

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**

2 (422)

**НАУРЫЗ – СӘУІР 2017 Ж.
МАРТ – АПРЕЛЬ 2017 г.
MARCH – APRIL 2017**

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

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

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

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

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Ағабеков В.Е. проф., академик (Белорус)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Ресей)
Газалиев А.М. проф., академик (Қазақстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Қазақстан)
Жармағамбетова А.К. проф. (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Қырғыстан)
Итқулова Ш.С. проф. (Қазақстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Қазақстан)
Баешов А.Б. проф., 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)
Рахимов К.Д. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
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, 2017

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

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

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

Агабеков В.Е. проф., академик (Беларусь)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Россия)
Газалиев А.М. проф., академик (Казахстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Казахстан)
Жармагамбетова А.К. проф. (Казахстан), зам. гл. ред.
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Кыргызстан)
Иткулова Ш.С. проф. (Казахстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Казахстан)
Баешов А.Б. проф., 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)
Рахимов К.Д. проф. чл.-корр. (Казахстан)
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://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

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

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

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)
Rakhimov K.D. prof., corr. member (Kazakhstan)
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, 2017

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

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 1, Number 421 (2017), 91 – 98

UDC 665.632:544.47:544.344:547.52

A.V. Vosmerikov, B.T. Tuktin, L. N. Vosmerikova, N.N. Nurgaliyev, L.L. Korobitsyna¹D.V. Sokol'skii Institute of Fuel, Catalysis & Electrochemistry, Almaty, Kazakhstan;²Institute of Petroleum Chemistry, Russian Academy of Sciences Siberian Branch, Tomsk, Russia

E-mail: tuktin_balga@mail.ru

**CONVERSION OF GASEOUS HYDROCARBONS OVER
MODIFIED ZEOLITE CATALYST**

Annotation. The conversion of lower C₁-C₃ alkanes to aromatic hydrocarbons over zeolite catalysts modified with Mo, Zn, La has been investigated and their resistance to deactivation has been studied. Shown that these catalysts exhibit different activity and stability in the tested process, the process parameters essentially depend on the molecular weight of used hydrocarbon in the normal reaction. The method of temperature programmed desorption of ammonia studied the acidic properties of the catalysts and found the difference in the distribution of acid sites on the strength and concentration.

Key words: methane, ethane, propane, aromatic hydrocarbons, zeolite, conversion, activity, selectivity, stability

**А. В. Восмери́ков², Б. Т. Туктин¹, Л. Н. Восмери́кова²,
Н. Н. Нурга́лиев¹, Л. Л. Кори́бицына²**¹АО Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан;²Институт химии нефти СО РАН, Томск, Россия**ПРЕВРАЩЕНИЕ ГАЗООБРАЗНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ
НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ
КАТАЛИЗАТОРАХ**

Аннотация. Исследована конверсия низших алканов C₁-C₃ в ароматические углеводороды на цеолитсодержащих катализаторах, модифицированных Mo, Zn и La, и оценена их устойчивость к дезактивации. Показано, что полученные катализаторы проявляют различную активность и стабильность в исследуемом процессе, причем показатели процесса существенно зависят от молекулярной массы используемого в реакции нормального углеводорода. Методом термопрограммированной десорбции аммиака изучены кислотные свойства катализаторов и установлено отличие в распределении их кислотных центров по силе и концентрации.

Ключевые слова: метан, этан, пропан, ароматические углеводороды, цеолит, конверсия, активность, селективность, стабильность

Введение. Создание новых катализаторов и разработка технологий с их использованием для получения ценных химических продуктов из природного и попутных нефтяных газов, широкой фракции легких углеводородов и отходящих нефтезаводских газов является одним из основных направлений развития современной газопереработки и газохимии. Основными компонентами указанных видов углеводородного сырья являются низкомолекулярные парафины, которые в

настоящее время не находят квалифицированного применения из-за высокой термодинамической устойчивости их молекул и используются в качестве химического сырья лишь в небольшом числе технологических процессов. Все промышленные процессы получения продуктов нефтехимического синтеза из попутных и сжиженных нефтяных газов характеризуются высокими энергетическими и материальными затратами. Они сложны и, зачастую, малорентабельны вследствие большого количества стадий и низкого выхода целевого продукта. Одним из перспективных направлений использования газообразных углеводородов является получение из них ароматических соединений в присутствии катализаторов. Это довольно сложный процесс и для его осуществления необходимо использовать катализаторы, обладающие бифункциональными свойствами, среди которых повышенный интерес вызывают высококремнеземные цеолиты типа ZSM-5, модифицированные активными металлическими компонентами [1-5]. Сочетание в них уникальных структурных и кислотных свойств пентасилов с дегидрирующей способностью промотирующих металлов позволяет получать с высокой селективностью легкие ароматические углеводороды [6-9]. Ароматизация низкомолекулярных парафинов позволяет решить две важные задачи – получение дополнительного количества высокооктановых компонентов моторного топлива и индивидуальных ароматических углеводородов для нефтехимического синтеза, а также вовлечение в химическую переработку попутных нефтяных газов, что приведет к существенному улучшению экологической обстановки в районах нефтегазодобычи. В данной статье приводятся результаты по изучению закономерностей превращения индивидуальных алканов C_1-C_3 в ароматические углеводороды на модифицированных цеолитсодержащих катализаторах.

Экспериментальная часть

Приготовление модифицированных цеолитсодержащих катализаторов 5%Mo-2%Zn/ZSM-5/ Al_2O_3 (КПМ-16) и 5%Mo-2%La/ZSM-5/ Al_2O_3 (КПМ-19) проводили методом пропитки смеси цеолита и гидроксида алюминия водными растворами солей цинка, молибдена и лантана. После формования катализаторов проводилась сушка их гранул при температуре 150 °С в течение 12 ч и прокаливание при 550 °С в течение 6 ч.

Исследование каталитической активности и стабильности полученных цеолитсодержащих катализаторов осуществляли в процессах превращения метана, этана и пропана в ароматические углеводороды (Ару).

Неокислительную конверсию метана (степень чистоты 99,99% об.) проводили в установке проточного типа при температуре 750 °С и атмосферном давлении. Образец катализатора ($V = 1,0 \text{ см}^3$) помещали в трубчатый реактор, выполненный из кварцевого стекла, диаметром 12 мм. Перед началом реакции катализатор нагревали в токе гелия до 750 °С, выдерживали при этой температуре в течение 20 мин, после чего начинали подавать метан с объемной скоростью 1000 ч^{-1} . Продукты реакции анализировали методом газовой хроматографии, подробное описание методики проведения экспериментов приведено в работе [10].

Испытания катализаторов в процессах превращения этана (степень чистоты 99,84% об.) и пропана (степень чистоты 99,95% об.) проводили в установке проточного типа с неподвижным слоем катализатора ($V = 3 \text{ см}^3$) при атмосферном давлении, температуре реакции 450-650 °С и объемной скорости подачи исходного сырья 500 ч^{-1} . Продукты реакции анализировали методом ГЖХ с использованием хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000.2». Для определения состава жидкой фазы использовали капиллярную колонку BP-1 PONA (100 м x 0,25 мм x 0,5 мкм), а для определения состава газовой фазы – капиллярную GS-Gas-Pro (60 м x 0,32 мм) и набивную Carbosieve S-II (4 м x 2 мм, 60/80 меш) колонки.

Для оценки каталитической активности исследуемых образцов определяли степень превращения исходного углеводородного сырья, а также рассчитывали выход и селективность образования газообразных и жидких продуктов реакции.

Кислотные свойства цеолитсодержащих катализаторов исследовали методом термопрограммированной десорбции (ТПД) аммиака по методике, описанной в работе [11]. Силу кислотных центров катализаторов оценивали по температурным максимумам на термодесорбционных кривых, а их концентрацию определяли по количеству аммиака, десорбирующегося в момент фиксации десорбционных пиков, и выражали в мкмольях на 1 г катализатора.

Результаты и их обсуждение

Углеводородный состав исходной газовой смеси оказывает существенное влияние на показатели процесса её превращения в ароматические соединения. В связи с этим проведены исследования по изучению закономерностей превращения индивидуальных компонентов этой газообразной смеси на цеолитсодержащих катализаторах КПМ-16 и КПМ-19.

Исследования влияния химического состава полученных образцов на их каталитические свойства в процессе неокислительной конверсии метана показали, что наибольшей активностью обладает катализатор КПМ-19, содержащий в своем составе молибден и лантан. Максимальная конверсия (10,2%) на нем достигается за первые 20 мин работы катализатора (рис. 1а). В течение первых 60 мин работы катализатора КПМ-19 наблюдается наиболее резкое снижение конверсии метана, после чего скорость её падения замедляется. Катализатор КПМ-16 проявляет гораздо меньшую активность в данном процессе. В исследуемом временном интервале конверсия метана изменяется от 4,9 (20 мин) до 0,9% (140 мин). Наибольшее количество ароматических углеводородов образуется на катализаторе КПМ-19 (8,1%) в первые 20 мин работы катализатора (рис. 1б). За 60 мин реакции наблюдается резкое снижение концентрации ароматических углеводородов (до 2,9%) в продуктах, а затем скорость снижения образования ароматических углеводородов замедляется. На катализаторе КПМ-16 образуется существенно меньше ароматических углеводородов – максимальный их выход составляет около 4% за 20 мин его работы.

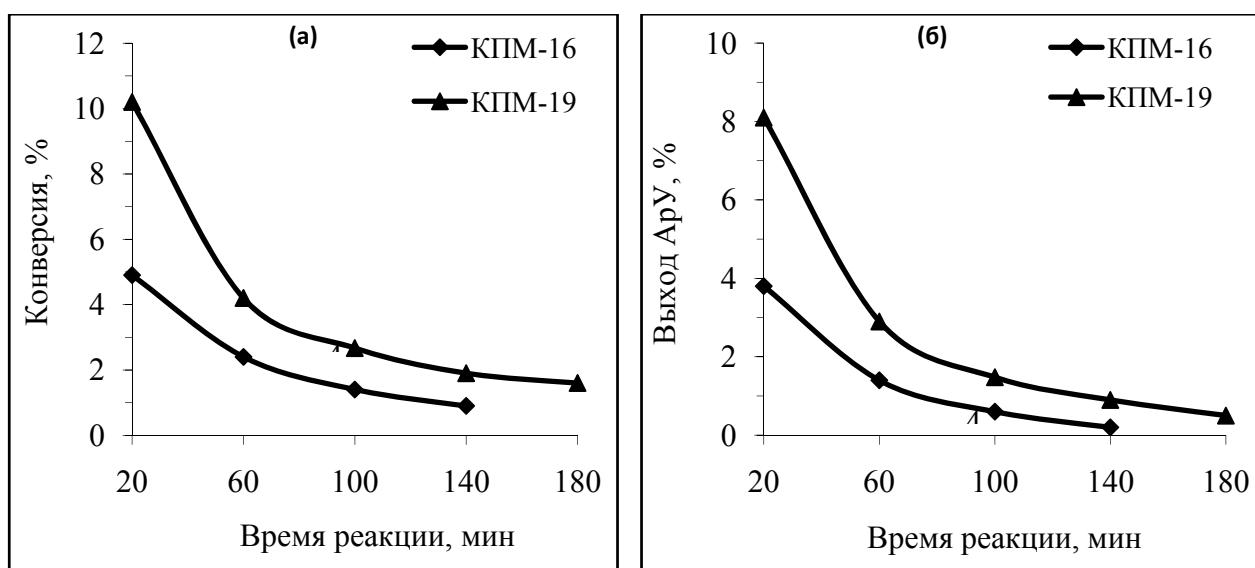


Рисунок 1 - Изменение конверсии (а) и выхода ароматических углеводородов (б) со временем работы катализаторов в процессе превращения метана при 750 °С и 1000 ч⁻¹

На рис. 2 приведены сравнительные характеристики активности и селективности исследуемых катализаторов в процессе ароматизации этана при температуре реакции 650 °С и объемной скорости подачи сырья 500 ч⁻¹. Видно, что наибольшей активностью в данном процессе обладает катализатор КПМ-16 – конверсия этана и выход ароматических углеводородов на нем составляют соответственно 86,3 и 15,5%. Катализатор КПМ-19 проявляет более низкую активность в процессе превращения этана в ароматические углеводороды – конверсия этана на нем составляет всего 33,5%, а выход ароматических углеводородов – 8,3%, что соответственно в 2,6 и 1,9 раз меньше, чем для образца КПМ-16.

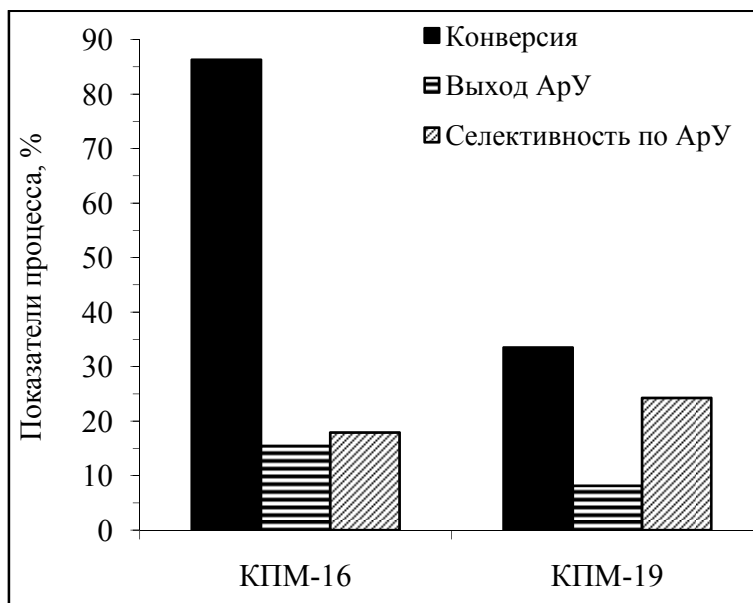


Рисунок 2 - Основные показатели процесса ароматизации этана на цеолитсодержащих катализаторах (T = 650 °C)

Данные по изменению степени превращения этана и выхода ароматических углеводородов со временем работы исследуемых катализаторов представлены на рис. 3. Видно, что конверсия этана и выход ароматических углеводородов в течение 240 мин работы катализатора KPM-19 изменяются незначительно, в то время как для образца KPM-16 наблюдается практически линейное снижение как конверсии этана, так и выхода ароматических углеводородов. Это можно объяснить более низкой первоначальной активностью образца KPM-19 в реакции ароматизации этана, что и приводит к плавному снижению его активности со временем работы.

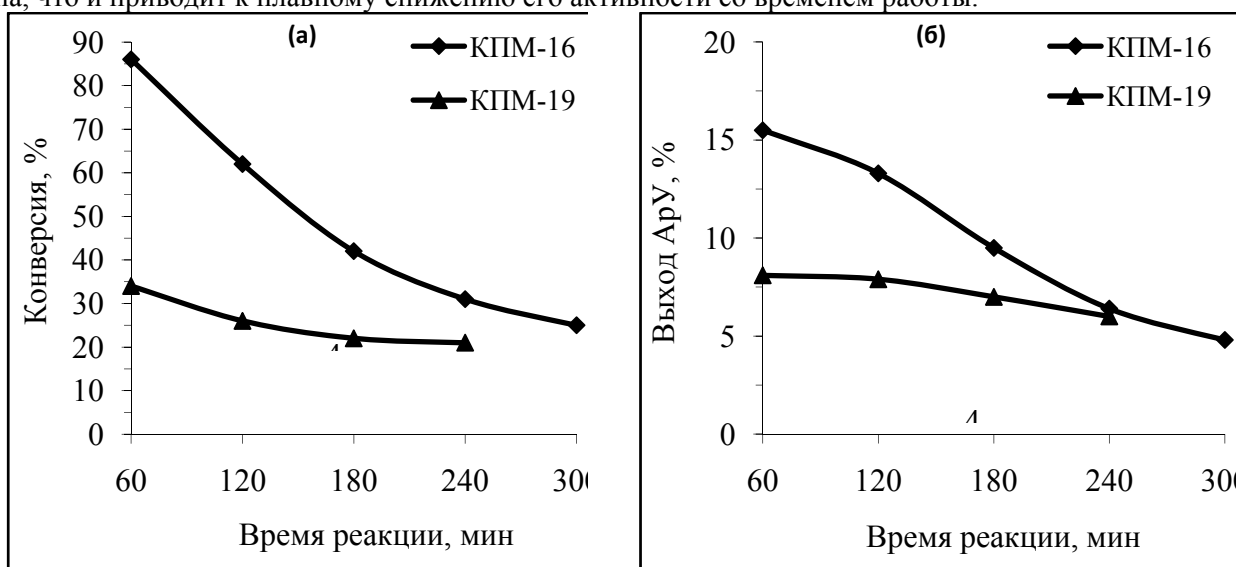


Рисунок 3 - Изменение конверсии (а) и выхода ароматических углеводородов (б), образующихся на цеолитсодержащих катализаторах, со временем их работы в процессе превращения этана (T = 650 °C)

Пропан подвергается каталитическому превращению в ароматические углеводороды при более низкой температуре по сравнению с этаном. Так, заметное превращение пропана на исследуемых катализаторах начинается уже при 450 °C, а при температуре реакции 550 °C и выше происходит образование ароматических углеводородов, состоящих преимущественно из бензола, толуола и ксилолов, в небольших количествах также образуются алкилбензолы C₉₊, нафталин и

алкилнафталины (табл. 1, рис. 4). Побочные продукты представлены газообразными углеводородами – метаном и этаном, в незначительном количестве присутствуют водород и олефины C_2-C_4 , а также непревращенный пропан. С ростом температуры процесса происходит увеличение степени превращения пропана и выхода ароматических углеводородов. При температуре реакции $600\text{ }^\circ\text{C}$ конверсия и выход ароматических углеводородов на образце КПМ-16 достигают соответственно 85 и 31,9%. Катализатор КПМ-19 характеризуется несколько более высокой общей активностью (оцениваемой по степени превращения пропана), но при этом он проявляет более низкую ароматизирующую активность.

Таблица 1 - Показатели процесса ароматизации пропана на катализаторах КПМ-16 и КПМ-19

Катализатор	T, °C	X, %	A, %	Селективность образования продуктов, % мас.				
				H ₂	CH ₄	Алканы C ₂ -C ₅	Алкены C ₂ -C ₄	Арены
КПМ-16	450	11	1,9	7,8	15,6	43,8	15,3	17,5
	500	33	5,9	6,9	21,8	42,5	10,8	18,0
	550	80	29,8	4,2	20,4	32,7	5,4	37,3
	600	85	31,9	3,9	26,8	32,9	3,2	33,2
КПМ-19	450	17	0,9	1,9	18,8	60,3	13,4	5,6
	500	35	3,1	3,3	30,1	42,1	15,6	8,9
	550	68	22,2	2,8	33,9	19,4	11,2	32,7
	600	90	31,7	3,4	37,9	13,7	9,6	35,4

Примечание. T – температура; X – конверсия; A – выход ароматических углеводородов.

На рис. 4 приведены данные по составу жидких продуктов превращения пропана на исследуемых цеолитсодержащих катализаторах. Можно отметить, что на обоих катализаторах образуется достаточно большое количество моноциклических ароматических углеводородов (бензола, толуола, ксилолов), суммарная доля которых в жидком продукте превышает 65%. Заметно меньше нафталина и его производных получается на катализаторе КПМ-19. Таким образом, введение в состав Мо-содержащих цеолитных катализаторов цинка и лантана приводит к получению образцов, отличающихся по своим каталитическим свойствам.

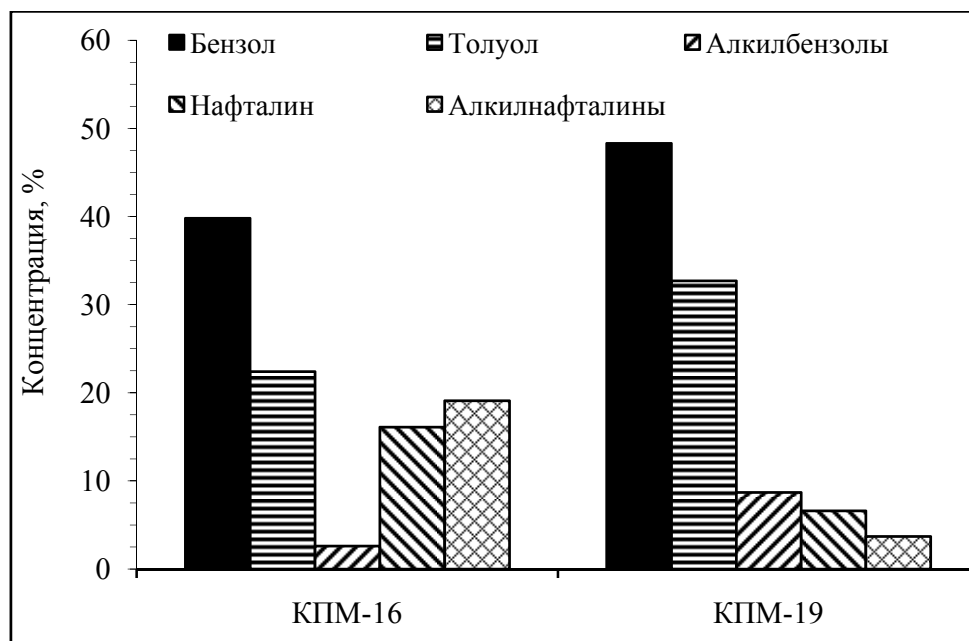


Рисунок 4 - Состав жидких продуктов превращения пропана на цеолитсодержащих катализаторах (T = 600 °C)

Результаты исследования стабильности работы катализаторов в процессе ароматизации пропана представлены в табл. 2. Для образца КПМ-16 наблюдается резкое снижение как общей,

так и ароматизирующей активности со временем его работы. Так, конверсия пропана после 240 мин работы катализатора составила 33,0%, что почти в 3 раза меньше, чем в начале процесса, а выход ароматических углеводородов уменьшается почти в 4 раза. Катализатор КПМ-19 проявляет относительную стабильность работы в течение первых 120 мин, а затем в течение последующих 180 мин работы происходит снижение степени превращения исходного сырья с 78,3 до 35,4%, в то время как селективность образования ароматических углеводородов снижается незначительно – всего на 3,3%.

Таблица 2 - Изменение каталитических свойств образцов КПМ-16 и КПМ-19 в процессе ароматизации пропана со временем их работы ($T = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Катализатор	Время реакции, мин				
	60	120	180	240	300
	Конверсия, %				
КПМ-16	96,9	81,2	51,3	33,0	–
КПМ-19	87,7	78,3	65,8	53,4	42,9
	Выход АрУ, %				
КПМ-16	32,0	30,9	19,1	8,6	–
КПМ-19	30,5	26,9	17,7	15,4	13,3
	Селективность АрУ, %				
КПМ-16	33,0	38,0	37,2	26,1	–
КПМ-19	34,7	34,3	26,8	28,8	31,0

Сравнение результатов, полученных при исследовании превращения индивидуальных газообразных углеводородов на цеолитсодержащих катализаторах КПМ-16 и КПМ-19, подтверждает выводы о том, что чем больше молекулярная масса исходного алкана, тем выше его реакционная способность и соответственно больше образуется при его каталитическом превращении целевого продукта за один проход сырья [12, 13].

Учитывая бифункциональную природу исследуемых катализаторов, обусловленную участием в реакции ароматизации низших алканов C_1 - C_3 как металлсодержащих активных центров, так и кислотных центров высококремнеземного цеолита, представляло интерес исследовать кислотные характеристики данных каталитических систем. Результаты исследования кислотных свойств цеолитсодержащих катализаторов представлены в табл. 3, из данных которой видно, что они имеют два типа кислотных центров – слабые и сильные, которым соответствуют температурные максимумы десорбции аммиака T_I и T_{II} на ТД-кривых. Катализаторы КПМ-16 и КПМ-19 содержат достаточно высокое количество кислотных центров – соответственно 853 и 999 мкмоль/г, при этом для обоих катализаторов характерно существенное преобладание слабых кислотных центров. Для образца КПМ-16 концентрация слабых кислотных центров составляет 732 мкмоль/г, очень близкое количество низкотемпературных центров содержит и катализатор КПМ-19 – 766 мкмоль/г. В то же время концентрация сильных кислотных центров для образца КПМ-16 на 112 мкмоль/г меньше, чем для катализатора КПМ-19, а их сила значительно выше. Можно также отметить, что сила низкотемпературных кислотных центров для образца КПМ-16 существенно выше, чем для катализатора КПМ-19.

Таблица 3 - Кислотные свойства катализаторов КПМ-16 и КПМ-19

Катализатор	$T_{\text{макс.}},\text{ }^{\circ}\text{C}$		Концентрация, мкмоль/г		
	T_I	T_{II}	C_I	C_{II}	C_{Σ}
КПМ-16	210	440	732	121	853
КПМ-19	175	420	766	233	999

Примечание. T_I , T_{II} – температуры максимумов низко- и высокотемпературных пиков на термодесорбционных кривых; C_I , C_{II} и C_{Σ} – концентрации слабых и сильных центров и их сумма, соответственно.

Таким образом, исследования кислотных свойств цеолитсодержащих катализаторов показали, что они отличаются друг от друга распределением и соотношением кислотных центров различной природы. Наиболее существенные отличия наблюдаются в концентрации высокотемпературных и силе кислотных центров обоих типов. Особенности в соотношении слабых и сильных кислотных центров исследуемых образцов сказываются на их каталитических свойствах в превращении газообразных углеводородов в ароматические углеводороды, так как определенные активные центры ответственны за протекание той или иной химической реакции.

Суммируя полученные результаты, можно отметить, что изученные цеолитсодержащие катализаторы проявляют относительно высокую активность и стабильность в процессе ароматизации алканов C₁-C₃, и наиболее эффективным в процессе неокислительной конверсии метана является цеолитсодержащий катализатор с добавкой молибдена и лантана, а в процессе ароматизации этана и пропана – катализатор, содержащий молибден и цинк. Показатели эффективности процесса ароматизации газообразных углеводородов на цеолитсодержащих катализаторах значительно повышаются при переходе от метана к пропану, при этом с ростом молекулярной массы предельного углеводорода снижается температура начала образования и достижения максимально возможного количества целевого продукта.

Источник финансирования исследований. Работа выполнена при частичном финансировании в рамках проектов 218/ГФ4 «Новая технология получения олефиновых и ароматических углеводородов из серосодержащих попутного и сжиженного нефтяного газов» и 220/ГФ4 «Комплексная безотходная каталитическая переработка тяжелых фракций нефти в моторные топлива и ароматические соединения» Комитета науки Министерства образования и науки Республика Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дергачев А.А., А.Л. Лapidус Каталитическая ароматизация низших алканов // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2008. – Т. LII. № 4. – С. 15-21.
- [2] Lunsford J. H. Catalytic conversion of methane to more useful chemicals and fuels: a challenge for the 21st century // Catalysis Today. – 2000. – Vol. 63. – P. 165-174.
- [3] Tushar V., Choudhary T.V., Aksoylu E. Nonoxidative activation of methane // Catalysis reviews. – 2003. – Vol. 45. – № 1. – P. 151-203.
- [4] Мамонов Н.А., Фадеева Е.В., Григорьев Д.А., Михайлов М.Н., Кустов Л.М., Алхимов С.А. Металлцеолитные катализаторы дегидроароматизации метана // Успехи химии. – 2013. – Т. 82. – № 6. – С. 567-585.
- [5] Восмерикова Л.Н., Барбашин Я.Е., Восмериков А.В. Каталитическая ароматизация этана на цеолитах различного структурного типа, модифицированных цинком // Нефтехимия. – 2014. – Т. 54. – № 6. – С. 430-435.
- [6] Восмерикова Л.Н., Восмериков А.В., Ечевский Г.В. Превращение природного газа в жидкие продукты на биметаллических цеолитных катализаторах // Химическая технология. – 2007. – Т. 8, № 12. – С. 554-558.
- [7] Ахметов А.Ф., Каратун О.Н. Модифицированные пентасилсодержащие катализаторы для ароматизации углеводородных газов // Химия и технология топлив и масел. – 2001. – № 5. – С. 33-36.
- [8] Хасанова Э.И., Назмиева И.Ф., Зиятдинов А.Ш., Салахов И.И., Копылов А.Ю. Изучение процесса ароматизации пропана на цеолитсодержащем катализаторе с различным отношением Si/Al // Нефтехимия. – 2012. – Т. 52. – № 2. – С. 97-103.
- [9] Зайковский В.И., Восмерикова Л.Н., Восмериков А.В. Ароматизация этана на галлоалюмосиликате, модифицированном платиной и палладием // Кинетика и катализ. – 2012. – Т. 53. – № 6. – С. 778-784.
- [10] Восмериков А.В., Ечевский Г.В., Коробицына Л.Л., Барбашин Я.Е., Арбузова Н.В., Коденев Е.Г., Журавков С.П. Дезактивация Mo-содержащих цеолитов в процессе неокислительной конверсии метана // Кинетика и катализ. – 2005. – Т. 46. – № 5. – С. 769-772.
- [11] Восмериков А.В., Ерофеев В.И. Влияние механической обработки на каталитические свойства цеолитсодержащих катализаторов ароматизации низших алканов // Журнал физической химии. – 1995. – Т. 69. – № 5. – С. 787-790.
- [12] Миначев Х.М., Дергачев А.А. Механизм ароматизации низших парафинов на пентасилах // Успехи химии. – 1990. – № 9. – С. 1522-1549.
- [13] Миначев Х.М., Дергачев А.А. Каталитические и физико-химические свойства кристаллических пентасилов в превращениях низкомолекулярных олефинов и парафинов // Известия академии наук. Серия химическая. – 1993. – № 6. – С. 1018-1028.

REFERENCES

- [1] Dergachev A.A., Lapidus A.L. *Russ. him. jurnal*, **2008**, LII, 4, 15-21. (in Russ.)
- [2] Lunsford J. H. *Catalysis Today*, **2000**, 63, 165-174.

- [3] Tushar V., Choudhary T.V. *Catalysis reviews*, **2003**, 45, 1, 151-203.
- [4] Mamonov N.A., Fadeieva E.V., Grigorev D.A., Mihailov M.N., Kustov L.M., Alhimov S.A. *Uspehii Himii*, **2013**, 82, 6, 567-585. (in Russ.)
- [5] Vosmerikov L.N., Barbashin Y.E., Vosmerikov A.V. *Neftehimia*, **2014**, 54, 6, 430-435. (in Russ.)
- [6] Vosmerikov L.N., Vosmerikov A.V., Echevskii G.V. *Him. Technologia*, **2007**, 8, 12, 554-558. (in Russ.)
- [7] Akhmetov A.F., Karatun O.N. *Himia I tehnologia topliv I masel*, **2001**, 5, 33-36. (in Russ.)
- [8] Hasanova A.I., Nazmeva I.F., Ziadinov A.Sh., Salahov I.I., Kopylov A. *Neftehimia*, **2012**, 2, 97-103. (in Russ.)
- [9] Zaikovskiy V.I., Восмерикова Vosmerikov L.N., Vosmerikov A.V. *Kinetics and Catalysis*, **2012**, 53, 6, 778-784. (in Russ.)
- [10] Vosmerikov A.V., Echevskii G.V., Korobitsyna L.L., Barbashin Y.E., Arbuzova N.V., Kodenev E.G., Zhuravkov S.P. *Kinetics and Catalysis*, **2005**, 46, 5, 769-772. (in Russ.)
- [11] Vosmerikov A.V., Erofeev V.I. *Jurnal fiz. himii*, **1995**, 69, 5, 787-790. (in Russ.)
- [12] Minhachev H.M., Dergachev A.A. *Uspehii Himii*, **1990**, 9, 1522-1549. (in Russ.)
- [13] Minhachev H.M., Dergachev A.A. *Izvestia academii nauk. Seria himicheskaya*, **1993**, 6, 1018-1028. (in Russ.)

А. В. Восмериков², Б. Т. Туктин¹, Л. Н. Восмерикова², Н. Н. Нурғалиев¹, Л. Л. Коробицына²

Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты АҚ, Алматы, Қазақстан;
²РҒА СБ Мұнай химиясы институты, Томск, Ресей

МОДИФИЦИРЛЕНГЕН ЦЕОЛИТҚҰРАМДЫ КАТАЛИЗАТОРДА ГАЗТӘРІЗДЕС КӨМІРСУТЕКТЕРДІҢ ӨЗГЕРІСКЕ ҰШЫРАУЫ

Аннотация. Мо, Zn и La-мен модифицирленген цеолитқұрамды катализаторлар қатысында төмен молекулалы алкандардың ароматты көмірсутектерге конверсиясы зерттелінді және олардың дезактивацияға тұрақтылығы анықталды. Зерттелінген процесте алынған катализаторлардың активтілігі мен тұрақтылық шамалары әртүрлі болды, сонымен қатар процестің көрсеткіштері реакцияда қолданылған қалыпты көмірсутектің молекулалық массасына тәуелді болады. Аммиактың термодесорбция бағдарламасы арқылы катализаторлардың қышқылдық қасиеттері зерттелінді және де олардың қышқылдық орталықтарының күші мен концентрациясының бөлінуінің ерекшелігі анықталды.

Тірек сөздер: метан, этан, пропан, ароматты көмірсутектер, цеолит, конверсия, активтілік, селективтілік, тұрақтылық.

МАЗМУНЫ

Утельбаев В.Т., Токтасын Р., Мишель О. де Соуза, Мырзаханов М. Ру - Со отырғызылған қабаттанған құрылымды саз балшықты катализаторларда Бутан-бутилен фракциясын зерттеу.....5

Бурашева Г.Ш., Айша Х.А., Умбетова А.К., Халменова З.Б., Нуртазина А.Н. Satureja amani өсімдігінің липофильді құрамдары.....12

Рахимберлинова Ж.Б., Такибаева А.Т., Мустафина Г.А., Кабиева С.К., Дудкина А.А. Көмірдің гидроксилденген туындылардың синтезі.....18

Чопабаева Н.Н. Молибден иондарын Лигнин негізіндегі ионалмастырғыштармен сорбциялау.....22

Оспанова А.Қ., Везенцев А.И., Попов М.В., Максатова А.М., Жумат А., Савденбекова Б.Е., Абишева Ж., Карл Ө. Диатомит негізінде каталитикалық және сорбционды қасиетке ие кеуекті құрылымдар алу.....29

Азат С., Сартова Ж.Е., Мансуров З.А., Whitby R.L.D. Күріш қауызының күлін кремний диоксиді нанобөлшектері өндірісінің альтернативті көзі ретінде қолдану.....38

Темиргалиева Т.С., Нажипқызы М., Нұрғайын А., Рахметуллина А., Динистанова Б., Мансуров З.А. Көпқабатты көміртекті нанотүтікшелерді CVD әдісімен синтездеу және оларды функционализациялау.....44

Жақытова А.Н., Свицерский А.К., Евсеева Е.Ю., Сейтханова А.К., Мулдахметов М.З. Жылу агрегаттарын футерлеуге тиімді отқа төзімді магнезиалсиликаты.....51

Баязитова М.М., Байгазиева Г.И., Меледина Т.В. Қазақстанда аудандастырылған тритикале астығын уыттау процесінде азотты заттардың өзгеруі.....57

Дюсебаева М.А., Ахмедова Ш. С. 2-морфолиноэтанолдың және оның туындыларының синтезі.....63

Рахимберлинова Ж.Б., Такибаева А.Т., Мустафина Г.А., Кабиева С.К., Карилхан А.К. Күйдірілген жыныстың беттік ауданын электрохимиялық активтендіру және гумин қышқылдарының хлортуындыларын енгізу.....68

Сарбаева Г.Т., Баешов Ә.Б., Матенова М.М., Сарбаева Қ.Т., Абдувалиева У.А., Тулешова Э.Ж. Өндірістік айнымалы токпен поляризацияланған таллий электродтарының тұз қышқылы ерітіндісіндегі еруі.....73

Такибаева А.Т., Ибраев М.К., Рахимберлинова Ж.Б., Кабиева С.К., Балпанова Н.Ж., Акимбекова Б. β-пропион қышқылының винилоксиэтиламидтерінің синтезі мен құрылысының зерттеуі.....79

Пустовалов И.А., Мансуров З.А., Тулепов М.И., Алиев Е.Т., Аleshкова С.В., Байсейтов Д., Габдрашева Ш.Е., Елемесова Ж.К., Руики Шен. Аммоний нитраты негізіндегі өнеркәсіптік жарылғыш құрамдардың сәйкестендірудің қазіргі мәселелері.....83

Восмеригов А. В., Туктин Б. Т., Восмеригова Л. Н., Нурғалиев Н. Н., Коробицына Л. Л. Модифицирленген цеолитқұрамды катализаторда газтәріздес көмірсутектердің өзгеріске ұшырауы.....91

Бектұрғанова А.Ж., Сағынтаева Ж.И., Рүстембеков К.Т., Қасенова Ш.Б., Қасенов Б.Қ., Стоев М. Жаңа La₂MnTeO₇ (M – Mg, Ca, Sr, Ba) никелит-теллурииттердің синтезі және оларды рентгенографиялық тұрғыдан зерттеу...99

Ахметкәрімова Ж.С., Молдахметов З.М., Молдахметов Ж.Х., Байкенов М.И., Дюсекенов А.М., Богжанова Ж.К. Өр түрлі факторлардың біріншілік тас көмір шайырының гидрогенизация үрдісіне әсері.....103

Ахметкәрімова Ж.С., Молдахметов З.М., Мейрамов М.Г., Ордабаева А.Т., Молдахметов Ж.Х., Байкенов М.И., Дюсекенов А.М. Композитті катализаторлар қатысында антраценнің гидрлеуі.....110

Қасенов Б.Қ., Сағынтаева Ж.И., Қасенова Ш.Б., Қуанышбеков Е.Е., Исабаева М.А. LnMe¹FeCrMnO_{6,5} және LnMe^{II}_{0,5}FeCrMnO_{6,5} (Ln – La, Nd; Me¹ – Li, Na, K; Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba) құрамды ферро-хромо-манганиттердің стандартты термодинамикалық функцияларын бағалау.....118

Қасенов Б.Қ., Қасенова Ш.Б., Сағынтаева Ж.И., Туртубаева М.О., Қуанышбеков Е.Е., Исабаева М.А. Жаңа NdMe^{II}₂ZnMnO₆ (Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba) Цинкат-манганиттер, оларды рентгенографиялық және ик-спектроскопиялық тұрғыдан зерттеу.....125

Пірәлиев Қ.Ж., Ысқақова Т.Қ., Малмакова А.Е., Сейлханов Т.М. 3-(3-Изопропоксипропил)-7-[2-(3-метоксифенил)этил]-3,7-диазабикло[3.3.1]нонан-9-он және оның туындыларының синтезі.....131

Сасықова Л.Р., Отжан У.Н., Курманситова А.К., Серікқанов А.Ә., Жумаканова А.С., Кенжебеков А.С. Қазақстандағы химияны оқыту. Жоғары оқу орындарының ғылыми орталықтармен байланысы - еліміздің сәтті кадрларын даярлау негізі.....141

Сасықова Л.Р., Отжан У.Н., Курманситова А.К., Серікқанов А.Ә., Әубәкіров Е.А., Жумаканова А.С., Кенжебеков А.С. Ароматты нитроқосылыстарды сұйық күйде салыстырмалы гидрлеу.....147

Сасықова Л.Р., Әубәкіров Е.А., Сабитова И.Ж., Налибаева А.М., Жігербаева Г.Н., Таשמұхамбетова Ж.Х. Автокөліктен шығарылатын газдарды залалсыздандыру үшін бағалы және бағалы емес металдар негізінде тиімді катализаторларды синтездеу.....157

Туктин Б.Т., Нұрғалиев Н.Н., Бағашарова Б.М., Сулейменова М.Т., Тургумбаева Р.Х. Крекинг газдарын модифицирленген цеолитқұрамды катализаторларда өңдеу.....166

СОДЕРЖАНИЕ

Утельбаев В.Т., Токтасын Р., Мишеле О. де Соуза, Мырзаханов М. Изучение Бутан-бутиленовой фракции на Ru-Co нанесенных пилларированных глинистых катализаторах.....	5
Нуртазина А.Н., Халменова З.Б., Умбетова А.К., Бурашева Г.Ш., Айша Х.А. Липофильные компоненты saturajaamani.....	12
Рахимберлинова Ж.Б., Такибаева А.Т., Мустафина Г.А., Кабиева С.К., Дудкина А.А. Синтез гидроксированных производных углей.....	18
Чопабаева Н.Н. Сорбция ионов молибдена ионитами на основе Лигнина.....	22
Оспанова А.К., Везенцев А.И., Попов М.В., Максатова А.М., Жумат А., Савденбекова Б.Е., Абишева Ж., Карл О. Получение пористой платформы на основе диатомита с каталитическими и сорбционными свойствами.....	29
Азат С., Сартова Ж.Е., Мансуров З.А., Whitby R.L.D. Использование золы рисовой шелухи в качестве альтернативного источника в производстве наночастиц диоксида кремния.....	38
Темиргалиева Т.С., Нажипкызы М., Нургайын А., Рахметуллина А., Динистанова Б., Мансуров З.А. Синтез многостенных углеродных нанотрубок методом CVD и их функционализация.....	44
Жакупова А.Н., Свицерский А.К., Евсеева Е.Ю., Сейтханова А.К., Мулдахметов М.З. Износоустойчивый магнезиальносиликатный огнеупор для футеровки тепловых агрегатов.....	51
Баязитова М.М., Байгазиева Г.И., Меледина Т.В. Изменение азотистых веществ в процессе солодоращения зерна тритикале, районированных в республике Казахстан.....	57
Дюсебаева И.А., <u>Ахмедова Ш.С.</u> Синтез 2-морфолиноэтанола и его производных.....	63
Рахимберлинова Ж.Б., Такибаева А.Т., Мустафина Г.А., Кабиева С.К., Карилхан А.К. Электрохимическая активация поверхности горелой породы и прививка хлорпроизводных гуминовых кислот.....	68
Сарбаева Г.Т., Баешов А.Б., Матенова М.М., Сарбаева К.Т., Абдувалиева У.А., Тулешова Э.Ж. Растворение таллиевых электродов в солянокислом растворе при поляризации промышленным переменным током.....	73
Такибаева А.Т., Ибраев М.К., Рахимберлинова Ж.Б., Кабиева С.К., Балпанова Н.Ж., Акимбекова Б. Синтез и изучения строения винилоксиэтиламидов β-пропионовокислоты.....	79
Пустовалов И.А., Мансуров З.А., Тулепов М.И., Алиев Е.Т., Алешкова С.В., Байсеитов Д.А., Габдрашева Ш.Е., Елемесова Ж.К., Руки Шен. Современные проблемы идентификации промышленных взрывчатых составов на основе нитрата аммония.....	83
Восмериков А. В., Туктин Б. Т., Восмерикова Л. Н., Нургалиев Н. Н., Коробицына Л. Л. Превращение газообразных углеводородов на модифицированных цеолитсодержащих катализаторах.....	91
Бектурганова А.Ж., Сагинтаева Ж.И., Рустембеков К.Т., Касенова Ш.Б., Касенов Б.К., Стоев М. Синтез и рентгенографическое исследование новых никелито-теллуридов La ₂ MnNiTeO ₇ (M – Mg, Ca, Sr, Ba).....	99
Ахметкаримова Ж.С., Мулдахметов З.М., Мулдахметов Ж.Х., Байкенов М.И., Дюсеменов А.М., Богжанова Ж.К. Влияние различных факторов на процесс гидрогенизации фракции первичной каменноугольной смолы.....	103
Ахметкаримова Ж.С., Мулдахметов З.М., Мейрамов М.Г., Ордабаева А.Т., Мулдахметов Ж.Х., Байкенов М.И., Дюсеменов А.М. Гидрирование антрацена в присутствии композитных катализаторов.....	110
Касенов Б.К., Сагинтаева Ж.И., Касенова Ш.Б., Куанышбеков Е.Е., Исабаева М.А. Оценка стандартных термодинамических функций ферро-хромоманганитов составов LnMe ^I FeCrMnO _{6,5} и LnMe ^{II} _{0,5} FeCrMnO _{6,5} (Ln – La, Nd; Me ^I – Li, Na, K; Me ^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba).....	118
Касенов Б.К., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Туртубаева М.О., Куанышбеков Е.Е., Исабаева М.А. Новые цинкато-манганиты NdMe ^{II} ₂ ZnMnO ₆ (Me ^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba) и их рентгенографическое и спектроскопическое исследование.....	125
Пралиев К.Д., Исакова Т.К., Малмакова А.Е., Сейлханов Т.М. Синтез 3-(3-изопропоксипропил)-7-[2-(3-метоксифенил)-этил]-3,7-дизабицикло[3.3.1]нонан-9-она и его производных.....	131
Сасыкова Л.Р., Отжан У.Н., Курманситова А.К., Серикканов А.А., Жумаканова А.С., Кенжебеков А.С. Обучение химии в Казахстане. Связь вузов с научными центрами страны - основа успешной подготовки кадров.....	141
Сасыкова Л.Р., Отжан У.Н., Курманситова А.К., Серикканов А.А., Аубакиров Е.А., Жумаканова А.С., Кенжебеков А.С. Сравнительное гидрирование ароматических нитросоединений в жидкой фазе.....	147
Сасыкова Л.Р., Аубакиров Е.А., Сабитова И.Ж., Налибаева А.М., Жигербаева Г.Н., Таимухамбетова Ж.Х. Синтез эффективных катализаторов на основе благородных и неблагородных металлов для обезвреживания выхлопных газов автотранспорта.....	157
Туктин Б.Т., Нургалиев Н.Н., Багашарова Б.М., Сулейменова М.Т., Тургумбаева Р.Х. Переработка газов крекинга на модифицированных цеолитсодержащих катализаторах.....	166

CONTENTS

<i>Utelbaev B.T., Toktassyn R., Michele O. de Souza, Myrzahanov M.</i> Study of the butane-butylene fraction on modified Ru-Co supported clay catalysts.....	5
<i>Nurtazina A.N., Halmenova Z.B., Umbetova A.K., Buresheva G.Sh., Aisa H.A.</i> Lipophilic components of satureja amani.....	12
<i>Rakhimberlinova Zh.B., Takibayeva A.T., Mustafina G.A., Kabieva S.K., Dudkina A.A.</i> Synthesis of derivatives of coal hydroxylated.....	18
<i>Chopabayeva N.N.</i> Sorption of molybdenum ions by Lignin ion-exchangers.....	22
<i>Ospanova A.K., Vezentsev A.I., Popov M.V., Maksatova A.M., Zhumat A., Savdenbekova B.E., Abisheva Zh., Karl O.</i> Obtaining of porous platform on the basis of diatomite with catalytic and sorption properties.....	29
<i>Azat S., Sartova Zh.Ye., Mansurov Z.A., Whitby R.L.D.</i> Utilization of rice husk ash as an alternative source for the production silica nanoparticles.....	38
<i>Temirgaliyeva T.S., Nazhipkyzy M., Nurgain A., Rahmetullina A., Dinistanova B., Mansurov Z.A.</i> Synthesis of multiwalled carbon nanotubes by CVD and their functionalization.....	44
<i>Zhakupova A.N., Sviderskiy A.K., Yevseyeva Y., Seitkhanova A.K., Muldakhmetov M.Z.</i> Magnetolectricity wear resistant refractory for lining thermal units.....	51
<i>Bayazitova M.M., Baigazyieva G.I., Meledina T.V.</i> Changing of the nitrogenous substances of triticale grain, zoned in republic of Kazakhstan.....	57
<i>Dyusebaeva M.A., Akhmedova Sh.S.</i> Synthesis of 2-morpholinoethanol and its derivatives.....	63
<i>Rakhimberlinova Zh.B., Takibayeva A.T., Mustafina G.A., Kabieva S.K., Karilkhan A.K.</i> Electrochemical activation of the surface burnt rocks and inoculation of chlorderivative humic acids.....	68
<i>Sarbayeva G.T., Bayeshov A.B., Matenova M.M., Sarbayeva K.T., Abduvaliyeva U.A., Tuleshova E.Zh.</i> Dissolution of thallium electrodes in hydrochloric acid solution at polarization industrial alternating current.....	73
<i>Takibayeva A.T., Ibraev M.K., Rakhimberlinova Zh.B., Kabieva S.K., Balpanova N.Zh., Akimbekova B.</i> Synthesis and study of structure of vinyloxyethylamides of the β -propionic acid.....	79
<i>Pustovalov I.A., Mansurov Z.A., Tulepov M.I., Aliev Y.T., Aleshkova S.V., Baiseitov D.A., Gabdrasheva SH.E., Yelemessova ZH.K., Shen Ruiqi.</i> Modern problems of identification of industrial explosive composition based on ammonium nitrate.....	83
<i>Vosmerikov A.V., Tuktin B.T., Vosmerikova L. N., Nurgaliyev N.N., Korobitcyna L.L.</i> Conversion of gaseous hydrocarbons over modified zeolite catalyst.....	91
<i>Bekturganova A.Z., Sagintaeva Zh.I., Rustembekov K.T., Kasenova Sh.B., Kasenov B.K., Stoev M.</i> New $\text{La}_2\text{MnTeO}_7$ (M – Mg, Ca, Sr, Ba) synthesis and their x-ray studies.....	99
<i>Akhmetkarimova Zh.S., Muldakhmetov Z.M., Muldakhmetov Zh.H., Baikenov M.I., Dyusekenov A.M., Bogzhanova Zh.K.</i> Various factors influencing the process hydrogenation of primary coal tar fractions.....	103
<i>Akhmetkarimova Zh.S., Muldakhmetov Z.M., Meyramov M.G., Ordabaeva A.T., Muldakhmetov Zh.H., Baikenov M.I., Dyusekenov A.M.</i> Hydrogenation of anthracene in the presence composite catalysts.....	110
<i>Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I., Kasenova Sh.B., Kuanyshbekov E.E., Isabaeva M.A.</i> Evaluation standard thermodynamic functions ferro-chrome-manganite $\text{LnMe}^{\text{I}}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ and $\text{LnMe}^{\text{II}}_{0,5}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ (Ln – La, Nd; Me^{I} – Li, Na, K; Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba).....	118
<i>Kasenov B.K., Kasenova Sh.b., Sagintaeva Zh.I., Turtubaeva M.O., Kuanyshbekov E.E., Isabaeva M.A.</i> New zincate-manganites $\text{NdMe}^{\text{II}}_2\text{ZnMnO}_6$ (Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba) and their x-ray and ir- spectroscopy studies.....	125
<i>Praliyev K.Dh., Iskakova T.K., Malmakova A.Ye., Seilkhanov T.M.</i> Synthesis of 3-(3-isopropoxipropyl)-7-[2-(3-methoxyphenyl)ethyl]-3,7-diazabicyclo[3.3.1]nonan-9-one and its derivatives.....	131
<i>Sassykova L.R., Otzhan U.N., Kurmansitova A.K., Serikkanov A.A., Zhumakanova A.S., Kenzhebekov A.S.</i> Chemistry training in Kazakhstan. Connection of universities with scientific centers - the basis of successful personnel training.....	141
<i>Sassykova L.R., Otzhan U.N., Kurmansitova A.K., Serikkanov A.A., Aubakirov Y.A., Zhumakanova A.S., Kenzhebekov A.S.</i> Comparative hydrogenation of aromatic nitrocompounds in liquid phase.....	147
<i>Sassykova L.R., Aubakirov Y.A., Sabitova I.Zh., Nalibayeva A.M., Zhigerbaeva G.N., Tashmukhambetova Zh.Kh.</i> Synthesis of effective catalysts on the base of noble and base metals for neutralization of vehicle exhaust gases.....	157
<i>Tuktin B.T., Nurgaliyev N.N., Bagasharova B.M., Suleimenova M.T., Turgumbayeva R.Kh.</i> The processing of cracking gases over the modified zeolite catalysts.....	166

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 15.03.2017.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
11 п.л. Тираж 300. Заказ 2.

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