

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

5 (419)

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

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

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

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

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

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

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

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

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

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

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

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

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

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), 46 – 54

UDK 541.128.665

B.T. Tuktin, E.K Zhandarov, L.B. Shapovalova, A.S. Tenizbaeva

Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry DV Sokolsky, Almaty, Kazakhstan

E-mail: ioce.kz@gmail.com

**THE HYDROPROCESSING OF DIFFERENT OIL FRACTIONS
ON MODIFIED ALUMINA CATALYSTS**

Abstract: This paper presents the results of a study of hydroprocessing gasoline and diesel oil fractions in the group of multicomponent catalysts KGO. The research of hydrotreating process of straight-run gasoline and diesel oil fractions in flowing a high-pressure with a bed reactor at temperatures 320-400⁰C, a pressure of 3.0 -4.0 MPa and feed space velocity 2 h⁻¹. It was shown that the developed new modified zeolite catalysts of KGO- groups are highly active in the hydrotreating gasolin fractions and diesel fractions. They carry out the different processeis (hydrodesulfurization, hydroisomerization, hydrocracking) simultaneously and allow to obtain low-sulfur, high-octane gasoline and low-sulfur waxy diesel fuel complying with European standards/ Catalyst KGO-6 has most high hydrodesulphurization activity during the processing of the diesel fraction hydrotreating. The residual sulfur content was 0.0536% in the optimum conditions. At the same catalyst obtained diesel fuel with the lowest pour point equal to minus 58,9⁰C. The KGO-5 catalyst has highest catalyst activity in hydrotreating of gasoline fraction. The characteristics of gasoline after hydrotreating on the catalyst KGO-5 are: a sulfur content is 0.0014% at 350⁰C, and at 400⁰C sulfur is not detected. The octane number of gasoline is 83.1. The original gasolin fraction contain 0.037% of sulfur the octane number is 77.7.

Keywords: catalyst, hydrotreating, gasoline, diesel fuel, sulfur

УДК 541.128.665

Б. Т. Туктин, Е.К. Жандаров, Л.Б. Шаповалова, А.С. Тенизбаева

Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, Алматы, Республика Казахстан

E-mail: ioce.kz@gmail.com

**ГИДРОПЕРЕРАБОТКА РАЗЛИЧНЫХ НЕФТЯНЫХ ФРАКЦИЙ НА
МОДИФИЦИРОВАННЫХ АЛЮМОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ**

Аннотация: В данной работе приведены результаты исследования гидропереработки бензиновой и дизельных фракций нефти на поликомпонентных катализаторах группы КГО. Исследование процессов гидропереработки бензиновой и дизельной фракций нефти проводили в проточной со стационарным слоем катализатора при температурах 320-400⁰C, давлении 3,0 -4,0 МПа. Установлено, что разработанные новые модифицированные цеолитсодержащие катализаторы гидропереработки нефтяных фракции группы КГО проявляют высокую активность при переработке бензиновых и дизельных фракций, которые в одну стадию проводят гидроочистку, гидроизомеризацию, гидрокрекинг и позволяют получать малосернистый, высокооктановый бензин и малосернистое низкозастывающее дизельное топливо, соответствующие Евростандартам. Наиболее высокой гидрообессеривающей активностью при переработке дизельной фракции обладает катализатор КГО-6. Остаточное содержание серы в оптимальных условиях гидропереработки составляет 0,0536%. На этом же катализаторе получено малосернистое дизельное топливо с наиболее низкой температурой застывания, равной минус 58,9⁰C. При гидропереработке бензиновой

фракции наиболее высокой гидрообессеривающая активность характерна для катализатора КГО -5: в бензине, гидрооблагороженном на катализаторе КГО-5 при 350⁰С содержание серы - 0,0014%, а при 400⁰С сера не обнаружена. Октановое число облагороженного бензина равно 83,1 (И.М.) и 68,9 (М.М.). В исходной бензиновой фракции содержание серы — 0,037%, октановое число по исследовательскому методу равно 77,7; октановое число по моторному методу – 58,3.

Ключевые слова: катализатор, гидропереработка, гидроочистка, бензин, дизельное топливо, сера.

В последнее время, в связи с вовлечением в переработку высокосернистой нефти и углублением ее переработка возросли требования, предъявляемые к катализаторам гидроочистки бензиновых и дизельных фракций нефти. Согласно международным стандартам, требуется существенное ограничение содержания серы, бензола, ароматических и олефиновых углеводородов в моторных топливах. Существующие промышленные катализаторы гидропереработки нефтяных фракций в Казахстане и странах СНГ не удовлетворяют возросшим требованиям к качеству моторных топлив. Наблюдается постоянная тенденция ужесточения экологических характеристик автомобильных бензинов. Согласно международным стандартам, требуется существенное ограничение содержания серы, бензола, ароматических и олефиновых углеводородов в моторных топливах. В нефтеперерабатывающей промышленности для получения высококачественных моторных топлив все более широко применяются процессы гидроочистки и гидроизомеризации [1-14].

В настоящее время имеет место тенденция ужесточения требований к составу моторных топлив, недостаточно высокое качество которых является одной из причин загрязнения окружающей среды, поэтому основное внимание многих нефтеперерабатывающих заводов сосредоточено на увеличении глубины гидрообессеривания. В связи с этим, для производства качественных моторных топлив на современном этапе большое значение приобретают каталитические процессы глубокой гидропереработки нефтяных фракций. Создание новых катализаторов и технологий глубокой переработки углеводородного сырья Казахстана является актуальной и важной научно-практической задачей. В Казахстане и других странах СНГ существующие катализаторы и технологии процессов гидропереработки нефтяных фракций не удовлетворяют современным требованиям к качеству выпускаемых моторных топлив. Для улучшения качества бензина и дизельного топлива, удешевления их производства актуальной и приоритетной задачей является создание нового поколения высокоэффективных катализаторов и одностадийных технологий переработки нефтяных фракций [1-22].

В данной работе приведены результаты исследования каталитического гидрооблагораживания прямоточной бензиновой и дизельных фракций на новых алюмоникель(кобальт)молибденовых катализаторах, нанесенных на Al₂O₃ и модифицированных добавками цеолита ZSM-5, фосфора и РЗЭ (катализаторы КГО).

Экспериментальная часть

Были разработаны и приготовлены новые цеолитсодержащие алюмооксидные катализаторы КГО, модифицированные введением металлов с переменной валентностью и фосфора.

.Катализаторы готовили одновременной пропиткой смеси гидроксида алюминия с высококремнеземным цеолитом HZSM-5 водорастворимыми солями никеля, молибдена, редкоземельного элемента (М), кобальта, а также фосфорной кислотой. После пропитки образцы катализаторов формовали и сушили при 150⁰С в течении 5 часов, далее прокаливали при 550⁰С в течении 5 часов

Активность синтезированных катализаторов изучали в процессах гидропереработки бензиновой и дизельной фракции нефти. Гидропереработку бензиновой и дизельной фракций нефти проводили в проточной установке со стационарным слоем катализатора при температурах 320-400⁰С, объемной скорости подачи сырья 2 час⁻¹, давлении 4,0 МПа. Углеводородный состав продуктов реакции определяли на хроматографах «Хроматэк-Кристалл» и «Хром-5».

Анализ содержания серы в исходном сырье и продуктах проводился в ТОО «Oilser International» (г. Алматы). Определение температуры застывания и помутнения проводились на приборе ЛАЗ М2.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 представлены результаты, полученные при гидропереработке бензиновой фракции нефти на катализаторе КГО-5 ($\text{CoO-MoO}_3\text{-M-P-Al}_2\text{O}_3\text{-ZSM}$) в интервале 320-400°C. Углеводородный состав исходной бензиновой фракции: содержание парафинов — 33,4 %, изоалканов — 26,3 %, ароматических углеводородов — 5,6 %, нафтенов — 31,0%, олефинов - 3,7%, содержание серы — 0,037%, октановое число по исследовательскому методу равно 77,7; октановое число по моторному методу – 58,3.

Сравнение состава исходного бензина и образующихся продуктов гидропереработки на катализаторе КГО-5 при 350°C показывает, что содержание изоалканов возрастает от 26,3 до 36,3, ароматических углеводородов — от 5,6 до 15,3%. Одновременно происходит снижение количества парафинов от 33,4 до 20,9% и нафтеновых углеводородов от 31,0 до 24,1%. Наблюдается существенное уменьшение содержания серы от 0,037 до 0,0014%. Октановое число по исследовательскому методу бензина на катализаторе КГО-5 повысилось: по исследовательскому методу – от 77,7 до 83,4, по моторному – от 53,8 до 68,1. Выход гидрооблагороженного бензина составил 66,0%.

Таблица 1– Влияние температуры на процесс гидропереработки бензиновой фракции нефти на катализаторе КГО-5 при $P=4,0\text{МПа}$, $V=2,0\text{ ч}^{-1}$

| Основные показатели процесса | Температура, °C | | | |
|--|-----------------|--------|-------|-----------|
| | 320°C | 350°C | 380°C | 400°C |
| Выход газовой фазы, % | 25,0 | 34,0 | 42,0 | 50,0 |
| Выход жидкой фазы, % | 75,0 | 66,0 | 58,0 | 50,0 |
| Состав жидкой фазы, % | | | | |
| Алканы $\text{C}_5\text{-C}_6$ | 24,9 | 20,9 | 24,0 | 14,4 |
| Изо-алканы | 29,9 | 36,3 | 34,1 | 31,1 |
| Олефины | 3,4 | 3,4 | 3,8 | 4,0 |
| Ароматические углеводороды | 12,1 | 15,3 | 18,5 | 29,8 |
| Нафтеновые углеводороды | 29,7 | 24,1 | 19,6 | 20,7 |
| Содержание серы, % | - | 0,0014 | - | отсутств. |
| Октановое число по исследовательскому методу | 84,6 | 83,4 | 83,4 | 83,1 |
| Октановое число по моторному методу | 65,5 | 68,1 | 68,6 | 68,9 |

С ростом температуры от 350 до 400°C содержание изоалканов снижается от 36,3 до 31,1% (400 °C). Выход нафтеновых углеводородов в этих условиях меняется от 24,3- 20,7%, количество ароматических углеводородов растет от 15,3 до 18,8%. Содержание олефинов в катализате практически не меняется 3,4-4,0%.

Октановое число обогороженного бензина, полученного при 400°C, составляет 83,1 (И.М.) и 68,9 (М.М.). Следует отметить, что в бензине, гидрооблагороженном на катализаторе КГО-5 при 350°C содержание серы - 0,0014%, а при 400 °C сера не обнаружена, что свидетельствует о высокой гидрообессеривающей активности этого катализатора.

В таблице 2 представлены результаты, полученные при гидропереработке бензиновой фракции на катализаторе КГО-6, в состав которого введен никель вместо кобальта. Исследования гидропереработки бензиновой фракции нефти с использованием катализатора КГО-6 показали, что с увеличением температуры от 320 до 400°C выход жидкого катализата: меняется от 70,0 до 50,0 %. В отличие от катализатора КГО-5, содержание изо-алканов в продуктах переработки бензиновой фракции нефти на КГО-6 в интервале 320 - 400°C несколько выше, в интервале 320 - 400°C колеблется от 41,9 до 24,6,0%, олефинов – от 8,5 до 6,7%. Наблюдается повышение выхода ароматических углеводородов от 12,6 до 19,6%. а выход нафтеновых углеводородов снижается от 26,5 до 21,8%. Количество олефинов в катализате находится в пределах 3,7-4,2%. Октановое число обогороженного при 400 °C бензина максимально и составляет 83,7 (И.М.) и 69,7 (М.М.).

Таблица 2 – Влияние температуры на процесс гидропереработки бензиновой фракции нефти на катализаторе КГО-6 при P=4,0МПа, V=2,0 ч⁻¹

| Основные показатели процесса | Температура, °С | | | |
|--|-----------------|--------|-------|-------|
| | 320°С | 350°С | 380°С | 400°С |
| Выход газовой фазы, % | 30,0 | 35,0 | 42,5 | 50,0 |
| Выход жидкой фазы, % | 70,0 | 65,0 | 57,5 | 50,0 |
| Состав жидкой фазы, % | | | | |
| Алканы C ₅ -C ₆ | 18,9 | 19,6 | 19,2 | 19,1 |
| Изо-алканы | 38,3 | 37,8 | 36,7 | 35,7 |
| Олефины | 3,7 | 4,2 | 3,7 | 3,9 |
| Ароматические углеводороды | 12,6 | 12,6 | 18,1 | 19,5 |
| Нафтеновые углеводороды | 26,5 | 25,8 | 22,3 | 21,8 |
| Содержание серы, % | | | | |
| | - | 0,0022 | - | - |
| Октановое число по исследовательскому методу | 79,6 | 81,5 | 82,7 | 83,7 |
| Октановое число по моторному методу | 64,8 | 65,8 | 67,4 | 69,7 |

При гидропереработке бензиновой фракции в этих условиях содержание серы в конечном продукте снижается с 0,037% (исходный бензин) до 0,0022%.

Исследован процесс гидропереработки бензиновой фракции на катализаторе CoO-WO₃-M-P-Al₂O₃-ZSM (КГО-7). Из данных таблицы 3, видно, что этот катализатор обладает меньшей крекирующей активности в области 320- 400°С (таблица 3) по сравнению с КГО-5 и КГО-6: выход газовой фазы не превышает 16,5- 30,0%. При 400°С выход облагороженного бензина равен 70,0%.

Таблица 3 – Влияние температуры на процесс гидропереработки бензиновой фракции нефти на катализаторе КГО-7 при P=4,0МПа, V=2,0 ч⁻¹

| Основные показатели процесса | Температура, °С | | | |
|--|-----------------|--------|-------|--------|
| | 320°С | 350°С | 380°С | 400°С |
| Выход газовой фазы, % | 16,5 | 25,0 | 27,5 | 30,0 |
| Выход жидкой фазы, % | 83,5 | 75,0 | 72,5 | 70,0 |
| Состав жидкой фазы, % | | | | |
| Алканы C ₅ -C ₆ | 25,4 | 23,1 | 23,7 | 19,3 |
| Изо-алканы | 34,4 | 35,3 | 34,3 | 34,5 |
| Олефины | 3,9 | 4,3 | 4,6 | 4,8 |
| Ароматические углеводороды | 8,9 | 11,6 | 12,2 | 17,4 |
| Нафтеновые углеводороды | 27,4 | 25,7 | 25,2 | 24,0 |
| Содержание серы, % | | | | |
| | - | 0,0091 | | 0,0046 |
| Октановое число по исследовательскому методу | 79,4 | 80,3 | 78,8 | 79,8 |
| Октановое число по моторному методу | 63,0 | 64,5 | 63,1 | 64,5 |

При гидропереработке бензиновой фракции на катализаторе КГО-7 в интервале температур 320 - 400°С максимальное содержание изоалканов в получаемом катализате наблюдается при 350 °С и равно 35,3%. Следует отметить, количество изо-алканов мало зависит от температуры процесса и равно 34,3-35,8%, что выше, чем в исходной бензиновой фракции. В исследуемом интервале температур количество ароматических углеводородов растет от 8,9 до 17,4%, тогда как выход нафтеновых углеводородов уменьшается от 27,4 до 24,0%. Содержание олефинов незначительно увеличивается по сравнению с исходным – от 3,7 до 4,8%. Выход жидкой фазы с ростом температуры от 320 до 400 °С уменьшается от 83,5 до 70,0%. Октановое число облагороженного бензина равно 80,9 (И.М.) и 65,6 (М.М.). Содержание серы в катализате с ростом температуры до 350°С снизилось по сравнению с исходным от с 0,037 до 0,0091, а при 400°С - до 0,0046%.

При гидропереработке бензиновой фракции нефти на катализаторе

NiO-WO₃-M -P-Al₂O₃-ZSM (КГО-4) с ростом температуры от 320 до 400°C содержание изоалканов растет с 26,3% (исходный), достигая максимального значения 41,9% при 380°C, незначительно снижаясь при 400°C (таблица 4).

Таблица 4 - Влияние температуры на процесс гидропереработки бензиновой фракции нефти на катализаторе КГО-4 при P=4,0МПа, V=2,0 ч⁻¹

| Основные показатели процесса | Температура, °C | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-------|
| | 320°C | 350°C | 380°C | 400°C |
| Выход газовой фазы, % | 36,5 | 40,0 | 53,0 | 50 |
| Выход жидкой фазы, % | 63,5 | 60,0 | 47,0 | 50 |
| Состав жидкой фазы, % | | | | |
| Алканы C ₅ -C ₆ | 23,9 | 10,9 | 16,6 | 19,2 |
| Изо-алканы | 38,9 | 40,3 | 41,9 | 39,8 |
| Олефины | 4,7 | 5,2 | 4,4 | 5,0 |
| Ароматические углеводороды | 8,6 | 19,1 | 20,2 | 11,6 |
| Нафтеновые углеводороды | 23,9 | 24,5 | 16,9 | 24,4 |
| Содержание серы, % | | | | |
| Октановое число по исследовательскому методу | 82,2 | 81,8 | 84,3 | 81,0 |
| Октановое. число по моторному методу | 67,1 | 66,8 | 69,9 | 65,9 |

В этих условиях выход ароматических углеводородов возрастает до 20,2, % (380°C). Количество олефинов в катализате составляет 4,4-5,0%. Октановое число облагороженного бензина, полученного при 380°C, максимально – 84,3 (И.М.) и 69,9 (М.М.). Выход жидкого катализата – 47,0-63,5%. Содержание серы в катализате после гидропереработки снизилось с 0,037 до 0,0239 %.

Модифицированные цеолитсодержащие катализаторы КГО также были испытаны в процессе гидропереработки дизельных фракций нефти.

Следует отметить, что в связи с ужесточением допустимых норм содержания серы в дизельном топливе основное внимание многих нефтеперерабатывающих заводов сосредоточено на увеличении глубины гидрообессеривания. Для получения малосернистого экологически чистого дизельного топлива разрабатываются технологии и катализаторы глубокого гидрообессеривания для удаления атомов серы, содержащихся в сложных углеводородных молекулах. При переходе на стандарт Евро-5 по содержанию серы от 50 до 10 ppm требуется переработка малореакционноспособных полиалкилдибензотиофенов.

В таблице 5 представлены результаты исследования гидропереработки двух образцов дизельной фракции нефти на катализаторе КГО-5 (CoO-MoO₃-PЗЭ-P-Al₂O₃-ZSM).

Таблица 5- Гидропереработка дизельной фракции нефти на катализаторе КГО -5

| Температура процесса, °C | Содержание серы, % | Температура застывания, °C | Температура помутнения, °C | Выход, % |
|--|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------|
| Исходная дизельная фракция (образец 1) (образец 2)** | 0,560 | -18,3 | -11,3 | - |
| | 0,141 | -28,6 | 27,8 | - |
| 320(обр.1) | 0,326 | -33,8 | -28,5 | 100 |
| 350(обр.1) | 0,281 | -36,1 | -32,0 | 97,5 |
| 380(обр.1) | 0,266 | -37,6 | -36,1 | 95,0 |
| 380(обр.2) ** | 0,0524 | -42,5 | 41,3 | 97,0 |
| 400(обр.1) | 0,229 | -36,2 | -34,6 | 95,0 |

Температура застывания образца 1 исходного сырья составляла минус 18,3°C, температура помутнения – минус 11, 3°C, температура помутнения – до минус 11, 3°C, содержание серы -

0,560%. После переработки исходной дизельной фракции при $T=320-350^{\circ}\text{C}$ температура застывания снизилась до минус 33,8-36,1 $^{\circ}\text{C}$, температура помутнения – минус 28, 5-32,0 $^{\circ}\text{C}$, содержание серы – до 0,326-0,281%. Выход облагороженной фракции составляет 97,5-100,0%. Дальнейшее повышение температуры процесса мало влияет на температуры застывания и помутнения. В интервале 320-400 $^{\circ}\text{C}$ температура застывания дизельной фракции (образец 1) после ее гидропереработки на катализаторе снизилась на 15,5-19,3 $^{\circ}\text{C}$ по сравнению с исходным сырьем: от минус 18,3 до минус 33,8-37,6 $^{\circ}\text{C}$. Температура помутнения в этих условиях меняется от минус 11,3 до минус 28,5 - 36,1 $^{\circ}\text{C}$. Выход гидрооблагороженного дизельного топлива составляет 95,0-100,0% . Содержание серы после гидропереработки дизельной фракции при 380-400 $^{\circ}\text{C}$ на катализаторе КГО-5 понижается от 0,560 до 0,266- 0,229% (таблица 6). Установлено, что повышать температуру выше 400 $^{\circ}\text{C}$ не целесообразно в связи с появлением в продуктах реакции в результате гидрокрекинга легкокипящих углеводородов, что приводит к снижению выхода целевого продукта.

Следует отметить, что при гидропереработке на катализаторе КГО-5 при 380 $^{\circ}\text{C}$ дизельной фракции образца 2, содержащего 0,141 % серы, ее количество понижается до 0,0524%, температуры застывания и помутнения – минус 42, 5-41,3 $^{\circ}\text{C}$,

Было проведено испытание катализаторов КГО-7, КГО-4 и КГО -6 при гидропереработке образца 1 дизельной фракции нефти.

При гидропереработке дизельной фракции нефти на катализаторе КГО- 7 (CoO-WO₃-PЗЭ-P-Al₂O₃-ZSM) в интервале 320-400 $^{\circ}\text{C}$ увеличивается степень гидрообессеривания и снижается температура застывания топлива. Так, при содержании серы в исходной дизельной фракции 0,560% в результате гидропереработки ее на катализаторе КГО-7 при 320 $^{\circ}\text{C}$ ее количество уменьшается до 0,337%, а при 400 $^{\circ}\text{C}$ - до 0,313%. В этих условиях температура застывания понижается от минус 17,3 $^{\circ}\text{C}$ до минус 27,9 $^{\circ}\text{C}$. Температура помутнения получаемого топлива меняется от минус 11,3 до минус 27,9 $^{\circ}\text{C}$. Выход гидрооблагороженного дизельного топлива составляет 93,0-100,0% . (таблица 6).

Таблица 6 - Гидропереработка дизельной фракции нефти на катализаторе КГО-7

| Температура процесса, $^{\circ}\text{C}$ | Содержание серы, % | Температура застывания, $^{\circ}\text{C}$ | Температура застывания, $^{\circ}\text{C}$ | Выход, % |
|--|--------------------|--|--|----------|
| Исходная дизельная фракция | 0,560 | -18,3 | -11,3 | - |
| 320 | 0,337 | -25,5 | -17,9 | 100 |
| 350 | - | -30,3 | -23,9 | 100 |
| 380 | - | -32,9 | -27,3 | 96,0 |
| 400 | 0,313 | -37,3 | -27,9 | 93,0 |

Анализ результатов , полученных при гидропереработке дизельной фракции на катализаторах КГО- 5 и КГО-7 , показывает , что замен молибдена на вольфрам приводит к небольшому снижению температуры застывания дизельного топлива, например, при 400 $^{\circ}\text{C}$ минус 34,6 $^{\circ}\text{C}$ и 37,7 $^{\circ}\text{C}$ соответственно, но снижается степень очистки от серосодержащих соединений: количество остаточной серы равно 0,229 и 0, 313% соответственно (таблицы 5 и 6).

Таблица 7 - Гидропереработка дизельной фракции нефти на катализаторе КГО-4.

| Температура процесса, $^{\circ}\text{C}$ | Содержание серы, % | Температура застывания, $^{\circ}\text{C}$ | Температура застывания, $^{\circ}\text{C}$ | Выход, % |
|--|--------------------|--|--|----------|
| Исходная дизельная фракция | 0,560 | -18,3 | -11,3 | - |
| 320 | - | -30,2 | -21,9 | 100 |
| 350 | - | -35,1 | -25,0 | 99,6 |
| 380 | - | -38,1 | -27,2 | 98,5 |
| 400 | 0,102 | -38,8 | -28,2 | 96,1 |

Катализатор КГО-4 (NiO-WO₃-PЗЭ-P-Al₂O₃-ZSM), также испытан в процессе гидропереработки образца-1 дизельной фракции нефти (таблица 7). Температура застывания дизельной фракции после ее гидропереработки на катализаторе КГО-4 при 400⁰С снизилась до минус 38,8⁰С, тогда как в исходном сырье температура застывания равна минус 18,3⁰С.

Температура помутнения в этих условиях меняется от минус 11,3 до минус 28,8 °С. Выход гидрооблагороженного дизельного топлива составляет 96,1-100,0%. При этом содержание серы снижается от 0,560% в исходной фракции до 0,102%.

Проведены испытания катализатора КГО-6 в процессе гидропереработки дизельной фракции нефти (таблица 8).

Таблица 8 - Гидропереработка дизельной фракции нефти на катализаторе КГО-6

| Температура процесса, °С | Содержание серы, % | Температура застывания, °С | Температура застывания, °С | Выход, % |
|----------------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------|
| Исходная дизельная фракция | 0,560 | -18,3 | -11,3 | - |
| 320 | - | -35,9 | -30,7 | 100 |
| 350 | - | -51,3 | -51,0 | 92,5 |
| 380 | - | -54,9 | -48,1 | 91,0 |
| 400 | 0,0536 | -58,9 | -57,7 | 90,0 |

Температура застывания дизельной фракции после ее гидропереработки на катализаторе КГО-6 при 320⁰С снизилась от минус 18,3 до минус 35,9⁰С. При повышении температуры процесса до 400 °С температура застывания снижается до минус 58,9⁰С. Температура помутнения в этих условиях падает от минус 11,3 до минус 30,7 - 57,7 °С. Выход гидрооблагороженного дизельного топлива составляет 90,0-100,0%. Содержание серы снижается по сравнению с исходной дизельной фракцией от 0,560% до 0,0536%.

Следует отметить, что с утяжелением фракционного состава перерабатываемого сырья увеличивается доля трудноудаляемых сернистых соединений [1,6,7]. Вследствие этого, более высокая активность катализаторов при гидрообессеривании бензиновой фракции по сравнению с дизельной фракцией обусловлена преобладанием меркаптанов, дисульфидов бензиновой фракции нефти, тогда как в дизельной фракции сера, в основном, находится в виде сульфидов, тиофенов и бензотиофенов.

Анализ полученных результатов показывает, что наиболее высокой гидрообессеривающей активностью при переработке дизельной фракции обладает катализатор КГО-6. Остаточное содержание серы в продуктах реакции гидрообессеривания дизельной фракции на этом катализаторе в оптимальных условиях составляет 0,0536%, что соответствует современным Европейским нормам. На этом же катализаторе получено малосернистое дизельное топливо с наиболее низкой температурой застывания, равной минус 58,9⁰С.

При гидропереработке бензиновой фракции наиболее высокой гидрообессеривающей активностью характерна для катализатора КГО -5: в бензине, гидрооблагороженном на катализаторе КГО-5 при 350⁰С содержание серы - 0,0014%, а при 400⁰С сера не обнаружена. Октановое число облагороженного бензина равно 83,1 (И.М.) и 68,9 (М.М.). В исходной бензиновой фракции содержание серы — 0,037%, октановое число по исследовательскому методу равно 77,7; октановое число по моторному методу – 58,3

Таким образом, разработанные новые модифицированные цеолитсодержащие катализаторы гидропереработки нефтяных фракции группы КГО проявляют высокую активность при переработке бензиновых и дизельных фракций, которые в одну стадию проводят гидроочистку, гидроизомеризацию, гидрокрекинг и позволяют получать малосернистый, высокооктановый бензин и малосернистое низкокзастывающее дизельное топливо, соответствующие Евростандартам.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Радченко Е.Д., Нефедов Б.К., Алиев Р.Р. Промышленные катализаторы гидрогенизационных процессов нефтепереработки. - М.: Химия, 1987. - 224 с.

- [2] Toru Takatsuka, Shin-ichi Inoue, Yukitaka Wada. Deep hydrodesulfurization process for diesel oil // *Catalysis Today*. - 1997. - Vol. 39. - P. 69-75.
- [3] Озеренко А.А., Заманов В.В. Нано-технология глубокой переработки нефти // *Нефтепереработка и нефтехимия*. - 2007. - № 3. - С. 28-32.
- [4] Рустанов М.И., Абад-Заде Х.И., Пириев Н.Н., Гадтров Г.Х., Мухтарова Г.С., Ибрагимов Р.Г. Разработка технологии и комплексной схемы для получения экологически чистого бензина и дизельного топлива из казахстанской нефти // *Нефтепереработка и нефтехимия*. - 2009. - № 10. - С. 8-13.
- [5] Егоров О.И., Чигаркина О.А., Баймуханов А.С. Нефтегазовый комплекс Казахстана: проблемы развития и эффективного функционирования. - Алматы, 2003. - 536 с.
- [6] Барсуков О.В., Талисман Б.Л., Насиров Р.К. О перспективных катализаторах гидроочистки нефтяных фракций // *Нефтепереработка и нефтехимия*. 1996, № 9, с.14-21.
- [7] Неведов Б.К. Технологии и катализаторы глубокой гидроочистки моторных топлив для обеспечения требований нового стандарта Евро-4 // Катализ в промышленности. 2003. №2. С.2027
- [8] Смирнов В.К., Ирисова К.Н., Талисман Е.Л. Новые катализаторы гидрооблагораживания нефтяных фракций и опыт их эксплуатации // Катализ в промышленности. - 2003. - № 2. - С.30-36.
- [9] Кашин О.Н., Ермоленко А.Д., Фирсова Т.Г., Рудин М.Г. Проблемы производства высококачественных бензинов и дизельных топлив // *Нефтепереработка и нефтехимия*. - 2005. - № 5. - С. 32-38.
- [10] Зуйков А.В., Чернышева Е.А., Хавкин В.А., Особенности гидрирование полициклических ароматических углеводородов в условиях получения низкосернистого дизельного топлива процессом гидроочистки // *Нефтепереработка и нефтехимия*. - 2012. - № 5 С. 23-27.
- [11] Файрузов Д.Х., Файрузов Р.Х., Ситдикова А.В., Баулин О.А., Рахимов М.Н. Производства сверхмалосернистого дизельного топлива // *Нефтепереработка и нефтехимия*. - 2009. - № 6 С. 12-18.
- [12] Кашин О.Н., Ермоленко А.Д. Проблемы производства высококачественных бензинов и дизельных топлив // *Нефтепереработка и нефтехимия*. - 2005. - № 5. - С.32-38.
- [13] Оноиченко С.Н., Емельянов В.Е., Крылов И.Ф. Современные и перспективные топлива и автомобильные бензины // *Химия и технология топлив и масел*. - 2003. - № 6. - С. 3-6.
- [14] Коновальчиков О.Д., Мелик-Ахназаров Т.Х., Хавкин В.А. и др. Полифункциональные цеолитсодержащие катализаторы для процессов нефтепереработки // *Нефтепереработка и нефтехимия*. - 2000. - № 9. - С.12-16.
- [15] Томина Н.Н., Пимерзин А.А., Логинова Л.Н., Шарихина М.А., Жилкина Е.О., Еремина Ю.В. каталитическое гидрооблагораживание нефтяных фракций на модифицированных алюмоникельмолибденовых катализаторах // *Нефтехимия*. - 2004. - Т. 44. - № 4. - С.274-277.
- [16] Барсуков О.В., Талисман Б.Л., Насиров Р.К. О перспективных катализаторах гидроочистки нефтяных фракций // *Нефтепереработка и нефтехимия*. 1996, № 9, с.14-21.
- [17] Файрузов Д.Х., Файрузов Р.Х., Ситдикова А.В., Баулин О.А., Рахимов М.Н. Производства сверхмалосернистого дизельного топлива // *Нефтепереработка и нефтехимия*. - 2009. - № 6 С. 12-18
- [18] Туктин Б., Шаповалова Л.Б., Жандаров Е.К., Жеделхан М.Ж. Гидро- и безводородное облагораживание прямогонной бензиновой фракции на катализаторе КГИ-12 // *Нефтехимия и нефтепереработка*. - 2014. - № 10. - С.37-39
- [19] Batailla F., Lemberon J.L. Advantages and Disadvantages of Acidic Solids as Supports of Hydrotreating Catalysts // *Abstracts. Europacat-V. -Limerick, 2001. - Book 1. - 10 p.*
- [20] Алиев Р.Р., Елишин А.И., Резниченко И.Д. Проблемы и критерии выбора катализаторов для гидроочистки нефтяных фракций // *Химия и технология топлив и масел*. - 2001. - № 12. - С. 16-18.
- [21] Величина Л.М., Госсен Л.П. Области применения новых катализаторов ресурсосберегающих и экологически чистых технологий в нефтепереработке и нефтехимии // *Нефтепереработка и нефтехимия*. - 2005. - № 3 - С. 31-37.
- [22] Ионе К.Г. Полифункциональный катализ на цеолитах. - Новосибирск: Наука, 1982.

REFERENCES

- [1] Radchenko E.D., Nefedov B.K., Aliev R.R. Industrial catalysts gidrogenizotsionnyh oil refining processes. *M. Chemistry*, **1987**. . 224p (in Russ).
- [2] Toru Takatsuka, Shin-ichi Inoue, Yukitaka Wada. *Catalysis Today*. **1997**, 39, 69-75 (in Eng).
- [3] Ozerenko AA, Zamanov V.V. *Refining and Petrochemicals*. 2007, 3, 28-32 (in Russ).
- [4] Rustanov M.I., Abad-zade H.I., Piriev N.N., Gadtrov G.H., Mukhtarov G.S., Ibragimov R.G. *Refining and Petrochemicals*. **2009**, 10, 8-13 (in Russ).
- [5] OI Egorov, OA Chigarkina, Baimukanov AS Oil and gas complex of Kazakhstan: problems of development and effective functioning. *Almaty*, **2003**, 536 (in Russ).
- [6] Barsukov O.V., Talisman B.L., Nasirov R.K. *Refining and Petrochemicals*. **1996**, 9, 14-21 (in Russ).
- [7] Nefedov B.K. *Catalysis in industry*. **2003**, 2, 2027 (in Russ).
- [8] Smirnov V.K., Irisova K.N., Talisman E.L. *Catalysis in industry*. **2003**, 2,30-36 (in Russ).
- [9] Kashin O.N., Ermolenko A.D., Firsova T.G., Rudin M.G. *Refining and Petrochemicals*. **2005**, 5, 32-38 (in Russ).
- [10] Zuykov A.V., Chernyshev E.A., Khavkin V.A. *Refining and Petrochemicals*. **2012**, 5, 23-27 (in Russ).
- [11] Fairouz D.H., Fairuz A.D., Sitdikova A.V., Baulin O.A., Rahimov M.N. *Refining and Petrochemicals*. **2009**, 6, 12-18 (in Russ).
- [12] Kashin O.N., Ermolenko A.D. // *Refining and Petrochemicals*. **2005**, 5, 32-38 (in Russ).
- [13] Onoychenko S.N., Yemelyanov V.E., Krylov I.F. *Chemistry and technology of fuels and oils*. **2003**, 6, 3-6 (in Russ).
- [14] Konovalchik O.D., Melik-Ahnazarov T.H., Khavkin V.A. and others. *Refining and Petrochemicals*. **2000**, 9, 12-16 (in Russ).

- [15] Tomina N.N., Pimerzin A.A., Loginova L.N., Sharikhin M.A., Zhilkin E.O., Eremina A.Y. *Petrochemicals*. **2004**, 44, 4,274-277 (in Russ).
- [16] Barsukov O.V., Talisman B.L., Nasirov R.K. *Refining and Petrochemicals*. **1996**, 9, 14-21 (in Russ).
- [17] Fairuz D.H., Fairouz A.D., Sitdikova A.V., Baulin O.A., Rahimov M.N. *Refining and Petrochemicals*. **2009**, 6, 12-18 (in Russ).
- [18] Tuktin B., Shapovalova L.B., Zhandarov E.K., Zhedelhan M.J. *Refining and Petrochemicals*. **2014**, 10, 37-39 (in Russ).
- [19] Batailla F., Lemberston J.L. *Abstracts. Europacat-V. Limerick*, **2001**, Book 1. 10 p (in Eng).
- [20] Aliev R.R., Elishin A.I., Reznichenko I.D. *Chemistry and technology of fuels and oils*. **2001**, 12, 16-18 (in Russ).
- [21] Velichkina L.M., Gossen L.P. *Refining and Petrochemicals*. **2005**, 3, 31-37 (in Russ).
- [22] Jonah K.G. Multifunctional catalysis on zeolites. Novosibirsk: Nauka, **1982**, 234p (in Russ).

Б. Т. Туктин, Е.К. Жандаров, Л.Б. Шаповалова, А.С.Тенизбаева

Д.В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты

МОДИФИЦИРЛЕНГЕН ЦЕОЛИТҚҰРАМДЫ АДЮМОКСИДТІ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА МҰНАЙ ФРАКЦИЯЛАРЫН ГИДРОӨНДЕУ

Аннотация: бұл жұмыста мұнайдың бензин және дизель фракцияларын КГО тобындағы поликомпонентті катализаторларда каталитикалық гидроөндеудің зерттеу нәтижелер көрсетілген. Мұнайдың бензин және дизель фракцияларын гидроөндеу процестерін зерттеулер стационарлы катализатор қабаты бар ағымды қондырғыда 320 - 400⁰С температурасында және 3,0 - 4,0 МПа қысымында жүзеге асырылды. Мұнай фракцияларын гидроөндейтін жаңа дайындалған КГО тобындағы цеолитқұрамды катализаторларда бензин және дизель фракцияларын өндегенде бір кезеңде гидротазалау, гидроизомеризация және гидрокрекингілеуді жүргізе отыра жоғары активтілік көрсетіп, Евростандарттарға сәйкес келетін күкірті аз жоғары октанды бензин мен күкірті аз төмен температурада қататын дизель отынын алуға мүмкіндік беретіні анықталған. Дизель отынын өндеуде жоғары гидрокүкіртсіздендіру активтілігіне КГО-6 катализаторы ие. Тиімді жағдайлардағы күкірттің қалған мөлшері - 0,0536% құрады. Осы катализаторда қату температурасы минус 58,9⁰С-қа тең күкірті аз дизель отыны алынды. Бензин фракциясын гидроөндеуде жоғары гидрокүкіртсіздендіру активтілік КГО-5 катализаторына тән: КГО-5 катализаторында гидрожақсартылған бензинде 350⁰С-та күкірт мөлшері - 0,0014%, ал 400⁰С-та катализатта күкірт жоқ. Сапасы жақсартылған бензиннің октандық саны 83,1 (З.Ә.) және 68,9-ға (М.Ә.) тең. Бастапқы бензин фракциясында күкірттің мөлшері – 0,037 %, октан саны зерттеу әдісі бойынша 77,7; октан саны моторлық әдіс бойынша 58,3-ке тең болды.

Түйін сөздер: катализатор, гидроөндеу, гидротазалау, бензин, дизель отыны, күкірт.

МАЗМҰНЫ

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

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| Нурмаканов Е.Е., McCue A.J., Anderson J.A., Иткуллова Ш.С., Кусанова Ш.К. Конверсия метана диоксидом углерода или $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ 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. Технологичные 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 Cu (II) и Fe (II) новым фосфор-содержащим ионообменником на основе эпоксиакрилатов и мазута..... | 99 |
| Закарин Н.А., Акурпекова А.К., Далелханулы О. Стабильность Pt-катализаторов, нанесенных на алюминиевый столбчатый монтмориллонит, в изомеризации Н-гексана..... | 104 |
| Рахметова К.С., Сасыкова Л.Р., Гильмундинов Ш.А., Нурахметова М.С., Бердибекова М.А., Калыкбердиев М.К., Масенова А.Т., Башева Ж.Т. Катализаторы на блочных металлических носителях для нейтрализации токсичных выбросов автотранспорта и печей подогрева нефти..... | 111 |
| Сасыкова Л.Р., Налибаева А., Гильмундинов Ш.А. Синтез и испытания катализаторов на металлических блоках для очистки выхлопных газов в реальных условиях эксплуатации..... | 118 |
| Сасыкова Л.Р., Калыкбердиев М.К., Башева Ж. Т., Масенова А.Т. Жидкофазная гидрогенизация бензиновых фракций при повышенном давлении..... | 126 |
| Сасыкова Л.Р., Нурахметова М.С., Гильмундинов Ш.А., Жумаканова А.С., Рахметова К.С., Калыкбердиев М.К., Башева Ж.Т., Масенова А.Т. Каталитический синтез присадок и экологически чистого топлива..... | 135 |
| Мамырбекова А., Мамитова А., Тукибаева А., Паримбек П., Мамырбекова А. Получение медных порошков из водно-диметилсульфоксидных растворов электролитов..... | 144 |
| Мамырбекова А., Мамитова А., Тукибаева А., Паримбек П., Мамырбекова А. Чистота электроосаждаемого металла в зависимости от состояния его ионов в электролите..... | 152 |
| Тунгатарова С.А., Байжуманова Т.С., Жексенбаева З.Т., Абдухалыков Д.Б., Жумабек М., Касымхан К., Сарсенова Р. Окисление легких алканов в водород и водородсодержащую смесь..... | 157 |
| Бектурганова Н.Е., Керимкулова М.Ж., Тлеуова А.Б., Шарипова А.А., Айдарова С.Б. Очистка сточных (коммунальных) вод Ауэзовского района г.Алматы отечественными адсорбентами..... | 168 |
| Сасыкова Л.Р., Налибаева А.М., Богданова И.О. Цеолитсодержащие каталитические системы на металлических блочных носителях для восстановления оксида азота углеводородами..... | 177 |
| Сасыкова Л.Р., Налибаева А.М. Разработка каталитических систем на металлических блочных носителях для окисления углеводородов и восстановления оксида азота..... | 186 |
| Стацюк В.Н., Султанбек У., Фогель Л.А. Влияние гидроксилamina на фосфатирование железа в сульфатных растворах..... | 194 |
| Сейлханова Г.А., Курбатов А.П., Березовский А.В., Усипбекова Е.Ж., Наурызбаев М.К. Особенности электрохимического осаждения и растворения оксида таллия(III)..... | 200 |
| Касенова Ш.Б., Мукушева Г.К., Байсаров Г.М., Касенов Б.К., Сагинтаева Ж.И., Адекенов С.М., Хасенова Р.Ж. Термодинамические свойства производных флавоноидов цирсилинеола, артемизетина..... | 206 |
| Кусанова Ш.К., Кустов Л.М., Иткуллова Ш.С., Тумабаева А.И., Болеубаев Е.А., Шаповалов А.А. Гидрирование CO_2 на биметаллических $\text{Co-Mo/Al}_2\text{O}_3$ катализаторах..... | 211 |

CONTENTS

| | |
|--|-----|
| <i>Nurmakanov Y.Y., McCue A.J., Anderson J.A., Itkulova S.S., Kussanova S.K.</i> Methane reforming by CO ₂ or CO ₂ -H ₂ O over Co-containing supported catalysts..... | 5 |
| <i>Dergacheva M.B., Khussurova G.M., Puzikova D.S., Nemkaeva R.R., Yaskevich V.I., Mit'K.A.</i> The influence of SAS on CdSe thin films electrodeposition..... | 12 |
| <i>Mansurov Z.A., Tulepov M.I., Kazakov Y.V., Gabdrashova Sh.E., Baiseitov D.A., Tursynbek S., Dalton Alan B.</i> Pyrotechnic delay composition based on modified components..... | 21 |
| <i>Bishimbayeva G.K., Zhumabayeva D.S.</i> Technological methods of receiving new components of cathodic materials by direct sulphuration of industrial polymers..... | 28 |
| <i>Zharmagambetova A.K., Auyezkhanova A.S., Jumekeyeva A.I., Tumabayev N.Zh.</i> The catalytic properties of the bimetallic PVPD-modified catalysts of n-octane oxidation under mild conditions..... | 39 |
| <i>Tuktin B.T., Zhandarov E.K., Shapovalova L.B., Tenizbaeva A.S.</i> The hydroprocessing of different oil fractions on modified alumina catalysts..... | 46 |
| <i>Nalibayeva A., Sassykova L.R., Kotova G.N., Bogdanova I.O.</i> Synthesis and testing of the stable to poisons zeolite-containing catalysts on the metal blocks for reduction of nitrogen oxide by hydrocarbons..... | 55 |
| <i>Dergacheva M.B., Khussurova G.M., Urazov K.A.</i> The investigation of copper electrodeposition from electrolytes on base sulfur and sulfosalicylic acids by quartz microgravimetry and voltametry methods..... | 65 |
| <i>Sagintaeva Zh.I., Kasenova Sh.B., Issabayeva M.A., Kasenov B.K., Kuamyshbekov E.E.</i> Heat capacity and thermodynamic functionsferro-chrome-manganite NdNaFeCrMn _{6,5} | 74 |
| <i>Akhmetkarimova Zh.S., Muldakhmetov Z.M., Ordabaeva A.T., Baikenov M.I., Bogzhanova Zh.K., Eskendyyrov T.R.</i> Equilibrium kinetic analysis of poly aromatic mixture anthracene and benzothiophene..... | 79 |
| <i>Alimzhanova M.B.</i> Screening of volatile organic pollutants in water of Almaty Lake-settler by SPME-GC-MS..... | 85 |
| <i>Bayeshov A.B., Yegeubayeva S.S., Kadirbayeva A.S., Bayeshova A.K.</i> Electrochemical behavior of the nickel electrode during polarization of the anodic pulse current in the phosphoric acid solution..... | 93 |
| <i>Bektenov N.A., Samoilov N.A., Sadykov K.A., Baidullaeva A.K., Abdraliyeva G.E.</i> Sorption Cu (II) and Fe (II) IONS new phosphorus-containing ion exchanger based on fuel oil and epoxyacrylates..... | 99 |
| <i>Zakarina N.A., Akurpekova A.K., 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 ₂ hydrogenation over bimetallic Co-Mo/Al ₂ O ₃ catalysts..... | 211 |

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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

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