

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

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

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

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

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

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

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

**ISSN 2518-1491 (Online),**

**ISSN 2224-5286 (Print)**

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

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

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

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

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

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

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

Editorial board:

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

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

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

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

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

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

---

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

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky  
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,  
e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto: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), 177 – 185

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

**L.R.Sassykova<sup>1,2</sup>, A.Nalibayeva<sup>1</sup>, I.O.Bogdanova<sup>1</sup>**<sup>1</sup>JCC «D.V.Sokol'skii Institute of Fuels, Catalysis & Electrochemistry», Almaty, Kazakhstan;<sup>2</sup>al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstane-mail: [larissa.rav@mail.ru](mailto:larissa.rav@mail.ru)**ZEOLITE-CONTAINING CATALYTIC SYSTEMS ON THE METAL  
BLOCK CARRIERS FOR REDUCTION OF NITROGEN OXIDE BY  
HEDROCARBONS**

**Abstract.** Catalysts on the basis of various metals on metal carriers with honeycomb structure of channels for neutralization of toxic gases of motor transport are prepared. Influence of the nature of the zeolites entered into structure of the secondary carrier and the promoting additives of the transition metals on activity and properties of block catalysts in reaction  $\text{NO}_x + \text{C}_3\text{H}_6 + \text{O}_2$  is studied. The activity of Pd-Mo catalyst carrier is increased by modifying with cations  $\text{Ce}^{4+}$ ,  $\text{Zr}^{4+}$ . Introduction of titania into the secondary carrier significantly increases the degree of reduction of nitrogen oxides with propylene. High activity has Fe-containing catalyst, modified by zeolite NaY. Degree of  $\text{NO}_x$  transformation in the studied conditions on synthesized one- and binary systems reached 80.5-100%, hydrocarbons - from 70 to 100%. The complete conversion of CO was in most cases reached.

**Keywords:** catalyst, exhaust gases, motor transport, the metal block carriers

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

**Л.Р.Сасыкова<sup>1,2</sup>, А.М.Налибаева<sup>1</sup>, И.О.Богданова<sup>1</sup>**<sup>1</sup>АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им.Д.В.Сокольского»,<sup>2</sup>Казахский Национальный Университет им.аль-Фараби**ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ  
НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ БЛОЧНЫХ НОСИТЕЛЯХ ДЛЯ  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА АЗОТА УГЛЕВОДОРОДАМИ**

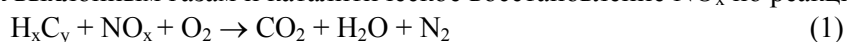
**Аннотация.** Приготовлены катализаторы на основе различных металлов на металлических носителях с сотовой структурой каналов для обезвреживания токсичных газов автотранспорта. Изучено влияние природы цеолитов, вводимых в состав вторичного носителя и промотирующих добавок переходных металлов на активность и свойства блочных катализаторов в реакции  $\text{NO}_x + \text{C}_3\text{H}_6 + \text{O}_2$ . Активность Pd-Mo катализаторов увеличивается при модифицировании носителя катионами  $\text{Ce}^{4+}$ ,  $\text{Zr}^{4+}$ . Введение во вторичный носитель оксида титана значительно увеличивает степень восстановления оксидов азота с помощью пропилена. Высокой активностью обладает Fe-содержащий катализатор, модифицированный цеолитом NaY. Степень превращения  $\text{NO}_x$  в изученных условиях на синтезированных одно- и двух-компонентных системах достигала 80,5-100%, углеводородов- от 70 до 100%. В большинстве случаев была достигнута полная конверсия CO.

**Ключевые слова:** катализатор, выхлопные газы, автотранспорт, металлические блочные носители.

**Введение**

При сгорании топлива в цилиндрах двигателя автомобиля образуются нетоксичные (водяной пар, углекислый газ) и токсичные вещества, являющиеся продуктами неполного сгорания.

Вредные вещества в составе атмосферных осадков попадают на землю и являются одним из источников загрязнения рек, водоемов, зеленых насаждений и почвы. В конечном итоге они попадают в питьевую воду, продукты питания [1, 2]. Оксиды азота присутствуют в составе выхлопных газов в виде окиси и двуокиси азота. Образуются они в результате реакции между атмосферным азотом и кислородом или водяным паром при высоком давлении (2,8-3,5 МПа) и температуре 813-923К во время каждого сжатия в цилиндрах. Топливо непосредственно в этой реакции не участвует. Оксиды азота очень ядовиты. В наиболее типичных случаях отравление оксидами азота начинается легким кашлем, который через некоторое время проходит. При относительно высоких концентрациях раздражение дыхательных путей увеличивается: наблюдается сильный кашель, иногда головная боль, рвота и т.д. При отравлении двуокисью азота характерен отек легких с последующей бронхопневмонией. При некоторых условиях погоды возможна фотохимическая реакция, способствующая образованию из оксидов азота веществ, разъедающих слизистую оболочку глаз, а также растения и даже резину. Оксиды азота по действию на человеческий организм являются наиболее токсичными компонентами выхлопных газов, и их обезвреживание путем каталитического разложения или восстановления приобретает особенное значение [3-6]. Загрязнение атмосферы выхлопными газами, содержащими оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) является в настоящее время глобальной проблемой. Идеальным катализатором для снижения уровня  $\text{NO}_x$  в богатых кислородом средах до норм стандартов мог бы быть катализатор разложения  $\text{NO}_2$  на  $\text{N}_2$  и  $\text{O}_2$ . Альтернативой является добавление автомобильного топлива к выхлопным газам и каталитическое восстановление  $\text{NO}_x$  по реакции :



Этот тип реакции открыт в конце 70-начале 80-х годов XX-века и изучается весьма интенсивно применительно к очистке выхлопных газов от оксидов азота. В качестве катализаторов восстановления  $\text{NO}_x$  используются минералы, шпинели, силикаты, оксид алюминия и различного рода цеолиты с введенными в них методом ионного обмена или нанесением на поверхность переходными, редкоземельными или благородными металлами. Однако до настоящего времени все ещё не получено достаточно активного и стабильного катализатора. Существование прочного катализатора восстановления  $\text{NO}_x$  с помощью углеводородов, образующихся в двигателе автомобиля при температуре выше позволило бы резко снизить вредность выбросов дизельных, а также бензиновых двигателей, работающих на бедных топливных смесях. Снижение содержания оксидов азота, выбрасываемых в атмосферу в составе топочных газов электростанциями и промышленными предприятиями и выхлопных газов автотранспорта - один из важных и актуальных аспектов в решении экологической проблемы загрязнения окружающей среды [7, 8]. Наиболее эффективный метод извлечения оксидов азота из продуктов горения различных видов топлива, промышленных отходов, выхлопных газов автотранспорта является процесс восстановления оксидов азота до инертного газообразного азота посредством реакции с редуцирующим агентом с использованием технологии селективного каталитического восстановления (СКВ) [9, 10]. В таком процессе возможно восстановление оксидов азота до 88-90% и более. В качестве катализаторов окисления  $\text{CO}$ , углеводородов и разложения оксидов азота, в основном, используются благородные металлы на носителях, которые обладают высокой каталитической активностью, термостойкостью к ядам. Монолитные блоки - наиболее подходящие носители катализаторов, используемых для решения экологических проблем [11]. Цеолиты проявляют заметную активность в процессах селективного восстановления оксидов азота низшими углеводородами. Декатионирование цеолитов значительно увеличивает их удельную поверхность, изменяет кислотные свойства, значительно повышает активность [12].

Проблема защиты окружающей среды от вредного воздействия автомобильного транспорта требует незамедлительного решения. Охрана окружающей среды от промышленных и транспортных загрязнений постоянно выдвигает все возрастающие требования к усовершенствованию способов приготовления катализаторов нейтрализации и очистки газовых выбросов от вредных примесей. Катализаторы нейтрализации промышленных выбросов и выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания должны иметь высокую термическую устойчивость, производительность, механическую прочность, устойчивость к ядам, макропористую структуру и низкую стоимость. Проблема создания нового поколения

катализаторов для охраны окружающей среды включает разработку катализаторной массы и технологии ее нанесения на монолитные ячеистые контакторы [13-15]. Таким образом, разработка физико-химических основ и создание новых эффективных и стабильных катализаторов для очистки выхлопных газов является актуальной проблемой в области катализа для охраны окружающей среды.

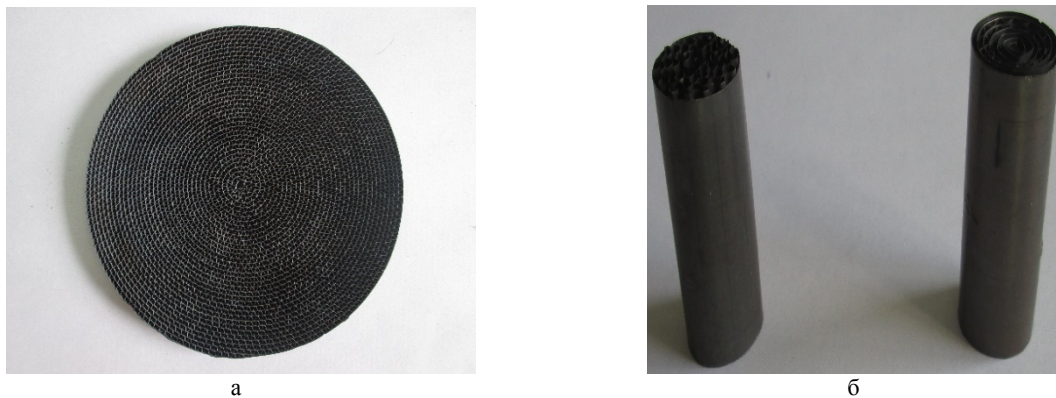
Цель работы - разработка эффективных каталитических систем на основе различных металлов на металлических носителях с сотовой структурой каналов для обезвреживания токсичных газов автотранспорта. Определение влияния природы вторичных носителей на активность и свойства блочных катализаторов в реакции  $\text{NO}_x + \text{C}_3\text{H}_6 + \text{O}_2$ .

#### Экспериментальная часть

Для изучения процесса восстановления оксида азота углеводородами готовились одно и двух-компонентные каталитические системы на металлических блочных носителях с сотовой структурой канала (рис.1) по методике, разработанной ранее авторами статьи [16-20]. Использовали жаростойкую фольгу толщиной 50 мкм, которую гофрировали. На гладкий лист фольги накладывали лист гофрированной фольги, затем листы сворачивали в блок и соединяли контактной сваркой на концах. На приготовленные таким образом блочные металлические носители с сотовой структурой каналов наносился вторичный носитель, который представлял из себя суспензию из солей алюминия с различными добавками. Далее после стадий сушки и прокаливания проводилось нанесение активных компонентов катализатора на металлический блок. Нанесенные соли металлов разлагались с образованием оксидов металлов на поверхности блочных носителей.

Для синтеза вторичных носителей использовали оксид алюминия марки А-1 и цеолиты NaY и ZSM-5. При селективном восстановлении NO углеводородами в присутствии кислорода одним из важных факторов, определяющих активность, являются кислотные свойства катализаторов [12-14]. Учитывая этот фактор, во вторичный носитель металлического блока вводили добавки цеолитов, таких как ZSM-5 (модуль-30), NaY, KB-1, HY, цеокар, которые влияют на кислотные свойства носителя. Цеолиты наносили на поверхность металлического блока, используя алюмооксидное связующее. Водородные формы цеолитов получали путем их многократной обработки раствором  $\text{NH}_4\text{Cl}$  с последующей отмывкой от ионов хлора, сушкой при 373-493 К и прокаливанием при 773 К. Для улучшения состава вторичного носителя и наносимой на носитель активной фазы катализатора варьировались природа металлов, их концентрация на носителе, исходные соединения, из которых получали активную фазу катализатора (нитраты, ацетаты, гетерополисоединения), а также условия проведения каталитической реакции.

В состав катализаторов в качестве легирующих добавок вводили Pt, Co, Ni, Mn, Fe, Ce, Zr, La, Fe, Ti а также их смеси. Содержание активных металлов варьировали в пределах 0,05-2,0 % вес. Внесение модифицирующих катионов проводили методом пропитки оксида алюминия растворами нитратов солей соответствующих металлов с последующей сушкой и прокаливанием блока с нанесенным вторичным носителем при 773-873 К. Количество модифицирующих добавок составляло 3% по отношению к весу  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Поверхность катализаторов по БЭТ составляла  $4,8 \text{ м}^2/\text{г}$ - $15 \text{ м}^2/\text{г}$ .

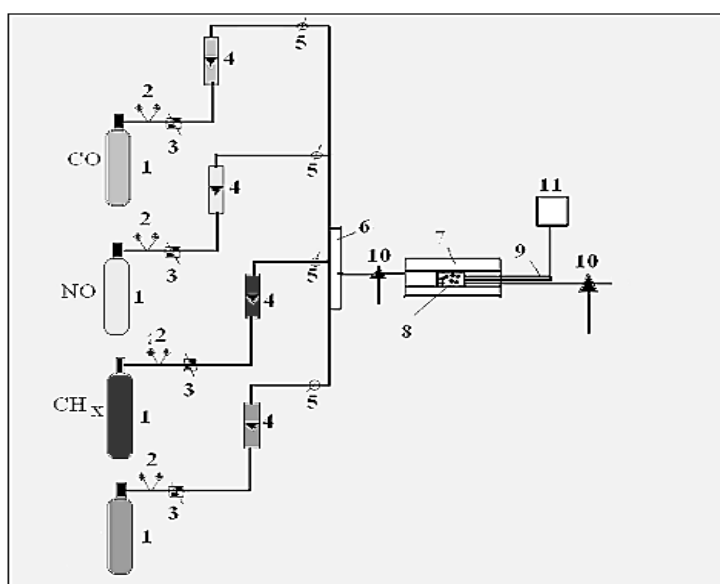


а

б

а-поперечный разрез, б-общий вид  
Рисунок 1 – Металлические блочные носители

Изучена реакция  $\text{NO} + \text{C}_3\text{H}_6 + \text{O}_2$  при широком варьировании условий процесса. Реакция восстановления оксида азота углеводородами изучалась в проточном дифференциальном реакторе (рис.2) при следующих условиях: реакционной смеси (% об.): 0,05-0,08  $\text{NO} + 0,05\text{C}_3\text{H}_6 + 5$  (или 10)  $\text{O}_2 +$  аргон (азот); объемная скорость потока 24000-36000  $\text{ч}^{-1}$  при атмосферном давлении. Установка состоит из баллонов (1), содержащих исследуемые газы (углеводороды, оксид углерода, оксид азота, азот). В систему подается воздух, газы подаются из баллонов, через вентили тонкой регулировки (3) поступают на ротаметры (4), откалиброванные индивидуально под каждый газ и предназначенные для регулировки скорости подачи газа, который затем подается в смеситель (6), где газы перемешиваются и поступают в кварцевый реактор (7) диаметром 10 мм. Реактор обогревается трубчатой печью, температура в котором измеряется хромель-алюмелевой термопарой (9). Температура в реакторе регулируется прибором ИРТ (11), откалиброванным по э.д.с. термопары.

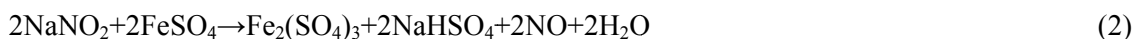


1- Газовый баллон; 2- Манометр; 3- Вентиль тонкого регулирования; 4-Ротаметр; 5- Кран; 6- Смеситель; 7- Система обогрева; 8- Катализатор; 9- Термопара; 10- Отборники проб до и после катализатора; 11 – ИРТ.

Рисунок 2 - Схема проточной установки

Порядок проведения эксперимента был следующий. Перед испытанием образец катализатора выдерживали в реакторе в течение 30 мин. в потоке реакционной смеси при 500°C. После этого температуру газа снижали до заданных значений и определяли степень превращения  $\text{NO}$  и углеводорода. Фиксировали также возможное образование  $\text{CO}$  в ходе реакции. Каталитическую активность образцов характеризовали степенью превращения  $\text{NO}_x$  ( $\alpha \text{NO}_x$ ).

Оксид азота ( $\text{NO}$ ) получали в водных растворах по реакции :



Анализ углеводородов и оксида углерода до и после реактора проводился на хроматографах 3700, "Кристалл-2000", ЦВЕТ-500 с пламенно-ионизационным детектором. Анализ оксидов азота проводился на газоанализаторах ОПТОГАЗ-500.3 и ГИАМ-14.

### Результаты и их обсуждение

Катализаторы с составом активной фазы  $\text{Pd-Mo}/\text{Al}_2\text{O}_3$  испытывали в присутствии 10%  $\text{O}_2$  (об.) в газовой смеси. Активность цеолит-содержащих катализаторов измеряли в присутствии 5%  $\text{O}_2$  (об.), процентное содержание активной фазы было также одинаковым на всех цеолитсодержащих катализаторах. Сравнение  $\text{Pd-Mo}$ -катализаторов на носителе  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , модифицированном добавками оксидов церия, лантана, циркония, железа и титана (табл.1) показывает, что состав носителя



оказывает существенное влияние на каталитические свойства нанесенного активного вещества. При температуре 573 К добавка церия увеличивает степень превращения  $\text{NO}_x$ , по сравнению с  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , от 10,0 до 42,0 % и от 11,0 до 42,0% при 623 К. В присутствии циркония  $\alpha\text{-NO}_x$  при этих же температурах возрастает до 58,0 и 52,0%, соответственно. Меньшее влияние на активность оказывают добавки  $\text{La}^{3+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  при 623 К  $\alpha\text{-NO}_x$  на катализаторах с этими добавками составляет 17,0% и 26,0%. Введение  $\text{Ti}^{4+}$  в состав носителя этой серии катализаторов увеличивает температурный диапазон работы от 623 до 773 К, хотя значительного увеличения активности не наблюдалось.

Таблица 1- Влияние природы и состава вторичного носителя металлического блока на активность оксидных систем в реакции  $\text{NO}_x + \text{C}_3\text{H}_6 + \text{O}_2 (0,05\text{NO}_x + 0,05\text{C}_3\text{H}_6 + \text{O}_2 + \text{Ar}; V = 24.000\text{r}^{-1})$

Катализатор	Содержание $\text{O}_2$ , об. %	Конверсия $\text{NO}_x$ , % при различных температурах				
		523 К	623 К	673 К	723 К	773 К
Pd-Mo/ $\text{Al}_2\text{O}_3$	10,0	20,0	10,0	11,0	10,0	5,0-8,0
PdMo/ $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2$	10,0	19,4	40,0	32,0	12,0	14,0
PdMo/ $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2$	10,0	22,5	58,0	52,0	34,0	8,4
PdMo/ $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3$	1,00	18,0	38,0	17,0	14,0	-
PdMo/ $\text{Fe}_2\text{O}_3$	10,0	10,0	18,0	26,0	20,0	10,0
Pd/Mo+ $\text{TiO}_2$	10,0	10,0	15,0	30,0	39,0	50,0
PtCu/NaY	5,0	3,0	10,0	21,0	25,0	40,0
PtCu/HY	5,0	18,5	25,6	52,0	68,0	100
PtCu/ZSM	5,0	4,0-5,0	15,6	44,0	69,0	100
PtCu/HZSM	5,0	10,2	32,0	53,0	70,5	-
FeMn/ $\text{Al}_2\text{O}_3$	7,5	5,0	13,0	16,0	24,0	39,0
FeMn/ $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$	7,5	29,0	31,0	36,0	49,0	55,0
CoMn/ $\text{Al}_2\text{O}_3$	7,5	15,0	36,0	18,0	29,6	-
CoMn/ $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$	7,5	34,0	22,0	28,0	41,0	33,8
CoMnPt/ $\text{Al}_2\text{O}_3$	7,5	5,0	16,0	21,6	33,0	43,0
CoMnPt/ $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$	7,5	5,0	12,0	15,0	20,0	8,0

Увеличение активности Pd-Mo катализаторов в реакции  $\text{NO} + \text{C}_3\text{H}_6 + \text{O}_2$  в результате модифицирования носителя можно, по-видимому, объяснить влиянием кислотных поверхностных OH-центров, увеличение силы и концентрации которых способствует ускорению лимитирующей стадии процесса- активации углеводорода. Кислотность поверхности катализатора существенно увеличивается при введении в состав носителя высокозарядных катионов  $\text{Ce}^{4+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Zr}^{4+}$ ,  $\text{La}^{3+}$ ,  $\text{Mo}^{5+}$  и др. Каталитически активными могут быть не только сами высокозарядные катионы, доступные для реагирующих веществ, но и центры, которые они могут генерировать. Более низкая активность Pd-Mo на оксиде алюминия с добавкой  $\text{Fe}^{3+}$ , вероятно, обусловлена его более низкими кислотными свойствами, по сравнению с оксидом молибдена, входящим в состав активной фазы, в результате чего понижается общая кислотность поверхности катализатора. Общим для Pt-Cu-катализаторов на цеолитсодержащих носителях было отсутствие снижения конверсии оксидов азота в области высоких температур (673-773 К), т.е. не наблюдалось характерного для этой реакции куполообразного хода зависимости степени превращения  $\text{NO}_x$  от температуры. Иными словами, не наблюдалось отрицательного влияния кислорода в высокотемпературной области. Катализаторы на носителе на основе  $\text{H}^+$ -формы цеолитов NaY и ZSM-5 были более активными в реакции восстановления оксида азота пропиленом, чем на носителе на основе  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Так,  $\alpha\text{-NO}_x$  на катализаторе Pt-Cu/HY при 573 К составляла 25%, при 673 К- 68%, на Pt-Cu/ HZSM-5 при тех же температурах была равна 32 и 70,5%.

Изучены одно- и двух-компонентные системы на основе Fe и Ni. 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 которого составляла 80%. Нанесение активного компонента проводили с использованием метода пропитки по влагоемкости. Кислотные свойства исходных цеолитов и катализаторов на их основе изучали с использованием метода термопрограммированной десорбции аммиака (ТПД). При температуре до 523 К аммиак десорбируется со слабых кислотных центров, в интервале 523-723 К - с центров средней силы, при температурах более 723 К – с сильных кислотных центров.

Приготовленные никель и железо-содержащие катализаторы испытывались в реакции окисления углеводородов и восстановления оксида азота (Табл.2). 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 C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>. При 473 К степень превращения C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> на этом катализаторе составляет 35,8%, а полное превращение наблюдается при 573 К.

Степень превращения C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> при 573 К на катализаторах этой серии уменьшалась в ряду: Fe/NaY>Fe/ZSM-5>Fe/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Окисление пропилена на Ni-содержащих цеолитах происходило, по сравнению с Fe-содержащими блочными катализаторами, с более низкими степенями превращения: 100%-ное превращение C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> наблюдалось на Ni/HY образце только при 773 К. Другие образцы катализаторов на основе Ni были менее активными и степень превращения C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> 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.

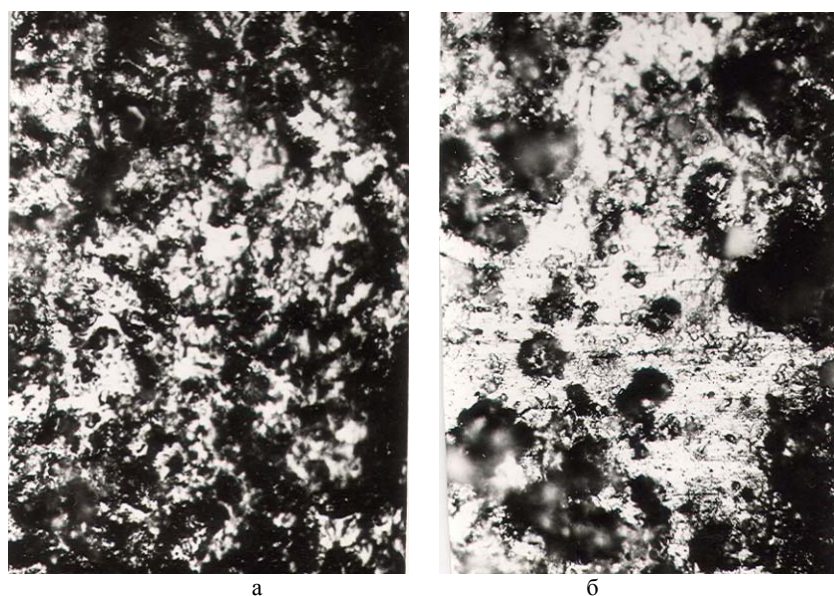
Из двух-компонентных систем в реакции восстановления оксида азота пропиленом в присутствии кислорода изучены Ni+Pt, Fe+Pt- катализаторы (Табл.2). Для Ni+Pt/HY катализатора максимальная степень превращения NO достигалась при 673 К, для образца с добавкой NaY полное превращение NO наблюдалось только при 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.

Таблица 2 - Влияние промотирующих добавок на степень восстановления оксида азота пропиленом в присутствии кислорода -350-600 ppm. Объемная скорость – 25·10<sup>3</sup>ч<sup>-1</sup>, концентрация NO-220-400 ppm, концентрация C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>-500-700 ppm

Катализатор	Содержание O <sub>2</sub> , % об.	Степень превращения при T,К								Концентрация CO, ppm при T,К			
		NO, %				C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> ,%				473	573	673	773
		473	573	673	773	473	573	673	773				
Fe/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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

Приготовленные никель и железо-содержащие 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%.

Образцы катализаторов исследовались при помощи электронного микроскопа ЭМ-125К методом одноступенчатых реплик. В образце с Pt наблюдаются небольшие скопления плотных частиц, которые не срастаются в агрегаты и рассредоточены по поверхности носителя. Размеры частиц составляют, преимущественно, 10 нм, реже 5 нм и 9 нм (Рис.2, а). В образце с Pd наблюдаются отдельные разрозненные плотные частицы размером 12 нм-15 нм (Рис.2, б). Исследование Pt и Pd-содержащих катализаторов методом РФА показало рассеяние рентгеновских лучей, что подтверждает высокую дисперсность катализаторов, полученных путем термического разложения металлоорганических комплексов.



а- Наноразмерные частицы платины, б- наноразмерные частицы палладия

Рисунок 2 - ЭМ - фотографии для катализаторов на основе благородных металлов

Физико-химические исследования катализаторов на основе неблагородных металлов проводились методом рентгенофазового анализа на рентгеновском дифрактометре ДРОН-4-0.7 с медным анодом. Образцы для исследования готовились путем механического разрушения катализатора, нанесенного на блочный металлический носитель. Осыпавшаяся часть катализатора измельчалась в агатовой ступке до 100 мкм и использовалась для исследования методом РФА. Установлено, что оксидные катализаторы представляют собой шпинель с кубической решеткой  $\text{NiMnO}_4$  с рефлексами  $2\text{Å}$ ,  $52\text{Å}$ ,  $148\text{Å}$ ,  $203\text{Å}$ . Имеются также малоинтенсивные рефлексы  $\text{CeO}_2(308\text{Å})$  и оксида алюминия ( $160\text{Å}$ ,  $256\text{Å}$ ). Проведенные исследования носителей и катализаторов методом РФА показали образование структуры  $\text{TiO}_2$ -анатаз, рефлексы  $3,52$ ;  $1,89$ ;  $2,38 \text{Å}$ . Носитель на основе  $\text{V}_2\text{O}_5\text{-WO}_3$ - рефлексы  $4,38$ ,  $3,4$ ,  $2,8 \text{Å}$ , имеет орторомбическую решетку. У активной фазы NiO- кристаллическая решетка не сформировалась. Катализаторы на основе неблагородных металлов были исследованы с помощью электронного микроскопа на приборе ЭМ-125М методом одноступенчатых реплик. На никель-ванадий-вольфрамовом образце наблюдаются скопления плотных частиц, которые не срастаются в агрегаты и рассредоточены на поверхности носителя. Размеры частиц составляют преимущественно 20-15 нм.

С использованием ТПД аммиака изучены кислотные свойства приготовленных катализаторов. Так, например, установлено, что катализаторы на основе  $\text{Pt/Ni-Mn/Al}_2\text{O}_3$  характеризуются наибольшей концентрацией сильных кислотных центров ( $280 \text{ мкмоль/г}$ ), у  $\text{Pd/Ni-Mn/Al}_2\text{O}_3$  катализатора наибольшая концентрация слабых кислотных центров -  $250 \text{ мкмоль/г}$ . В Таблице 3 приведены характеристики катализаторов на основе Pt и Pd, полученные с использованием метода ТПД  $\text{NH}_3$ . Как следует из представленных в Таблице 4 данных, суммарная концентрация кислотных центров Pt- и Pd-катализаторов, промотированных оксидами никеля и марганца, выше, чем в исходных алюмо-платиновых и палладиевых катализаторах.

Таблица 4 - Пористая структура и кислотные свойства Pt- и Pd-катализаторов

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

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

### Выводы

Приготовлены и испытаны одно- и двух-компонентные в каталитические системы на основе различных металлов на металлических носителях с сотовой структурой каналов для обезвреживания токсичных газов автотранспорта. Изучено влияние природы цеолитов, вводимых в состав вторичного носителя и промотирующих добавок переходных металлов на активность и свойства блочных катализаторов в реакции NO<sub>x</sub>+C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>+O<sub>2</sub>. Степень превращения NO<sub>x</sub> в изученных условиях на синтезированных одно и двух-компонентных системах достигала 80,5-100%, углеводородов-от 70 до 100%. В большинстве случаев была достигнута полная конверсия СО. Катализаторы исследованы комплексом физико-химических методов исследования. Определены кислотные свойства исходных цеолитов и катализаторов на их основе.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Trimm D.H. Catalytic Combustion (Review) // Appl.Catalysis.- 7.-1983.- P.249-282.
- [2] Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-1999. U.S. Environmental Protection Agency, 8 April 15, 2001, Washington, DC, USA.
- [3] Иноземцев В.Л. Кризис Киотских соглашений и проблема глобального потепления климата // Природа.-2001.- №1.- С.20-29.
- [4] Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. – М.: Высшая школа, 2001. – 273 с.
- [5] Global change of climate. Kazakhstan: the steps to the Kyoto protocol. Project 70-242 TESIS. Astana, 2006.
- [6] Kopal I., Kimura K., Ohno Yu., Horino H., Rzeznicka I., Matsushima T. Nitrogen emission process in the decomposition on nitrogen oxides on Pd (110), an angular and velocity distribution study // 12<sup>th</sup> International Congress on Catalysis, Granada, 2000, July 9-14, Proceedings. Pt.B.Amsterdam etc. Elsevier, 2000, P.1337-1342.
- [7] Александров Ю.А., Ивановская К.Е., Ворожейкин И.А. Сопряженное окисление оксида углерода и восстановление оксида азота на Pt-содержащем керамическом катализаторе с модифицирующими добавками // Ж.прикл.хим., 2003, Т.76, №8, С.1298-1301.
- [8] Burke N.R., Trimm P.L., Howe R. Cold start vehicle emission control using trapping and catalyst technology. Proceedings. Pt.B. 12<sup>th</sup> Int.Congress on Catalysis, Granada, 2000, July 9-14: Elsevier 2000, P.1451-1456.
- [9] Gryaznov V., Serov Ju. Greenhouse gases and emissions control by new catalysts free of presious metals. Proceedings. Pt.B. 12<sup>th</sup> Int.Congress on Catalysis, Granada, 2000, July 9-14: Elsevier 2000, P.1583-1588.
- [10] Haggin I. Catalyst cuts nitrogen oxides using methane // Chem. & Eng. News.-1993.-Vol.71, No.15. -P. 34-36.
- [11] Крылов О.В., Третьяков В.Ф. Каталитическая очистка выхлопных газов автомобильного транспорта // Катализ в промышленности.-2007.-№4.- С.44-54.
- [12] Zhenjin K., Zhenchuan K. Quaternary Oxide of Cerium, Terbium, Praseodymium and Zirconium for Three-Way Catalysts // Journal of Rare Earths.-2006.-Vol.24.-P.314 – 319.
- [13] Karakas G., Mitome-Watson J., Ozkan U. In situ DRIFTS characterization of wet-impregnated and sol-gel Pd/TiO<sub>2</sub> for NO reduction with CH<sub>4</sub> // Catal. Commun. - 2002. – Vol.3, No.5. – P.199-206.
- [14] Silva R., Cataluña R., Martínez-Arias A. Selective catalytic reduction of NO<sub>x</sub> using propene and ethanol over catalysts of Ag/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> prepared by microemulsion and promotional effect of hydrogen // Catalysis Today.-2009.-Vol.-143, No.3-4.-P. 242-246.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] Sassykova L.R., Ussenov A., Massenova A.T., Gilmundinov 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.

[19] 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.)

[20] 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.

## REFERENCES

- [1] Trimm D.H. Catalytic Combustion (Review), *Appl. Catalysis*, 7, 1983, 249-282. (In Eng.)
- [2] 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.)
- [3] Inozemtsev V.L. *Priroda*, 2001, 1, 20-29 (In Russ.).
- [4] Lukanin V.N., Trofimenko Y.V. Industrial and transport ecology. M.: Visshay shkola, 2001, 273 p. (In Rus).
- [5] Global change of climate. Kazakhstan: the steps to the Kyoto protocol. Project 70-242 *TASIS*. Astana, 2006. (In Russ.).
- [6] Kobal I., Kimura K., Ohno Yu., Horino H., Rzeznicka I., Matsushima T., *12<sup>th</sup> International Congress on Catalysis*, Granada, 2000, July 9-14, Proceedings. Pt. B. Amsterdam etc., Elsevier, 2000, 1337-1342. (In Eng.).
- [7] Alexandrov Yu.A., Ivanovskaya K.E., Vorozheykin I.A., *Journ. of Appl. Chem.*, 2003, 76, 8, 1298-1301. (In Russ.).
- [8] Burke N.R., Trimm P.L., Howe R., Proceedings, *12<sup>th</sup> International Congress on Catalysis*, Pt.B., Granada, 2000, July 9-14 Proceedings. Pt. B. Amsterdam etc., Elsevier 2000, 1451-1456. (In Eng.).
- [9] Gryaznov V., Serov Ju., *12<sup>th</sup> Int. Congress on Catalysis*, Proceedings. Pt.B., Granada, Elsevier, 2000, P.1583-1588. (In Eng.)
- [10] Haggin I., *Chem. & Eng. News.*, 1993, Vol.71, 15, P. 34-36. (In Eng.)
- [11] Krylov O.V., Tretyakov V.Ph., *Catalysis in Industry*, 4, 2007, P.44-54. (In Russ.).
- [12] Zhenjin K., Zhenchuan K., *Journal of Rare Earths*, 2006, Vol.24, P.314 – 319. (In Eng.)
- [13] Karakas G., Mitome-Watson J., Ozkan U., *Catal. Commun.*, 2002, Vol.3, 5, P.199-206. (In Eng.)
- [14] Silva R., Cataluña R., Martínez-Arias A., *Catalysis Today*, 2009, Vol., 143, 3-4, P. 242-246. (In Eng.)
- [15] 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.).
- [16] 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.)
- [17] 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.)
- [18] 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.)
- [19] 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.)
- [20] 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.)

Л.Р. Сасыкова<sup>1,2</sup>, А.М. Налибаева<sup>1</sup>, И.О. Богданова<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

## АЗОТ ОКСИДІН КӨМІРСУТЕКТЕРДІҢ КӨМЕГІМЕН ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРУҒА АРНАЛҒАН МЕТАЛЛ БЛОКТЫ ТАСЫМАЛДАУШЫЛАР НЕГІЗІНДЕГІ ЦЕОЛИТ-ҚҰРАМДАС КАТАЛИТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР

**Аннотация.** Автокөліктің токсинді газдарын залалсыздандыруға арналған әр түрлі металдардың және каналдары көрез құрылымды металл тасымалдаушылар негізіндегі катализаторлар дайындалды. Екінші реттік тасымалдаушылардың құрамына енгізілетін цеолиттердің табиғаты мен аралық металдардың промоутерленген коспасының  $\text{NO}_x + \text{C}_3\text{H}_6 + \text{O}_2$  реакциясындағы блоктық катализаторлардың белсенділігі мен қасиеттеріне әсері зерттелді. Тасымалдаушыты  $\text{Ce}^{4+}$ ,  $\text{Zr}^{4+}$  катиондарымен модификацияландырғанда Pd-Mo катализаторының белсенділігі бірнеше есе артты. Титан оксидінің екінші реттік тасымалдаушыға енгізілуі азот оксидінің пропиленнің көмегімен тотықсыздану дәрежесін едәуір арттырды. Ең жоғары белсенділікті NaY цеолитпен модификацияланған Fe-құрамдас катализатор көрсетті. Зерттелген жағдайларда  $\text{NO}_x$  айналу дәрежесі синтезделген бір және екі компонентті жүйелерде 80,5-100%, көмірсутектерде - 70%-дан 100%-ға дейін жетті. Көп жағдайда CO-ның толық конверсиясы қол жеткізілді.

**Түйін сөздер:** катализатор, 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 $\text{CO}_2$ немесе $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ 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. $\text{NdNaFeCrMnO}_{6,5}$ 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 $\text{Cu}$ (II) және $\text{Fe}$ (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 $\text{CO}_2$ –нің гидрленуі.....	211



## СОДЕРЖАНИЕ

Нурмаканов Е.Е., McCue A.J., Anderson J.A., Иткуллова Ш.С., Кусанова Ш.К. Конверсия метана диоксидом углерода или $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ на Со-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 н-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 $\text{NdNaFeCrMnO}_{6.5}$ .....	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 $\text{Cu}$ (II) и $\text{Fe}$ (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 $\text{CO}_2$ на биметаллических Со-Мо/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ катализаторах.....	211

CONTENTS

<i>Nurmakanov Y.Y., McCue A.J., Anderson J.A., Itkulova S.S., Kussanova S.K.</i> Methane reforming by CO <sub>2</sub> or CO <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> 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 <sub>6,5</sub> .....	74
<i>Akhmetkarimova Zh.S., Muldakhmetov Z.M., Ordabaeva A.T., Baikenov M.I., Bogzhanova Zh.K., Eskendyyrov T.R.</i> Equilibrium kinetic analysis of poly aromatic mixture anthracene and benzothiophene.....	79
<i>Alimzhanova M.B.</i> Screening of volatile organic pollutants in water of Almaty Lake-settler by SPME-GC-MS.....	85
<i>Bayeshov A.B., Yegeubayeva S.S., Kadirbayeva A.S., Bayeshova A.K.</i> Electrochemical behavior of the nickel electrode during polarization of the anodic pulse current in the phosphoric acid solution.....	93
<i>Bektenov N.A., Samoilov N.A., Sadykov K.A., Baidullaeva A.K., Abdraliyeva G.E.</i> Sorption Cu (II) and Fe (II) IONS new phosphorus-containing ion exchanger based on fuel oil and epoxyacrylates.....	99
<i>Zakarina N.A., Akurpekova A.K., Dalekhanuly O.</i> Stability of Pt-catalyst applied on aluminium pillared montmorillonite in N-hexane isomerization.....	104
<i>Rakhmetova K.S., Sassykova L.R., Gil'mundinov Sh.A., Nurakhmetova M.S., Berdibekova M.A., Kalykberdiyev M.K., Massenova A.T., Basheva Zh.T.</i> Catalysts on block metal carriers for neutralization of toxic emissions of motor transport and furnaces of oil heating.....	111
<i>Sassykova L.R., Nalibayeva A., Gil'mundinov Sh.A.</i> Synthesis and tests of catalysts on metal blocks for cleaning of exhaust gases in real service conditions.....	118
<i>Sassykova L.R., Kalykberdiyev M.K., Basheva Zh.T., Massenova A.T.</i> Liquid phase hydrogenation of gasoline fractions at elevated pressure.....	126
<i>Sassykova L.R., Nurakhmetova M.S., Gil'mundinov Sh.A., Zhumakanova A.S., Rakhmetova K.S., Kalykberdiyev M.K., Basheva Zh.T., Massenova A.T.</i> Catalytic synthesis of additives and ecologically pure fuel.....	135
<i>Mamyrbekova A., Mamitova A., Tukibayeva A., Parimbek P., Mamyrbekova A.</i> Production of copper powders from water-dimethylsulphoxide electrolytes.....	144
<i>Mamyrbekova A., Mamitova A., Tukibayeva A., Parimbek P., Mamyrbekova A.</i> Purity of electrolytic reduction in metal depending on the state of its ions in the electrolyte.....	152
<i>Tungatarova S.A., Baizhumanova T.S., Zheksenbaeva Z.T., Abdikhalykov D.B., Zhumabek M., Kassymkan K., Sarsenova R.</i> Oxidation of Light Alkanes into Hydrogen and Hydrogen-containing Mixture.....	157
<i>Bekturganova N., Kerimkulova M., Tleuova A., Sharipova A., Aidarova S.</i> Purification of waste water in Auezov district, Almaty, with the help of the Kazakhstan adsorbents.....	168
<i>Sassykova L.R., Nalibayeva A., Bogdanova I.O.</i> Zeolite-containing catalytic systems on the metal block carriers for reduction of nitrogen oxide by hydrocarbons.....	177
<i>Sassykova L.R., Nalibayeva A.</i> Development of catalytic systems on metal block carriers for oxidation of hydrocarbons and reduction of nitrogen oxide.....	186
<i>Statsjuk V.N., Sultanbek U., Fogel L.A.</i> Effect of hydroxylamine on phosphating iron in sulphate solution.....	194
<i>Seilkhanova G.A., Kurbatov A.P., Berezovski A.V., Ussipbekova E.Zh., Nauryzbayev M.K.</i> Features of the electrochemical deposition and dissolution of thallium oxide (III).....	200
<i>Kasenova S.B., Mukusheva G.K., Baysarov G.M., Kasenov B.K., Sagintaeva J.I., Adekenov S.M., Hasenova R.Zh.</i> Thermodynamic properties derivatives of flavonoids cirsilineol, artemisetine.....	206
<i>Kussanova S.K., Kustov L.M., Itkulova S.S., Tumabayeva A.I., Boleubayev Y.A., Shapovalov A.A.</i> CO <sub>2</sub> hydrogenation over bimetallic Co-Mo/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 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](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.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.