R., Jain S.L. Dual catalysis with magnetic chitosan: Direct synthesis of cyclic carbonates from olefins with carbon dioxide using isobutyraldehyde as the sacrificial reductant, «Dalton Trans.», vol. 44, 2015, pp. 11860-11866.
- [19] Baig R.B.N., Varma R.S. Copper on chitosan: A recyclable heterogeneous catalyst for azide-alkyne cycloaddition reactions in water, «Green Chem.», vol. 15, 2013, pp. 1839-1843.
- [20] Сафаров Р.З., Картоножкина О.И., Жармагамбетова А.К. Окисление циклогексана на полимермодифицированном ферроцианидном комплексе Mn, закрепленном на алюмосиликате, «Изв. НАН РК. Серия хим.», 3, 2005, с. 3-10.
- [21] Гехман А.Е., Столяров И.П., Ершова Н.В., Моисеева Н.И., Моисеев И.И. Гидропероксидное окисление трудноокисляемых субстратов: беспрецедентный разрыв связи С-С в алканах, окисление молекулярного азота, «Кинетика и катализ», том 45, 2004, с. 45-66.

REFERENCES

- [1] P. Khirsariya, R. K. Mewada. *International Journal of Engineering Development and Research*, **2014**, 2, 4, 3911-3914 (in Eng.).
- [2] J. Zhou, X. Yang, Y. Wang, W. Chen. *Catalysis Communications*, **2014**, 46, 228-233 (in Eng.).
- [3] G. Huang, Y.-An Guo, H. Zhou, Shu-Kai Zhao, S.-Y. Liu, Ai-P. Wang, J.-F. Wei. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2007**, 273, 144-148 (in Eng.).
- [4] G. Huang, Y.-An Guo. *Chinese Journal of Catalysis*, **2005**, 26, 765-768 (in Eng.).
- [5] Huang C., Zhang H.Y., Sun Z.Y., Liu Z.M. *Sci. China Chem.*, **2010**, 53, 1502-1508 (in Eng.).
- [6] G. Huang, C.-C. Guo, S.-S. Tang. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical.*, **2007**, 261, 125-130 (in Eng.).
- [7] J. Tong, Z. Li, C. Xia. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2005**, 231, 197-203 (in Eng.).
- [8] U. Schuchardt, D. Cardoso, R. Sercheli, R. Pereira, R. S. Cruz, M. C. Guerreiro, D. Mandelli, E. V. Spinace, E. L. Pires. *Appl. Catal. A: Gen.*, **2001**, 211, 1-17 (in Eng.).
- [9] Y. Matsumoto, M. Asami, M. Hashimoto, M. Misono. *J. Mol. Catal. A: Chem.*, **1996**, 114, 161-168 (in Eng.).
- [10] W. Nam, S. J. Yang, H. Kim. *Bull. Korean Chem. Soc.*, **1996**, 17, 625-630 (in Eng.).
- [11] N. Mizuno. *Catal. Surv. Jpn.*, **2000**, 4, 149-154 (in Eng.).
- [12] S.S. Ray, M. Okamoto. *Progress in Polymer Science*, **2003**, 28, 1539-1641 (in Eng.).
- [13] D. Mansuy, J. F. Bartoli, P. Battioni, D. K. Lyon, R. G. Finke. *J. Am. Chem. Soc.*, **1991**, 113, 7222-7226 (in Eng.).

- [14] D.P. Mohanty, Y.P. Palve, D. Sahoo and P.L.Nayak. *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*, **2012**, 1, 52-62 (in Eng.).
- [15] N. V. Kramareva, E. D. Finashina, A. V. Kucherov, L. M. Kustov. *Kinetics and Catalysis*, **2003**, 44, 793-800 (in Eng.).
- [16] A.B. Sorokin, F. Quignard. *Applied Catalysis A: General*, **2006**, 309, 162-168 (in Eng.).
- [17] X. Caia, H. Wanga, Q. Zhanga, J. Tonga, Z. Lei. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2014**, 383-384, 217-224 (in Eng.).
- [18] Kumar S., Singhal, N., Singh R.K., Gupta P., Singh R., Jain S.L. *Dalton Trans.*, **2015**, 44, 11860-11866 (in Eng.).
- [19] Baig R.B.N., Varma R.S. *Green Chem.*, **2013**, 15, 1839-1843 (in Eng.).
- [20] Safarov R.Z., Kartonozhkina O.I., Zharmagambetova A.K. *Izv. NAN RK. Seriya him.*, **2005**, 3, 3-10 (in Russ.).
- [21] Gehman A.E., Stoljarov I.P., Ershova N.V., Moiseeva N.I., Moiseev I.I. *Kinetika i kataliz*, **2004**, 45, 45-66 (in Russ.).

**А.К. Жармагамбетова¹, А.С. Ауезханова¹,
А.И. Джумекеева¹, Е.А. Бектуров², С.Н.Ахметова¹**

¹ «Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан;
² Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

ЦИКЛОГЕКСАНДЫ ТОТЫҚТЫРУДЫҢ БЕКІТІЛГЕН ХИТОЗАН-МОДИФИЦИРЛЕНГЕН МЫС ЖӘНЕ ТЕМІР КАТАЛИЗАТОРЛАРЫ

Андатпа. Жұмсақ жағдайда сутектің асқын тотығымен циклогександы селективті тотықтыруға арналған полисахаридпен модифицирленген кремний оксидіне бекітілген (II) мыс және (II) темір катализаторлары алынды. Кремний оксидінің беті табиғи полимер – хитозанмен (ХЗ) модифицирленген. Салыстыру үшін полимерсіз дайындалған мыс жүйесі синтезделді. Катализаторларды дайындау әдісі тотықсыздандыру және қыздыру сатыларысыз іске асырылады. Спектрофотометр әдісі арқылы белсенді фаза - 1% хитозанмен модифицирленген катализаторлардың қалыптасуы көрсетілген. Полимерсіз жүйеде белсенді фаза 0,8% құрады. Катализатор құрамына макролиганда енгізу тасымалдағыштың бетінде метал иондардың бекітілуіне ықпал етеді.

Алынған бекітілген полимерметалды комплекстер 40°C температурада және атмосфералық қысымда H₂O₂ ыдырау және циклогександы сутектің асқын тотығымен парциалды тотықтыру процестерінде зерттелінді. Хитозанның бар болуы бекітілген мыс (II) және темірдің (II) полимер-металды комплекстерінің каталитикалық қасиеттеріне зор әсерін тигізетіні анықталды. Полимерсіз жүйе төмен каталитикалық белсенділік көрсетеді. Циклогександы сутектің асқын тотығымен селективті тотықтырудың оптималды катализаторы болып 1%Cu-ХЗ/SiO₂ табылады. Циклогексан конверсиясы бұл катализатордың қатысуында 22,7%, циклогексанон: циклоклогексанол (КА-ойл) қоспасы бойынша селективтілік 100 % құрайды.

Түйін сөздер: полимер-металды комплекс, хитозан, тотықтыру, циклогексан, сутек асқын тотығы, кремний оксиді.

Сведения об авторах:

Жармагамбетова Алима Кайнекеевна - доктор химических наук, профессор, заведующая лабораторией, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского». Адрес работы: 050010, Алматы, Кунаева 142, тел. 8(727)2916972, zhalima@mail.ru

Ауезханова Асемгуль Сейтхановна - кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского». Адрес работы: 050010, Алматы, ул. Кунаева 142, тел. 8(727)2916972, a.assemgul@mail.ru

Джумекеева Айгуль Иембергеновна - кандидат химических наук, старший научный сотрудник АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского». Адрес работы: 050010, Алматы, ул. Кунаева 142, тел. 8(727)2916972.

Бектуров Есен Абикенович - Академик НАН РК, Казахский Национальный Педагогический Университет им. Абая. Адрес работы: 050010, Алматы, пр. Достык,13.

Ахметова Сандугаш Нурболовна - магистрант Казахского Национального Педагогического Университета им. Абая. Адрес учебы: 050010, Алматы, пр. Достык,13.

МАЗМҰНЫ

<i>Бишимбаева Г.К., Прозорова Г.Ф., Жумабаева Д.С., Коржова С.А., Мазяр И.В., Налибаева А.М., Кыдырбаева У.О.</i>	
Теңіз күкірті мен анилинді сополимерлеу негізінде жоғарыкүкіртті полимерлерді синтездеу.....	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>Ақбаева Д.Н., Сейлханова Г.А., Бәкірова Б.С., Кенжалина Ж.Ж., Томкович М.В., Соколов В.В., Борангазиева А.К.</i>	
Мыс(II) хлориді және поливинилпирролидон негізіндегі кешенді қосылыстың физика-химиялық сипаттамалары.....	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>	
Көмірсутектерді терең тотықтыруға арналған блок типтес платина катализаторларын жасау. Хабарлама 2.....	81
<i>Талғатов Э.Т., Әуезханова А.С., Тұмабаев Н.Ж., Капышева У.Н., Бахтиярова Ш.К., Жармағамбетова Ә.Қ.</i>	
Монтмориллонит және полиэтиленгликоль негізінде гибриді энтеросорбенттерді синтездеу.....	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> Синтез гибридных энтеросорбентов на 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