

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

5 (419)

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

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

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

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

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

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

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

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

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

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

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

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №**10893-Ж**, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,
Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского,
каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz
Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

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

Editorial board:

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

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.
ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

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

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

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

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

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,
e-mail: orgcat@nursat.kz

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 5, Number 419 (2016), 186 – 193

UDC 541.128, 547.261, 665.612.3, 662.767, 66.023:088.8, 66.093.673

L.R. Sassykova^{1,2}, A. Nalibayeva¹

¹ JCC «D.V.Sokol'skii Institute of Fuels, Catalysis & Electrochemistry»;

² al-Farabi Kazakh National University

e-mail: larissa.rav@mail.ru

**DEVELOPMENT OF CATALYTIC SYSTEMS
ON METAL BLOCK CARRIERS FOR OXIDATION OF
HYDROCARBONS AND REDUCTION OF NITROGEN OXIDE**

Abstract. The aim of work was preparation of catalytic systems on the basis of Fe, Ni, Pt, Pd, with additives of Cu, Mo, Re on metal block carriers and research of their activity at the complete oxidation of NO_x, CO, C₃H₈ and reaction NO_x+C₃H₆+O₂. Comparative data on change of degree of transformation of NO and CO, hydrocarbons depending on structure of the secondary carrier and the active phase are presented. For one-component catalysts on the basis of Fe₂O₃ supported on zeolites of various type, the greatest degree of transformation of NO_x (100% at 773 K) is reached on the carrier with an additive of H-form of NaY zeolite. The most stable throughout the temperature range during the test for 50 hours was Ni/HY catalyst, at 673 K degree of transformation of NO was equal to 67.0 %, of propylene - 100%. Pd-containing catalysts, promoted with molybdenum are prepared, and molybdenum was supported for the different samples from the different compounds of molybdenum: from ammonium, sodium salts, as well as phosphorus-molybdenum, silicon, molybdenum, potassium-silicon-molybdenum acids were used. The greatest activity at reduction of NO, in comparison with the samples obtained from the salts with other anions possessed the catalysts with Mo additive from an ammonium salt. It is found that introduction of titania into the secondary carrier significantly increases the degree of reduction of nitrogen oxides by propylene. By the TPD method of ammonia it is revealed that the total concentration of the acid centers Pt-and Pd-catalysts promoted by oxides of nickel and manganese, is higher than in the initial alumino-platinum and palladium catalysts.

Keywords: catalyst, nitrogen oxide, hydrocarbons, exhaust gases, motor transport, metal block carriers

УДК 541.128, 547.261, 665.612.3, 662.767, 66.023:088.8, 66.093.673

Л.Р.Сасыкова^{1,2}, А.М. Налибаева¹

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

²Казахский Национальный Университет им.аль-Фараби

**РАЗРАБОТКА КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ БЛОЧНЫХ НОСИТЕЛЯХ ДЛЯ ОКИСЛЕНИЯ
УГЛЕВОДОРОДОВ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА АЗОТА**

Аннотация. Цель работы- приготовление каталитических систем на основе Fe, Ni, Pt, Pd, с добавками Cu, Mo, Re на металлических блочных носителях и исследование их активности при полном окислении NO_x, CO, C₃H₈ и реакции NO_x+C₃H₆+O₂. Приводятся сравнительные данные по изменению степени превращения NO и CO, углеводородов в зависимости от состава вторичного носителя и активной фазы. Для одно-компонентных катализаторов на основе Fe₂O₃, нанесенного на цеолиты различного типа, наибольшая степень превращения NO_x (100% при 773 K) достигается на носителе с добавкой H-формы цеолита NaY. Наиболее стабильный во всем интервале температур при испытании в течение 50 ч. - катализатор Ni/HY, при

673 К степень превращения NO-67,0%, пропилена – 100%. Приготовлены Pd-содержащие катализаторы, промотированные молибденом, причем молибден наносили для разных образцов из разных соединений молибдена: аммониевой, натриевой солей, а также использовали фосфорно-молибденовую, кремне-молибденовую, калий-кремнемолибденовую кислоты. Наибольшей активностью при восстановлении NO, по сравнению с образцами, полученными из солей с другими анионами, обладали катализаторы с добавкой Mo из аммониевой соли. Установлено, что введение во вторичный носитель оксида титана значительно увеличивает степень восстановления оксидов азота с помощью пропилена. Методом ТПД аммиака установлено, что суммарная концентрация кислотных центров Pt- и Pd-катализаторов, промотированных оксидами никеля и марганца, выше, чем в исходных алюмо-платиновых и палладиевых катализаторах.

Ключевые слова: катализатор, оксид азота, углеводороды, выхлопные газы, автотранспорт, металлические блочные носители.

Введение

Автомобильным транспортом осуществляется перевозка около 70% всех пассажиров и свыше 80% перевозок грузов. При сгорании топлива в цилиндрах двигателя автомобиля образуются нетоксичные (водяной пар, углекислый газ) и токсичные вещества, являющиеся продуктами неполного сгорания. Образующиеся вредные вещества с атмосферными осадками попадают на землю и являются источниками загрязнения рек, водоемов, зеленых насаждений и почвы. В сравнении с другими видами транспорта, автомобильный развивается опережающими темпами, что, в свою очередь, может привести к экологическим бедствиям [1-7]. Загрязнение атмосферы выхлопными газами, содержащими оксиды азота (NO_x , NO, NO_2) в настоящее время - глобальная проблема. Оксиды азота чрезвычайно ядовиты. По силе воздействия на человеческий организм это наиболее токсичные компоненты выхлопных газов, по этой причине обезвреживание оксидов азота путем каталитического разложения или восстановления приобретает особенное значение [8-14].

Целью работы являлось приготовление одно- и двухкомпонентных каталитических систем на основе Fe, Ni, Pt, Pd, с добавками Cu, Mo, Re на металлических блочных носителях и исследование их активности при полном окислении NO_x , CO, C_3H_8 и реакции $\text{NO}_x + \text{C}_3\text{H}_6 + \text{O}_2$.

Экспериментальная часть

Для изучения процессов обезвреживания выхлопных газов автотранспорта в работе синтезированы одно- и двух-компонентные каталитические системы на основе соединений Fe, Ni, Pt, Pd, с добавками, нанесенных на металлические блочные носители с сотовой структурой канала (рис.1). Методика приготовления катализаторов разработана ранее авторами статьи и описана в [15-20].



а



б

Рисунок 1 – Катализаторы на металлических блочных носителях: а - общий вид образцов для лабораторных испытаний, б - полноразмерные образцы для испытаний в реальных условиях эксплуатации

Образцы катализаторов готовили на основе цеолитов ZSM-5 с модулем 30 и NaY с модулем 5,1. В качестве связующего использовали влажный гидрогель гидроксида алюминия (влажность-80%). Нанесение активного компонента проводили с использованием метода пропитки по

влагоемкости. Катализаторы готовили путем введения в суспензию вторичного носителя определенного количества солей необходимого металла. Суспензию, содержащую соли металла, тщательно перемешивали, разбавляли до необходимой вязкости, затем блочный металлический каркас с сотовой структурой погружали в суспензию. Избыток суспензии из каналов удалялся встряхиванием, и блоки помещались в кассеты центрифуги, где происходило удаление избытка суспензии из каналов блока и ее равномерное распределение по поверхности. Сушка блоков после центрифугирования проводилась в сушильном шкафу при температуре 473-523К в течение 1 ч. Просушенные блоки с нанесенным вторичным носителем прокаливались в электрической печи при температуре 873-923 К в течение 2-х часов.

Результаты и их обсуждение

Приготовленные никель и железосодержащие катализаторы испытывались в реакции окисления углеводородов и восстановления оксида азота. Независимо от природы введенного цеолита, заметное превращение NO начиналось при температуре выше 473 К, постепенно увеличивалось с ростом температуры и достигало наибольшей величины при T=773 К. В случае Fe-содержащих блочных катализаторов наибольшей активностью при восстановлении NO пропиленом обладает катализатор, модифицированный цеолитом NaY. Катализатор с этим же составом оказался самым активным и при окислении C₃H₆. При 473 К степень превращения C₃H₆ на этом катализаторе составляет 35,8%, а полное превращение наблюдается при 573 К.

Степень превращения C₃H₆ при 573 К на катализаторах этой серии снижалась в ряду: Fe/NaY>Fe/ZSM-5>Fe/Al₂O₃.

Для однокомпонентных катализаторов на основе Fe₂O₃, нанесенного на цеолиты разного вида, наибольшая степень превращения NO_x (100% при 773 К) достигается на носителе с добавкой H-формы цеолита NaY.

Окисление пропилена на Ni-содержащих цеолитах происходило, по сравнению с Fe-содержащими блочными катализаторами, с более низкими степенями превращения: 100%-ное превращение C₃H₆ наблюдалось на Ni/HY образце только при 773 К. Другие образцы катализаторов на основе Ni были менее активными и степень превращения C₃H₆ на них мало изменялась в зависимости от природы цеолита. В зависимости от природы модифицирующего цеолита активность Ni-содержащих цеолитов в реакции восстановления NO при 573 К уменьшалась в ряду: Ni/HY>Ni/NaY>Ni/ZSM-5.

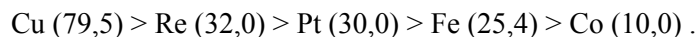
Таблица 1 – Влияние промотирующих добавок на степень восстановления оксида азота пропиленом в присутствии кислорода -350-600 ppm. Объемная скорость – 25·10³ч⁻¹, концентрация NO-220-400 ppm, концентрация C₃H₆-500-700 ppm

| Катализатор | Содержание O ₂ , % об. | Степень превращения при T,К | | | | | | | | Концентрация CO, ppm при T,К | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------|------|------|-----------------------------------|------|------|------|------------------------------|------|------|------|
| | | NO, % | | | | C ₃ H ₆ , % | | | | | | | |
| | | 473 | 573 | 673 | 773 | 473 | 573 | 673 | 773 | 473 | 573 | 673 | 773 |
| Fe/Al ₂ O ₃ | 1 | 11,4 | 18,6 | 58,1 | 100 | 36,0 | 54,0 | 73,0 | 100 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 3 | 2,0 | 19,5 | 24,7 | 19,0 | 2,0 | 12,0 | 100 | 100 | 0,2 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| | 5 | 2,0 | 10,0 | 16,6 | 23,8 | 10,0 | 20,0 | 100 | 100 | 0,2 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Fe/ZSM-5 | 3 | 3,0 | 5,7 | 12,8 | 18,5 | 15,0 | 14,5 | 100 | 100 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| | 5 | 0,0 | 5,0 | 14,0 | 13,6 | 20,0 | 41,0 | 100 | 100 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Fe/NaY | 3 | 10,0 | 27,9 | 59,3 | 57,3 | 35,8 | 100 | 100 | 100 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| Ni/NaY | 3 | 15,7 | 28,7 | 100 | 100 | 20,0 | 62,0 | 67,0 | 70,0 | 0,03 | 0,04 | 0,09 | 0,27 |
| Ni+Pt/NaY | 5 | 0 | 19,2 | 72,5 | 100 | 14,0 | 54,0 | 59,7 | 66 | 0,05 | 0,11 | 0,18 | 0,27 |
| | 10 | - | 10,2 | 25,0 | 100 | - | 100 | 100 | 100 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Ni/HY | 3 | 16,5 | 58,1 | 100 | 100 | 40,5 | 70,3 | 89,2 | 100 | 0,01 | 0,04 | 0,02 | 0,04 |
| Ni+Pt/HY | 5 | - | 27,8 | 100 | 100 | 25,0 | 40,6 | 100 | 100 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Ni/ZSM-5 | 3 | 0 | 9,2 | 30,0 | 100 | 42,0 | 50,8 | 66,6 | 70,0 | 0,04 | 0,06 | 0,09 | 0,09 |
| Ni+Pt/ZSM-5 | 3 | - | 32,4 | 100 | 80,5 | - | 100 | 100 | 100 | - | - | - | - |
| Fe+Pt/NaY | 3 | 3,5 | 22,0 | 32,1 | 37,6 | 20,0 | 66,1 | 98 | 100 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fe+Pt/ZSM-5 | 3 | 0 | 17,3 | 30,0 | 100 | - | 49,2 | 68 | 88 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |

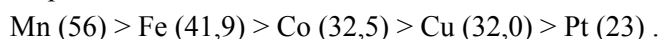
Из двухкомпонентных систем в реакции восстановления оксида азота пропиленом в присутствии кислорода изучены Ni+Pt, Fe+Pt- катализаторы (Табл.1). Для Ni+Pt/HY катализатора максимальная степень превращения NO достигалась при 673 К, для образца с добавкой NaY полное превращение NO наблюдалось только при 773 К. При окислении пропилена все Ni-Pt катализаторы проявляли высокую активность (100% при 673 К). В случае с Fe+Pt- катализаторами цеолитные добавки не оказывают значительного влияния на активность катализаторов как в реакции восстановления NO, так и при окислении пропилена. В реакции окисления пропилена катализаторы этой серии проявляют низкую активность.

Приготовленные никель и железосодержащие цеолитные блочные катализаторы были исследованы на термостабильность при T=973 К в течение 50 ч. в рабочей газовой среде. На Fe-содержащем катализаторе наблюдается незначительное снижение активности при низких температурах (473 К). Степень полного окисления пропилена уменьшается от 35,0 до 17,0%. При более высоких температурах снижение активности не наблюдается. Наиболее стабильным во всем интервале температур оказался катализатор Ni/HY, при 673 К степень превращения NO-67,0%, пропилен - 100%.

Приготовлены и испытаны катализаторы с различным составом активной фазы на носителе с добавкой H - формы цеолита NaY. В зависимости от природы металла (Fe, Co, Cu, Pt, Re) катализаторы этой серии по степени превращения NO (α_{NO} , %) при O₂ - 3 % об. при 623 К можно расположить в ряд :



В аналогичных условиях активность тех же металлов (α_{NO} ,%), нанесенных на носитель Al₂O₃, снижалась в следующем порядке :



Полученные результаты показывают, что каталитическая активность изученных металлов в этой реакции не является простой функцией кислотности носителя.

В табл.2 представлены сравнительные результаты по активности катализаторов, отличающихся как содержанием активной фазы, так и составом носителя.

Таблица 2- Степень восстановления NO (%) пропиленом на двухкомпонентных системах при 623 К

| Носитель | Состав активной фазы | | | | |
|----------|----------------------|---------|---------|---------|------|
| | Pt - Fe | Pt - Cu | Pt - Re | Pt - Co | Pt |
| ZSM - 5 | 25,4 | 88,1 | 12,0 | 15,7 | 18,6 |
| NaY | 40,3 | 48,8 | 31,2 | - | 30,0 |
| HY | - | 52,8 | - | - | - |

В этих катализаторах содержание платины в составе активной фазы было уменьшено с одновременным внесением металлов других групп (Cu, Re, Co, Fe). Видно, что активность смешанных катализаторов в большей степени зависит от природы металла, чем от природы цеолита, что свидетельствует о том, что наряду с кислотными свойствами при восстановлении NO пропиленом важное значение имеют также окислительно- восстановительные свойства металлов. Те металлы, у которых больше способность способны восстанавливаться или окисляться, являются активными в этой реакции.

Исследован ряд платина-содержащих катализаторов с добавками Cu-Co и Co-Mn с различным соотношением компонентов. Содержание суммы оксидов варьировали в пределах 0,0-3,0 % вес. Активность определялась при концентрации кислорода 3 и 5 % об. и температурах от 473 до 773 К. Установлено, что степень превращения NO увеличивается линейно с ростом содержания суммы оксидов в катализаторе. Катализаторы, которые не содержат Pt, при 5% - ном содержании O₂ в газовой среде при восстановлении NO не проявляли видимой активности (13,7 % при 773 К и 6,0% при 573 К). Степень превращения C₂H₆ оставалась высокой при всех температурах и составляла при 473 К- 41,6 %, при 773 К - 100 % .

При варьировании содержания кобальта и марганца в составах катализатора наибольшая степень превращения NO (29,0-32,0%) достигалась на образцах соотношением Co:Mn=2:1. Степень превращения C₂H₆ была высокая на всех образцах этой серии и достигала 100 % уже начиная с 473 К.

Изучено влияние исходных соединений на образцах Pd-содержащих катализаторов, промотированных молибденом. Молибден наносили из аммониевой, натриевой солей, а также были использованы фосфорно-молибденовая, кремне-молибденовая, калий-кремнемолибденовая кислоты. Установлено, что наибольшей активностью при восстановлении NO, по сравнению с образцами, полученными из солей с другими анионами, обладали катализаторы с добавкой Mo из аммониевой соли. При температуре максимальной активности (773 К) степень превращения NO при содержании кислорода в газовой смеси 5 и 10 % об. была в пределах 22,0-24,0 % ,

На Pt- и Pd-содержащих катализаторах с добавкой оксида железа при высоких содержаниях O₂ очень четко проявлялась экстремальная зависимость степени превращения NO от температуры и составляла в точке максимума (573 К) 19,0- 23,0 % .

На Pd-катализаторе изучена зависимость степени восстановления NO от содержания в газовой среде кислорода, C₃H₆ и NO. При увеличении концентрации O₂ от 0,5 до 3% об (α_{NO}) при 623 К сначала возрастала от 20,0 до 40,0 %, при 3,0 и 5,0% O₂ была примерно постоянной. При содержании O₂ 10 % об. степень превращения оксида азота хотя и уменьшалась, но все же оставалась выше, чем в отсутствие кислорода. При варьировании концентрации C₃H₆ (от 0 до 1000 ppm) степень превращения NO линейно возрастала с ростом содержания C₃H₆ от 0 до 500 - 600 ppm, а выше этой концентрации только слабо увеличивалась.

В работе также изучен ряд оксидных катализаторов на блочном носителе, различающемся составом вторичного носителя (γ-Al₂O₃, γ-Al₂O₃+TiO₂) и составом активного вещества (Co+Mn, Fe+Mn), промотированного и не промотированного платиной. Установлено, что введение во вторичный носитель оксида титана значительно увеличивает степень восстановления оксидов азота с помощью пропилена на обоих составах оксидных катализаторов во всем интервале исследуемых температур (от 423 до 773 К) и составляет при 423 К на Co-Mn-катализаторе 34,0%, на Fe-Mn - 29,0%, при 773 К -33,0% и 55,0%, соответственно. Промотирование платиной улучшает восстановительную способность кобальт-марганцевого катализатора на Al₂O₃ только при высокой температуре. На титан-содержащем образце в присутствии платины степень превращения NO снижается.

С использованием метода ТПД аммиака изучены кислотные свойства приготовленных платиновых и палладиевых катализаторов. На рис.2 представлены сравнительные диаграммы для катализаторов с различной концентрацией кислотных центров разной силы. Видно, что катализаторы на основе Pt/Ni-Mn/Al₂O₃ характеризуются наибольшей концентрацией сильных кислотных центров (280 мкмоль/г), у Pd/Ni-Mn/Al₂O₃ катализатора наибольшая концентрация слабых кислотных центров - 250 мкмоль/г. В Таблице 3 приведены характеристики катализаторов на основе Pt и Pd, полученные с использованием метода ТПД NH₃. Суммарная концентрация кислотных центров Pt- и Pd-катализаторов, промотированных оксидами никеля и марганца, выше, чем в исходных алюмо-платиновых и палладиевых катализаторах.

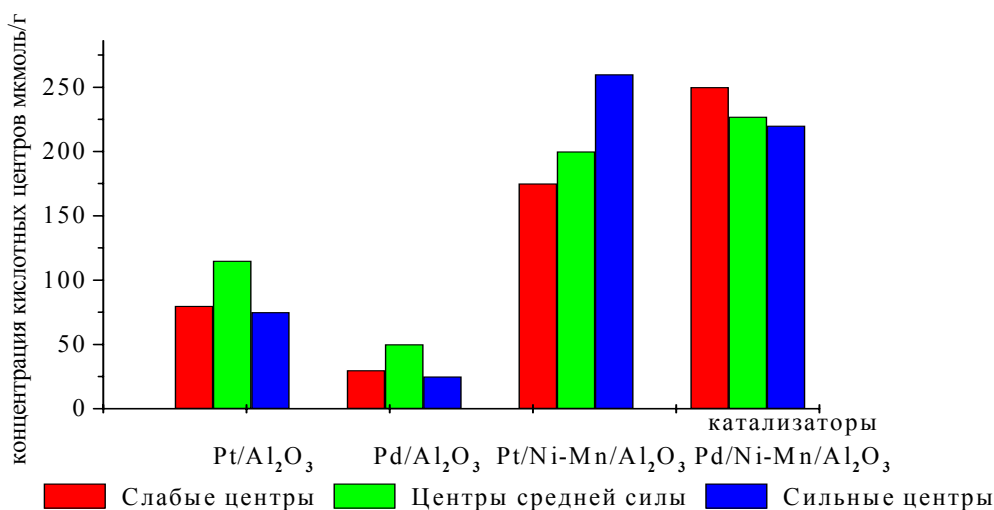


Рисунок 3-Влияние химического состава нейтрализаторов на распределение кислотных центров различной силы

Таблица 3 - Пористая структура и кислотные свойства Pt- и Pd-катализаторов

| Образец катализатора | Характеристика пористой структуры | | Суммарная концентрация кислотных центров по адсорбции NH ₃ , мкмоль/г |
|--|---|-------------------------------|--|
| | Удельная площадь поверхности, м ² /г | Объем пор, см ³ /г | |
| 1 Pt/Al ₂ O ₃ | 200 | 0,348 | 240 |
| 2 Pd/ Al ₂ O ₃ | 205 | 0,356 | 110 |
| 3 Pd/Ni-Mn/Al ₂ O ₃ | 350 | 0,274 | 620 |
| 4 Pt/ Ni-Mn/Al ₂ O ₃ | 370 | 0,290 | 660 |

Таким образом, Pt- и Pd-содержащие катализаторы при близких значениях общей концентрации кислотных центров 660-620 мкмоль/г характеризуются отличающимся соотношением центров разной силы, что, по-видимому, определяет различия в их каталитических свойствах.

Выводы

Таким образом, синтезированы каталитические системы на основе Fe, Ni, Pt, Pd, с добавками Cu, Mo, Re, нанесенных на металлические блочные носители с сотовой структурой канала. Выявлено, что в случае одно-компонентных катализаторов на основе Fe₂O₃, нанесенного на цеолиты разного вида, наибольшая степень превращения NO_x (100% при 773 К) достигается на носителе с добавкой H-формы цеолита NaY. Катализаторы на основе Ni оказались менее активными, и степень превращения C₃H₆ на них мало изменялась в зависимости от природы цеолита. При испытании на термостабильность установлено, что наиболее стабильным во всем интервале температур в течение 50 ч. оказался катализатор Ni/HY, при 673 К степень превращения NO-67,0%, пропилен – 100%. Выявлено, что активность смешанных катализаторов в большей степени зависит от природы металла, чем от природы цеолита, что свидетельствует о том, что наряду с кислотными свойствами при восстановлении NO пропиленом важное значение имеют также окислительно-восстановительные свойства металлов. Приготовлены Pd-содержащие катализаторы, промотированные молибденом, причем молибден наносили для разных образцов из разных соединений молибдена: аммониевой, натриевой солей, а также использовали фосфорно-молибденовую, кремне-молибденовую, калий-кремнемолибденовую кислоты. Наибольшей активностью при восстановлении NO, по сравнению с образцами, полученными из солей с другими анионами, обладали катализаторы с добавкой Mo из аммониевой соли. Установлено, что введение во вторичный носитель оксида титана значительно увеличивает степень восстановления оксидов азота с помощью пропилена. С помощью ТПД аммиака выявлено, что суммарная концентрация кислотных центров Pt- и Pd-катализаторов, промотированных оксидами никеля и марганца, выше, чем в исходных алюмо-платиновых и палладиевых катализаторах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Lucena P., Vadillo J.M., Joserna J.J. Compositional mapping of poisoning elements in automobile three-way catalytic converters by using laser-induced breakdown spectrometry // J.Appl.Spectrosc., 2001, V.55, №3, P.267-272.
- [2] Haggin I. Catalyst cuts nitrogen oxides using methane // Chem. &Eng.News.-1993.-Vol.71, No.15. -P. 34-36.
- [3] Крылов О.В., Третьяков В.Ф. Каталитическая очистка выхлопных газов автомобильного транспорта // Катализ в промышленности.-2007.-№4.- С.44-54.
- [4] Кароль И.Л., Киселев А.А. Оценка ущерба "здоровью" атмосферы // Природа.- 2003.- №6.- С.18-21.
- [5] Колбановский Ю.А. Некоторые вопросы создания экологически чистых топлив для карбюраторных двигателей // Нефтехимия.-2002.-Т.42.-№2.-С.154-159.
- [6] Global change of climate. Kazakhstan: the steps to the Kyoto protocol. Project 70-242 TASIC. Astana, 2006.
- [7] Ахатов А. Г. Экология и международное право. Ecology &International Law.- М.: АСТ-ПРЕСС, 1996. - 512 с.
- [8] Выстробец Е.А. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды и природных ресурсов. М.: Изв-во МНЭПУ, 2000.- 112с.
- [9] Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-1999. U.S. Environmental Protection Agency, 8 April 15, 2001, Washington, DC, USA.
- [10] Trimm D.H. Catalytic Combustion (Review) //Appl.Catalysis.- 7.-1983.- P.249-282.
- [11] Иноземцев В.Л. Кризис Киотских соглашений и проблема глобального потепления климата // Природа.-2001.- №1.- С.20-29.

- [12] Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. – М.: Высшая школа, 2001. – 273 с.
- [13] Silva R., Cataluña R., Martínez-Arias A. Selective catalytic reduction of NO_x using propene and ethanol over catalysts of Ag/Al₂O₃ prepared by microemulsion and promotional effect of hydrogen // *Catalysis Today*.-2009.-Vol.-143, No.3-4.-P. 242-246.
- [14] Третьяков В.Ф., Бурдейная Т.Н., Матышак В.А., Глебов Л.С. Экологический катализ: достижения и перспективы // 17 Менд.съезд по общей и прикладной химии, Казань, 21-26 сент., 2003:Тезисы докл., Казань: Типогр. «Центр операт.печ.», 2003.-С.469.
- [15] Gilmundinov Sh.A., Sassykova L.R., Nalibayeva A.M. The catalyst' creation for the cleaning of the exhaust gases of the motor transport working with methane// III Международная конференция «Catalysis:Fundamentals and Application» Novosibirsk, 4–8 july, 2007, Book of Abstracts, V.II.- P.532-534.
- [16] Sassykova L.R., Massenova A.T., Gilmundinov Sh.A., Bunin V.N., Rakhmetova K.S.// Selective Oxidation and Functionalization: Classical and Alternative Routes and Sources. Berlin, Germany. Preprints of the Conference, 2014,181-187.
- [17] Sassykova L.R., Ussenov A., Massenova A.T., Gil'mundinov Sh.A., Rakhmetova K.S., Bunin V.N., Basheva Zh.T. and Kalykberdiyev M.K.. Creation of high effective nanostructured catalysts on base of Pt, Pd for neutralization of motor transport exhaust // *Int. J. Chem. Sci.*: 14(1), 2016, 206-212.
- [18] Sassykova L.R., Massenova A.T., Gil'mundinov Sh., Tel'baeva M.M., Bunin V.N., Komashko L.V.// 15th International Congress on catalysis ICC15, Germany, Munich, **2012**, Abstract, PP-03, 456. (In Eng.)
- [19] Gilmundinov Sh.A., Sassykova L.R., Nalibayeva A.M. The Nanostructured Catalysts of Neutralization of Motor Transport Exhaust // International Symposium on Metastable and Nano Materials, ISMANAM August 2007, Greece.-Corfu,2007.- P.168-169.
- [20] Sassykova L.R., Massenova A.T., Sharifkanova G.N. The catalysts for synthesis of dimethyl ether - new ecologically pure fuel // **The Sixth Asia-Pacific Congress on Catalysis (APCAT-6)**, Taipei, Taiwan, **October 13-17, 2013**, **P2-177, Abstracts P. 255.**

REFERENCES

- [1] Lucena P., Vadillo J.M., Joserna J.J., *J.Appl.Spectrosc.*, **2001**, Vol.55, 3, P.267-272. (In Eng.)
- [2] Haggin I., *Chem. &Eng.News.*, **1993**, Vol.71, 15, P. 34-36. (In Eng.)
- [3] Krylov O.V, Tretyakov V.Ph., *Catalysis in Industry*, 4, **2007**, P.44-54. (In Russ.).
- [4] Karol' I.L., Kisselev A.A. Assessment of damage to "health" of the atmosphere, . *Priroda*, 6, **2003**, p.18-21. (In Russ.).
- [5] Kolbanovskii Y. A. Some questions of creation of environmentally friendly fuels for gasoline engines, *Petrochemistry*, **2002**, 42, 2, P.154-159. (In Russ.).
- [6] Global change of climate. Kazakhstan: the steps to the Kyoto protocol. Project 70-242 *TASIS*. Astana, 2006. (In Russ.).
- [7] Akhatov A.G. Ecology and International law. M.: *AST-PRESS*, **1996**, 512 (In Russ.).
- [8] Vystrobets E.A. International cooperation in the field of environment and natural resources. M.: *Izdatelstvo MNEPU*, **2000**, 112 (In Russ.)
- [9] Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-1999. U.S. *Environmental Protection Agency*, 8 April 15, **2001**, Washington, DC, USA. (In Eng.)
- [10] Trimm D.H. Catalytic Combustion (Review), *Appl.Catalysis*, 7, **1983**, 249-282. (In Eng.)
- [11] Inozemtsev V.L. *Priroda*, **2001**, 1, 20-29 (InRuss.).
- [12] Lukanin V.N., Trofimenko Y.V. Industrial and transport ecology. M.: Visshay shkola, 2001, 273 p. (In Rus.)
- [13] Silva R., Cataluña R., Martínez-Arias A., *Catalysis Today*, **2009**, Vol., 143, 3-4, P. 242-246. (In Eng.)
- [14] Tretyakov V. Ph., Burdeynaya T.N., Matyshak V.A., Glebov L.S. *Environmental catalysis: Achievements and Prospects*, 17 Mendeleevskii congress on General and Applied Chemistry, Kazan, September 21-26, 2003. Abstracts, Kazan. **2003**-P.469. (In Russ.).
- [15] Gilmundinov Sh.A., Sassykova L.R., Nalibayeva A.M., "*Catalysis: Fundamentals and Application*", Novosibirsk, **2007**, Book of Abstracts, Vol.II., P.532-534. (In Eng.)
- [16] Sassykova L.R., Massenova A.T., Gilmundinov Sh.A., Bunin V.N., Rakhmetova K.S. *Selective Oxidation and Functionalization: Classical and Alternative Routes and Sources*, Berlin, Germany, Preprints of the Conference, **2014**,181-187. (In Eng.)
- [17] Sassykova L.R., Ussenov A., Massenova A.T., Gil'mundinov Sh.A., Rakhmetova K.S., Bunin V.N., Basheva Zh.T.and Kalykberdiyev M.K., *Int. J. Chem. Sci.*, Vol.14, 1, **2016**, 206-212. (In Eng.)
- [18] Sassykova L.R., Massenova A.T., Gil'mundinov Sh., Tel'baeva M.M., Bunin V.N., Komashko L.V., *15th International Congress on catalysis ICC15*, Germany, Munich, **2012**, Abstract, PP-03, 456. (In Eng.)
- [19] Gilmundinov Sh.A., Sassykova L.R., Nalibayeva A.M. , *International Symposium on Metastable and Nano Materials, ISMANAM* , Greece, Corfu, **2007**, P.168-169. (In Eng.)

[20] Sassykova L.R., Massenova A.T., Sharifkanova G.N., *The Sixth Asia-Pacific Congress on Catalysis (APCAT-6)*, Taipei, Taiwan, 2013, P2-177, 255 (In Eng.)

Л.Р. Сасыкова^{1,2}, А. Налибаева¹

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

² әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

КӨМІРСУТЕКТЕРДІ ТОТЫҚТЫРУҒА ЖӘНЕ АЗОТ ОКСИДІН ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРУҒА АРНАЛҒАН МЕТАЛЛ БЛОКТЫҚ ТАСЫМАЛДАУЫШТАРДАҒЫ КАТАЛИТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ЗЕРТТЕМЕЛЕРІ

Аннотация. Жұмыстың мақсаты – Fe, Ni, Pt, Pd металдарына Cu, Mo, Re қоспасының негізіндегі металл блоктық тасымалдаушыдағы каталитикалық жүйелерді дайындау және олардың NO_x, CO, C₃H₈ толық тотығу кезінде және NO_x+C₃H₆+O₂ реакциясындағы белсенділігін зерттеу. NO, CO және көмірсутектердің айналу дәреже өзгерісінің екінші реттік тасымалдауыш пен активтік фазаның құрамына тәуелділігі жайлы салыстырмалы мәліметтер келтірілген. Цеолиттің әр түрлі типтері түсірілген, Fe₂O₃ негізіндегі бір компонентті катализаторлар үшін NO_x (100%, 773 К кезінде) ең жоғары айналу дәрежесі H-формалы NaY цеолиттің қоспасының тасымалдағышында қол жеткізілді. 50 сағ. зерттеулер кезіндегі барлық температуралық интервалдардағы ең тұрақтысы – катализатор Ni/HY, 673 К кезінде NO-ның айналу дәрежесі 57%, пропилендікі – 100%. Pd-құрамдас катализаторлар дайындалып, оларды кейіннен молибденмен (айта кететіні, әр түрлі үлгілерге әр түрлі молибденнің қосылыстары түсірілді), аммоний және натрий тұздарымен промуоутерлендірілді және де фосфорлық-молибдендік, кремне-молибдендік және калий-кремнемолибдендік қышқылдар қолданылды. Анионы басқа тұздардан алынған үлгілерге қарағанда, аммоний тұзындағы Mo қоспасы негізіндегі катализаторлар NO тотықсыздануы кезінде ең жоғары белсенділікті көрсетті. Титан оксидінің екінші реттік тасымалдауышқа енгізілуі азот оксидінің пропиленнің көмегімен тотықсыздану дәрежесін едәуір арттырды. Аммиактың ТПД әдісі бойынша, никель және марганец оксидтерімен промуоутерленген Pt- и Pd-катализаторларының қышқылдық орталықтырының жалпы концентрациясы, алюмо-платиндік және палладиялық катализаторларға қарағанда жоғары екендігі анықталды.

Түйін сөздері: катализатор, азот оксиді, көмірсутектер, бөлінетін газдар, автокөлік, металл блокты тасымалдаушылар.

МАЗМҰНЫ

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

СОДЕРЖАНИЕ

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

CONTENTS

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

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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

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