

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Д.В.СОКОЛЬСКИЙ АТЫНДАҒЫ «ЖАНАРМАЙ,
КАТАЛИЗ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРОХИМИЯ ИНСТИТУТЫ» АҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

АО «ИНСТИТУТ ТОПЛИВА, КАТАЛИЗА И
ЭЛЕКТРОХИМИИ ИМ. Д.В. СОКОЛЬСКОГО»

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

JSC «D.V. SOKOLSKY INSTITUTE OF FUEL,
CATALYSIS AND ELECTROCHEMISTRY»

ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ



SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

5 (431)

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2018 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2018 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2018**

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

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of chemistry and technologies scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы "ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы" ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия химии и технологий» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

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)
Иткулова Ш.С. проф. (Қазақстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Қазақстан)
Баешов А.Б. проф., академик (Қазақстан)
Бүркітбаев М.М. проф., академик (Қазақстан)
Джусипбеков У.Ж. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Молдахметов М.З. проф., академик (Қазақстан)
Мансуров З.А. проф. (Қазақстан)
Наурызбаев М.К. проф. (Қазақстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Рахимов К.Д. проф. академик (Қазақстан)
Стрельцов Е. проф. (Белорус)
Тәшімов Л.Т. проф., академик (Қазақстан)
Тодераш И. проф., академик (Молдова)
Халиков Д.Х. проф., академик (Тәжікстан)
Фарзалиев В. проф., академик (Әзірбайжан)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2018

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

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

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

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

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2018

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

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

E d i t o r i n c h i e f

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

E d i t o r i a l b o a r d :

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

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

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

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

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2018

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

<https://doi.org/10.32014/2018.2518-1491.2>

Volume 5, Number 431 (2018), 13 – 19

УДК 541.128.665

B.T.Tuktin, A.S.Tenizbaeva, N.N.Nurgaliyev, L.B.Shapovalova, V.I. Yaskevich

"D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry", Almaty, Kazakhstan

E-mail: tuktin_balga@mail.ru**STUDY OF HYDRO PURIFICATION
AND HYDROISOMERIZATION STRAIGHT-RUN GASOLINE
FRACTION OVER MODIFIED Ni (Co)-Mo- Al₂O₃- CATALYSTS**

Abstract. The article presents the results of studies of hydropurification and hydroisomerization of a straight-run gasoline fraction on new zeolite-containing aluminonickel (cobalt) molybdenum catalysts modified with phosphorus and (rare earth element) REE: CoO-MoO₃-Ce₂O₃-P₂O₅-Al₂O₃-ZSM (KGO-18) and NiO-MoO₃-Ce₂O₃-P₂O₅-Al₂O₃-ZSM (KGO-3). The effect of temperature, pressure and the volume flow rate of the feedstock was studied. Investigation of the processes of hydroprocessing of straight-run gasoline was carried out in a high-pressure flow system with a stationary catalyst bed at temperatures of 320-400°C, a pressure of 3.0 -4.0 MPa and a feed rate of 0.5-3.0 hr⁻¹.

At hydroprocessing of straight-run gasoline with high hydrodesulfurizing activity the catalyst KGO-18 possesses. The sulfur content of the catalyst decreased from 0.0080 (reference gasoline) to 0.0015% with an increase in temperature to 400°C. After hydroprocessing the straight-run gasoline fraction on the KGO-3 catalyst at 400°C, the octane number of the hydro-upgraded gasoline rises from 79.0 (reference gasoline) to 92.4 research method (RM) and from 62.4 to 77.0 motor method (MM). Under these conditions, the octane number of hydrotreated gasoline on the catalyst KGO-18 is increased in comparison with the initial from 78.9 to 90.7 (RM) and by the motor method from 60.9 to 71.7.

Electron microscopic studies have shown that the modified Ni (Co)-Mo-Al₂O₃ catalysts are highly disperse, the metal components of the active phase are predominantly in the oxidized state, forming cluster-associates on the surface whose dispersion and structure and state are determined by the nature of the catalyst components.

Key words: zeolite, straight run gasoline, catalyst, hydrotreatment.

Introduction

In the oil refining industry, hydropurification and hydroisomerization processes are widely used to produce high-quality motor fuels, which are one of the main processes widely used in the oil refining industry.

In connection with the deepening of the processing of high-sulfur oil, there is a growing need to improve the existing catalysts for the hydrotreating of oil fractions. In accordance with modern requirements, a significant limitation of the sulfur, benzene, aromatic and olefinic hydrocarbons in motor fuels is necessary. The known industrial catalysts do not provide the required degree of hydrotreating. In many countries, catalysts are being searched for increasing the depth of removal of sulfur-containing compounds and improving the technology for the production of motor fuels.

The problem of choosing the most effective catalyst is complex and requires in each case an individual approach. Recently, specific catalytic systems for the hydroprocessing of a specific type of raw material have been purposefully developed [1-19].

In this paper, the results of hydropurification and hydroisomerization studies of a straight-run gasoline fraction on new zeolite-containing aluminonickel (cobalt) molybdenum catalysts modified with phosphorus and REE: CoO-MoO₃-Ce₂O₃-P₂O₅-Al₂O₃-ZSM (KGO-18) and NiO-MoO₃-Ce₂O₃-P₂O₅-Al₂O₃-ZSM (KGO-3).

Experimental part

New modified zeolite-containing catalysts of CGO were developed. The catalysts were prepared by impregnating a mixture of aluminum hydroxide and zeolite ZSM with aqueous solutions of nickel (cobalt) nitrate, ammonium paramolybdate and the introduction of modifying additives. After molding, the catalyst was dried at 150°C and calcined at 550°C for 5 hours.

New zeolite-containing modified catalysts were synthesized for the process of hydrotreating gasoline fractions of oil: CoO-MoO₃-Ce₂O₃-P₂O₅-Al₂O₃-ZSM (KGO-18); NiO-MoO₃-Ce₂O₃-P₂O₅-Al₂O₃-ZSM (KGO-3).

Investigation of the processes of hydroprocessing straight-run gasoline in a high-pressure flow system with a stationary catalyst bed at temperatures of 320-400°C, a pressure of 3.0-4.0 MPa and a volumetric feed rate of 2hr⁻¹. The hydrocarbon composition of the reaction products was analyzed on chromatographs "Chromatec-Crystal" and "Chromium-5". Analysis of sulfur content in feedstock and products was carried out in «Oilsert International» LLP (Almaty).

To study the structure and state of the catalyst surface, the electron microscopy method was used [20, 21].

Results and discussion

When hydrolyzing the gasoline fraction on the catalyst KGO-3 at 320°C at V = 2.0hr⁻¹ and P = 4.0MPa, the content of isoalkanes increases from 40.3% (initial fraction) to 44.0%, with an increase in temperature to 400°C, their amount slightly reduced to 37.5% (Table 1). Under these conditions, the proportion of aromatic hydrocarbons in the resulting catalyst varies from 14.7 to 29.4%. The content of naphthenic hydrocarbons in the catalyst is 19.4-22.5%, olefinic hydrocarbons - 4.2 - 6.1%. The yield of the liquid phase with increasing temperature from 320 to 400°C decreases from 80.0 to 75.0%. The octane number of hydrotreated gasoline in these conditions rises from 79.0 (reference gasoline) to 92.4 (RM) and from 60.9 to 77.0 (MM). After processing the gasoline fraction with an initial sulfur content of 0.0080% on the catalyst KGO -3, the mass fraction of sulfur in the catalyst decreased to 0.0039% with an increase in temperature to 400 ° C.

Table 1 - Effect of temperature on the process of hydroprocessing of the gasoline fraction on the catalyst KGO-3

Products,%	T°C				
	Initialgasoline	320	350	380	400
Paraffins C ₅ -C ₆	25,7	14,5	8,5	5,1	6,9
Iso-alkanes	40,3	44,0	42,2	46,2	37,5
Olefins	5,1	4,3	6,1	4,2	4,4
Aromatichydrocarbons	8,9	14,7	23,2	25,1	29,4
Naphthenichydrocarbons	20,0	22,5	20,0	19,4	21,8
Yield of the liquid phase	-	80,0	78,5	78,6	75,0
Octane number by research method	79,0	85,6	87,9	89,1	92,4
Octane number by motor method	60,9	71,9	73,4	74,2	77,0
Massfractionofsulfur,%	0,0080	0,0064	0,0060	0,0057	0,0039
Note: P=4,0MPa, V=2,0ч ⁻¹					

The influence of pressure on the process of hydroprocessing of the gasoline fraction on the catalyst KGO-3 at V = 2.0 hr⁻¹ and T = 400°C was studied (Table 2). With an increase in pressure in the interval 2.5-4.0 MPa, the amount of isoalkanes is 37.2-38.9%, the concentration of naphthenic hydrocarbons decreases from 17.0% to 21.9%. The concentration of aromatic hydrocarbons in the resulting catalyst ranges from 29.4-30.9%, olefins - 3.4-9.0%. The yield of the liquid phase is 70.0-75.0%. The octane number of gasoline enriched at 4.0 MPa is 92.4 (RM) and 77.0 (MM). When hydrolyzing the gasoline fraction, the sulfur content of the final product decreases from 0.0080% (reference gasoline) to 0.0039% at 4.0 MPa.

Table 2 - Influence of pressure on the process of hydroprocessing of the gasoline fraction on the catalyst KGO-3

Products, %	Pressure, MPa				
	Initial gasoline	2,5	3,0	3,5	4,0
Paraffins C ₅ -C ₆	25,7	8,5	4,2	8,7	6,9
Iso-alkanes	40,3	37,8	38,9	37,2	37,5
Olefins	5,1	3,4	9,0	6,3	4,4
Aromatic hydrocarbons	8,9	30,9	30,9	30,8	29,4
Naphthenic hydrocarbons	20,0	19,8	17,0	17,0	21,8
Yield of the liquid phase	-	70,0	70,0	72,0	75,0
Octane number by research method	79,0	90,0	91,0	91,5	92,4
Octane number by motor method	60,9	75,4	74,9	76,5	77,0
Mass fraction of sulfur, %	0,0080	0,0061	0,0057	0,0049	0,0039

Note: P=4,0MPa, V=2,0hr⁻¹; V=2,0hr⁻¹ and T= 400°C.

During the hydroprocessing of the gasoline fraction on the catalyst KGO-3 (P = 4.0 MPa and 400°C), when the volumetric feed rate of the feed varies from 1.0 to 2.5 hr⁻¹, the content of isoalkanes in the catalyst varies from 31.4 to 37.5% the concentration of aromatic hydrocarbons is 29.0-30.7%, of naphthenic hydrocarbons is from 15.4 to 21.8%. The amount of olefinic hydrocarbons varies between 2.7-4.4%. The octane number of the gasoline produced increases with hydrotreating on the catalyst KGO- compared to the initial (79.0) to 92.4-93.7 (RM). The yield of the liquid phase is 75.0-78.0%. When hydrolyzing the gasoline fraction on the catalyst KGO-3, the sulfur content in the final product decreases from 0.0080% (reference gasoline) to 0.0039% at 4.0 MPa (Table 3)

Table 3 - Influence of the space velocity on the process of hydroprocessing of the gasoline fraction on the catalyst KGO-3.

Products, %	Volumetric speed, h ⁻¹			
	Initial gasoline	1.0	1.5	2.0
Paraffins C ₅ -C ₆	25,7	20,2	17,4	6,9
Iso-alkanes	40,3	31,4	33,8	37,5
Olefins	5,1	2,7	2,7	4,4
Aromatic hydrocarbons	8,9	29,0	30,7	29,4
Naphthenic hydrocarbons	20,0	16,6	15,4	21,8
Yield of the liquid phase	-	78,0	77,0	75,0
Octane number by research method	79,0	93,7	93,5	92,4
Octane number by motor method	60,9	77,4	77,6	77,0
Mass fraction of sulfur, %	0,0080	0,0037	0,0039	0,0039

Note: P= 4.0MPa, 400°C

When studying the influence of temperature on the process of hydroprocessing of straight-run gasoline on the catalyst KGO-18, it was shown that in the temperature range 320-350°C the maximum amount of isoalkanes is 39.7-38.2% (Table 4). At higher temperatures, the yield of isoalkanes decreases to 34.4% at 400 °C. The content of aromatic hydrocarbons in the catalyst under these conditions increases from 15.2 to 24.8%, the yield of naphthenic hydrocarbons decreases from 26.1 to 24.0%. The amount of olefinic hydrocarbons varies within the range of 4.6-7.6%. The yield of hydro-upgraded gasoline decreases from 70.7 to 60.5% with increasing temperature from 320 to 400°C. The octane number of hydrotreated gasoline is increased compared with the original from 79.0 to 90.7 (MI) and by the motor method from 60.9 to 71.7. The sulfur content of the catalyst decreased from 0.0080 (reference gasoline) to 0.0015% with an increase in temperature to 400°C.

Table 4 - Effect of temperature on the process of hydroprocessing straight-run gasoline on catalyst KGO-18

Products,%	T°C				
	Initialgasoline	320	350	380	400
Paraffins C ₅ -C ₆	27,3	11,4	15,1	12,5	12,2
Iso-alkanes	36,8	39,7	38,2	34,0	34,4
Olefins	4,8	7,6	5,6	5,4	4,6
Aromatichydrocarbons	9,2	15,2	18,7	20,9	24,8
Naphthenichydrocarbons	21,9	26,1	22,3	27,2	24,0
Yield of the liquid phase	-	70,7	68,3	65,0	60,5
Octane number by research method	79,0	82,6	84,9	88,1	90,7
Octane number by motor method	60,9	67,8	67,7	68,5	71,7
Massfractionofsulfur,%	0,0080	0,0049	0,0026	0,0030	0,0015
Note: P=4,0MPa, V=2,0hr ⁻¹					

Table 5 shows the results obtained in a study of the effect of pressure on the process of hydroprocessing straight-run gasoline on the catalyst KGO-18. Studies have shown that in the pressure range 2.5-4.0 MPa, the content of isoalkanes in the catalyst increases from 31.2 to 38.8%. The amount of aromatic hydrocarbons in this pressure range increases from 25.8% to 32.8%, while a decrease in the yield of naphthenic hydrocarbons from 30.1% to 22.9%. The content of olefinic hydrocarbons is 5.3-6.2%. The yield of hydro-upgraded gasoline increases with increasing pressure from 58.0 to 90.0%. The octane number of hydro-upgraded gasoline is increased compared to the initial from 79.0 to 90.7 by the research method and by the motor method from 60.9 to 71.7. The sulfur content of the catalyst decreased from 0.0080 to 0.0015% as the temperature increased to 400°C.

Table 5 - Influence of pressure on the process of hydroprocessing of straight-run gasoline on the catalyst KGO-18 at T = 400°C, V = 2.0 h⁻¹

Products,%	P, MPa				
	Initialgasoline	2,5	3,0	3,5	4,0
Paraffins C ₅ -C ₆	27,3	7,6	12,6	7,6	7,2
Iso-alkanes	36,8	31,2	32,0	37,8	38,8
Olefins	4,8	5,3	5,5	3,0	6,2
Aromatichydrocarbons	9,2	25,8	26,9	31,3	32,8
Naphthenichydrocarbons	21,9	30,1	22,9	20,3	22,9
Yield of the liquid phase		58,0	70,0	75,0	90,0
Octane number by research method	79,0	87,7	91,5	88,2	90,7
Octane number by motor method	60,9	70,3	72,3	72,5	71,7
Massfractionofsulfur,%	0,0080	0,0013	0,0013	0,0012	0,0015
Note: V=2,0hr ⁻¹ andT= 400°C.					

When hydrolyzing the gasoline fraction on the catalyst KGO-18 (P = 4.0 MPa and 400°C) with an increase in the feed rate of feed from 0.5 to 3.0 hr⁻¹, the content of isoalkanes in the catalyst increases from 31.3 to 35.0 %, the amount of aromatic hydrocarbons is 25.7-32.8%, the yield of naphthenic hydrocarbons is 26.3-34.9%, of olefinic hydrocarbons varies between 5.8-6.3% (Table 6). The octane number of the produced gasoline increases with hydrotreating on the catalyst KGO-18 in comparison with the initial (79.0) to 89.2-90.7 (RM). The yield of the liquid phase fluctuates within the limits of 80.4-94.6%. During hydroprocessing of the gasoline fraction on the catalyst KGO-18 at P = 4.0 MPa and 400°C and sulfur

feed rates of 0.5 hr⁻¹ sulfur-containing compounds in the final product were not detected. With an increase in feed rate, the residual sulfur content fluctuates between 0.0012 and 0.0026% (Table 6).

Table 6- Influence of the volumetric feed rate on the process of hydroprocessing of straight-run gasoline on the catalyst KGO-18

Products,%	V, ч ⁻¹					
		0,5	1,0	2,0	2,5	3,0
Paraffins C ₅ -C ₆	27,3	3,5	8,2	3,2	7,9	6,5
Iso-alkanes	36,8	31,3	30,0	22,8	34,3	35,0
Olefins	4,8	6,3	6,2	6,2	5,8	5,7
Aromatic hydrocarbons	9,2	25,8	27,7	32,8	25,7	26,2
Naphthenic hydrocarbons	21,9	33,1	27,9	34,9	26,3	26,6
Yield of the liquid phase	-	94,6	93,8	90,0	86,4	80,4
Octane number by research method	79,0	89,7	89,2	90,7	90,7	92,1
Octane number by motor method	60,9	71,5	68,9	71,7	72,1	71,5
Mass fraction of sulfur,%	0,0080	-	0,0012	0,0015	0,0024	0,0026

Note: P=4,0MPa and 400°C

The conducted studies of the process of hydroprocessing of the straight-run gasoline fraction allowed to establish that the catalyst KGO-18 possesses higher hydrodesulfurizing activity in comparison with the catalyst KGO-3: the residual sulfur content at 400°C is 0.0015 and 0.0039%, respectively. Under these conditions, the octane number of gasoline hydroprocessed on the catalyst KGO-18 is 90.7 (RM), and the gasoline produced on the catalyst KGO-3 has an octane number of 92.4 (RM). The observed increase in the octane number is mainly due to the enhancement of the process of hydroisomerization of n-alkanes and the increase in the content of aromatic hydrocarbons.

The activity of the catalysts is related to the surface structure, composition and state of the active sites. An electron-microscopic study was made of the structure and state of the active sites of catalysts KGO-3 and KGO-18.

According to the electron microscopy data, the catalysts are highly disperse, the metal components of the active phase are predominantly in the oxidized state, forming cluster-associates on the surface, the dispersion, structure and state of which is determined by the nature of the catalyst components.

The KGO-3 catalyst is characterized by the presence of clusters with $d = 3.0 - 4.0$ nm, which are formed by finely dispersed particles with $d < 0.05$ nm, which include NiSi₂ and Ni₂O₃. In addition, there are single particles with signs of hexagonal faceting with $d \approx 15.0-30.0$ nm, consisting of the compounds AlNi₂Si, AlNi, Ge₂O₃, MoO(OH)₂, AlMo₃, MoSi₂, Al₃Ce and CeAlO₃ (Figure 1).

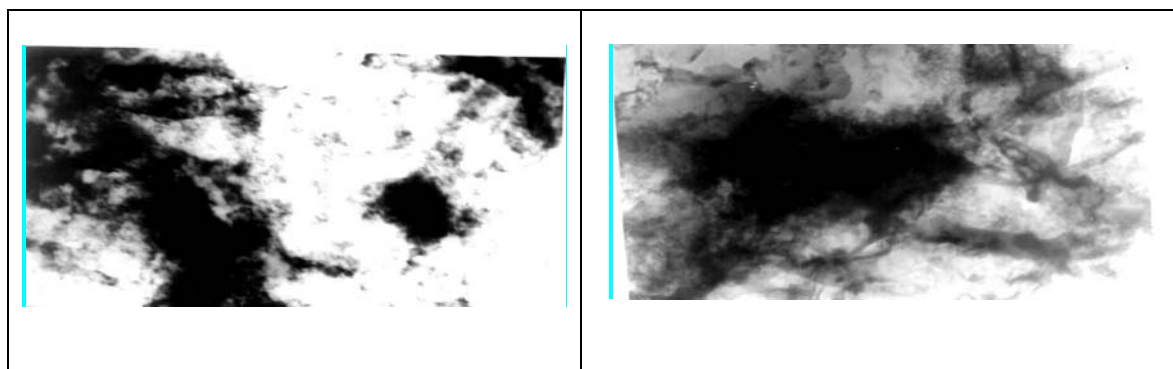


Figure 1 - Electron microscopic images of the catalyst KGO-3

Clusters of highly dispersed particles of various shapes with $d = 50-200$ nm, consisting of Co₂Mo₃O₈, CeP₂O₇, AlPO₄, CoOOH, MoOPO₄, α -Co(P₂O₇), Ce(MoO₄)₂, are found on the surface of the catalyst KGO-18 (Fig. 2). In addition, there are 4-5 nm particles formed by Ge₄(P₂O₇)₃, CoSi, MoP, MoSi₂, Ge₆O₁₁ and CoMoP₂.

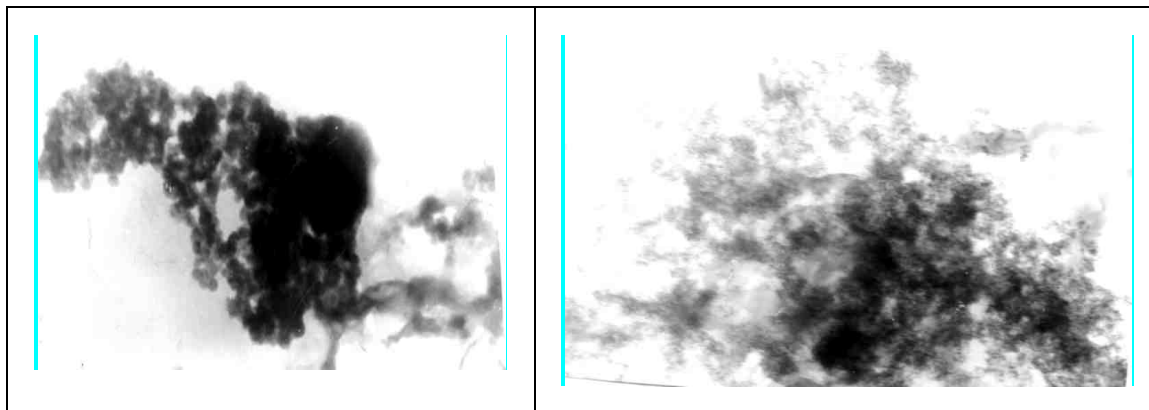


Figure 2 - Electron microscopic RMages of the catalyst KGO-18

It should be noted that the detected structures of AlNi_2Si , AlMo_3 , AlNi , MoSi_2 , Al_3Ce and CeAlO_3 NiSi_2 indicate the introduction of metals-active phase components into the zeolite structure with the formation of new centers that can function as Lewis acid sites [22, 23].

Conclusions. Thus, modified zeolite-containing catalysts for the hydroprocessing of gasoline fractions $\text{CoO-MoO}_3\text{-Ce}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-ZSM}$ and $\text{NiO-MoO}_3\text{-Ce}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-ZSM}$ have been developed and synthesized, which hydrotreating and hydroisomerization in one step. The developed catalysts for activity in hydrotreatment processes of gasoline fractions of petroleum exceed the known industrial catalysts [1, 2]. The catalysts make it possible to obtain low-sulfur gasoline, and also to increase its octane number.

Source of research funding: The work is carried out in accordance with the scientific and technical program: No. BR05236739 "Creation of bases for the production of oil and gas products based on domestic technologies".

REFERENCES

- [1] Xavkin V.F., Chernysheva E.A., Gulayeva L.A., *Gidrogenizatsionnyeprotsessypolucheniya motornyhtopliv*. Ufa, **2013**. 259. (in Russ)
- [2] Smirnov V.K., Irisova K.N., Talisman E.L. *Kataliz v promyshlennosti*. **2003**, 2, 30-36. (in Russ)
- [3] Barsukov O.V., Talisman E.L., Nasirov R.K. *Neftepererabotka i neftehimia*. **1996**, 9, 14-21. (in Russ)
- [4] Gavrillov N.V., Durov O.V. *Himiiatexnologiatoplivimasel*. **2008**, 6, 9-13. (in Russ)
- [5] Rodriguez-Castellon E., Jimenez-Lopez A., Eliche-Quesada D. *Fuel*. – **2008**, 87, 1195-2006. (in Eng)
- [6] Dengqian Zhang, Aijun Duan, Zhen Zhao, Chunming Xu. *J. of catalysis*. – **2010**, 274, 2, 273-286. (in Eng)
- [7] Youssef Saih, Kohichi Segawa. *Applied catalysis A*. **2009**, 353, 258-265. (in Eng)
- [8] Iasian Iy .P., Kolesnikov A.G., Krahalova I.S., Borovikova T.N., Ivanenko M.V., Ovchinnikova P.F. *Himiiatexnologiatoplivi masel*. **2009**, 5, 37-39. (in Russ)
- [9] Nefedov B.K. *Kataliz v promyshlennosti*. **2003**, 2, 20-27. (in Russ)
- [10] Kuznetsov P.N. *J.Catal*. **2003**, Vol. 218, 12. – 23. (in Russ)
- [11] Radchenko E.D., Nefedov B. K., Aliev R. R. *Promichlennii katalizatori gidrogenizatsionnih processov*. -Himia, **1987**, 224. (in Russ)
- [12] Plantenga F.L., Leliveld R.G. *Appl. Catal. A: General*, **2003**, v.248, 1-7. (in Eng)
- [13] Ozorenko A.A., Zamanov V. V. *Neftepererabotka i neftehimia* **2007**, 3, 28-32. (in Russ)
- [14] Rustanov M. I., Abat-Zade H. I., Piriev N.N., Gadrov G.H., Muhtarova G.S., Ibragimov R.G. *Neftepererabotka i neftehimia* **2009**, 10, 8-13. (in Russ)
- [15] Egorov O. I., Chigirina O. A., Baimukanov A.S. *Neftegazovyi kompleks Kazahstana: problemy razvitiia i effektivnogo funktsionirovaniia*. -Almaty, **2003**, 536. (in Russ)
- [16] Kashin O.N., Ermolenko A.D., Firsova T.G., Rudin M.G. *Neftepererabotka i neftehimia*. **2005**, 5, 32-38. (in Russ)
- [17] Asaftei, I.V., Lungu, N.C., Birsu, L.M., Ignat, M., Sandu, I.G. *Revista de Chimie*. **2016**, 67, 1523-1528. (in Eng)
- [18] Chavarria J.C., Ramirez J., Gonzalez H and Baltanas M.A. *Catal. Today*. **2004**, 98, 1-2, 235-242. (in Eng)
- [19] Mota F.M., Bouchy C., Guillon E., Fécant A., Bats N., Martens J.A. *J. of Catalysis*. **2013**, V. 301, 20-29. (in Eng)
- [20] Shimmel G. *Metodika elektronnoimikroskopii*. M.: Mir, **1972**. – 299.
- [21] Schultz D. V., Howe J. M. *Transmission electron microscopy and diffractometry of materials*. **2011**. Technosphere. M. 305p.
- [22] Paukshtis E.A. *Инфракрасная спектроскопия в гетерогенном кислотном катализе. Инфракрасная спектроскопия в гетерогенном кислотном катализе*. Novosibirsk: Nauka, **1992**, 225. (in Russ)
- [23] Ione K.G. *Polifunktsionalnyh kataliz na tsiolitah*. Novosibirsk: Nauka, **1982**, 272. (in Russ)

Б.Т. Туктин, А.С. Тенізбаева, Н.Н. Нұргалиев, Л.Б. Шаповалова, В.И. Яскевич

" Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты", Алматы, Қазақстан

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ Ni(Co)-Mo- Al₂O₃ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА ТУРА АЙДАЛҒАН БЕНЗИН ФРАКЦИЯСЫН ГИДРОИЗОМЕРЛЕУ ЖӘНЕ ГИДРОӨНДЕУ

Аннотация. Жұмыста жаңа цеолит құрамды алюмоникель (кобальт) молибден, СЖЭ және фосформен модифицирленген CoO-MoO₃- Ce₂O₃-P₂O₅-Al₂O₃-ZSM (КГО-18); CoO-MoO₃-La₂O₃-P₂O₅-Al₂O₃-ZSM (КГО-20) және CoO-MoO₃-Ce₂O₃-P₂O₅-Al₂O₃-ZSM-HY (КГО-16) катализаторларында тура айдалған бензин фракцияларын гидротазалау мен гидроизомерлеудің зерттеу нәтижелері көрсетілген. Шикізаттың көлемдік берілу жылдамдығы мен қысымының температураға әсері зерттелді. Тура айдалған бензинді ағымды қондырғыда жоғары қысымда катализатордың стационарлы қабатының температурасы 320-400⁰С, қысымы 3,0-4,0 МПа шикізаттың көлемдік берілу жылдамдығы 0,5-3,0 сағ⁻¹ гидроөндеу процесі жүргізілді. Тура айдалған бензинді гидроөндегенде жоғары күкіртсіздендіру активтілігіне КГО-18 катализаторы ие болды. Температураны 400⁰С көтергенде сұйытықтағы күкірттің құрамы 0,0080 (Бастапқы бензин) 0,0015%-ға дейін төмендеді. 400⁰С-та КГО-3 катализаторында тура айдалған бензин фракциясын гидроөндегеннен кейін гидрожақсартылған бензиннің октан саны 79,0 (бастапқы бензин) 92,4 (З.Ө) және 62,4-тен 77,0 (М.Ө.) Осы жағдайда КГО-18 катализаторында гидрожақсартылған бензинді бастапқы мен салыстырсақ октан саны 78,9-дан 90,7(З.Ө) және моторлы әдіспен 60,9-дан 71,7-ге өскен.

Электронды микроскопиялық зерттеулер модификацияленген Ni (Co) -Mo-Al₂O₃ катализаторларының жоғары дисперсті екенін көрсетті, белсенді фазаның металл компоненттері негізінен тотыққан күйде болып, бетінде кластерлі-ассоциаттар түзеді, дисперстілігі, құрылымы мен күйі катализатордың компоненттерінің табиғаты бойынша анықталады.

Түйін сөздер: цеолит, тура айдалған бензин, катализатор, гидроөндеу.

Б.Т. Туктин, А.С. Тенізбаева, Н.Н. Нұргалиев, Л.Б. Шаповалова, В.И. Яскевич

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРООЧИСТКИ И ГИДРОИЗОМЕРИЗАЦИИ ПРЯМОГОННОЙ БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ Ni(Co)-Mo- Al₂O₃- КАТАЛИЗАТОРАХ

Аннотация. В работе приведены результаты исследований гидроочистки и гидроизомеризации прямогонной бензиновой фракции на новых цеолитсодержащих алюмоникель (кобальт) молибденовых катализаторах, модифицированных фосфором и РЗЭ: CoO-MoO₃- Ce₂O₃-P₂O₅-Al₂O₃-ZSM (КГО-18) и NiO-MoO₃- Ce₂O₃-P₂O₅-Al₂O₃-ZSM (КГО-3). Исследовано влияние температуры, давления и объемной скорости подачи сырья. Исследование процессов гидропереработки прямогонного бензина проводилось в проточной установке высокого давления со стационарным слоем катализатора при температурах 320-400⁰С, давлении 3,0 -4,0 МПа и объемной скорости подачи сырья 0,5- 3,0 ч⁻¹.

При гидропереработке прямогонного бензина высокой гидрообессеривающей активностью обладает катализатор КГО-18. Содержание серы в катализате с ростом температуры до 400⁰С снизилось с 0,0080 (исходный бензин) до 0,0015%. После гидропереработки прямогонной бензиновой фракции на катализаторе КГО-3 при 400⁰С октановое число гидрооблагороженного бензина растет от 79,0 (исходный бензин) до 92,4 (И.М) и от 62,4 до 77,0 (М.М). В этих условиях на катализаторе КГО-18 октановое число гидрооблагороженного бензина повышается по сравнению с исходным от 78,9 до 90,7 (ИМ) и по моторному методу от 60,9 до 71,7.

Электронно-микроскопические исследования показали что модифицированные Ni(Co)-Mo-Al₂O₃ катализаторы являются высокодисперсными, компоненты металлов активной фазы находятся преимущественно в окисленном состоянии, образуя на поверхности кластеры-ассоциаты, дисперсность, структура и состояние которых определяется природой компонентов катализатора.

Ключевые слова: цеолит, прямогонный бензин, катализатор, гидроочистка.

About the authors:

Tuktin Balga Tuctievich - Head of the laboratory of motor fuels, doctor of chemical science, JSC "DV Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry", e-mail: tuktin_balga@mail.ru, w.ph. 8-727-2916826, mob.ph. 87026413597;

Tenizbayeva Aliya Serikovna - Lead engineer of the laboratory of motor fuels, JSC "DV Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry", e-mail: aliya.85@mail.ru, mob.ph. 87772626004;

Nurgaliyev Nurzhan Nurylbekovich - Junior researcher of the laboratory of motor fuels, PhD, JSC "DV Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry", e-mail: n.nurgaliyev@ifce.kz, mob.ph. 87013551823;

Shapovalova Larisa Borisovna - Chief researcher of the laboratory of motor fuels, doctor of chemical science, professor, JSC "DV Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry", e-mail: larachemistry@mail.ru, mob.ph. 8-727-2916826;

Yaskevich Vladimir Ivanovich - Researcher of the laboratories of physical research methods, JSC "DV Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry", w.ph. 8-727-290-79-19

МАЗМҰНЫ

<i>Кантуреева Г.О., Defrancesco E., Алибеков Р.С., Уразбаева К.А., Ефимова И.Е.</i> Қазақстанның дәстүрлі азық-түлік өнімдерді сәйкестендіру жаңа тенденциялары	6
<i>Туктин Б.Т., Теңізбаева А.С., Нұрғалиев Н.Н., Шаповалова Л.Б., Яскевич В.И.</i> Модифицирленген Ni(Co)-Mo- Al ₂ O ₃ катализаторларында тура айдалған бензин фракциясын гидроизомерлеу және гидроөңдеу	13
<i>Ахметалимова А.М., Ивасенко С.А., Марченко А.Б., Ишмуратова М.Ю., Полезчак Э., Людвичук А., Посева И.В.</i> Қарағанды өңіріндегі <i>THYMUS EREMITA</i> KLOK. және <i>THYMUS RASITATUS</i> KLOK. өсімдіктерінің химиялық құрамын зерттеу.....	20
<i>Фазылов С.Д., Нұркенов О.А., Журинов М.Ж., Әрінова А.Е., Туктаров А.Р., Исәева А.Ж., Шаихова Б.К.</i> С ₆₀ фуллеренге гидразондардың палладий комплекстерімен катализденетін циклооксидің синтезі	26
<i>Опимах Е.В., Левданский А.Э., Голубев В.Г., Корганбаев Б.Н., Сарсенбекулы Д.</i> Ұсақтау барысындағы меншікті энергия шығындарын төмендетудің келешекті бағыттары	32
<i>Қапсәмет М.Ж., Тәжібаева С.М., Уракаев Ф.Х., Уралбеков Б.М., Бүркімбаев М.М., Бачилова Н.В.</i> Нанокүкіртті алу және тұрақтандыру	41
<i>Байсанов С.О., Толоконникова В.В., Нарикбаева Г.И., Корсукова И.Я., Жучков В.И.</i> Күй диаграммасына талдау жасау негізінде марганецті және хромды феррокорытпаларды балқытуға термодинамикалық бағалау.....	47
<i>Құлекеев Ж.Ә., Нұртаева Г.Қ., Мұстафин Е.С., Айнабаев А.А., Мұстафин Т.Е., Борсынбаев А.С., Жарикесов Ф.А.</i> Теңізге төгілген мұнайды жоюда хердерлерді пайдаланудың мүмкіндіктері	58
<i>Туктин Б.Т., Нурғалиев Н.Н., Тенизбаева А.С., Шаповалова Л.Б., Комашко Л.В.</i> Бензиннің әртүрлі фракцияларын модифицирленген алюмокобальтмолибден катализаторларында гидрожақсарту	67
<i>Қалдыбекова А.Ж., Амангазиева А.Т., Халменова З.Б., Үмбетова А.К.</i> <i>Harporhyllum</i> A. Juss шөбінен биологиялық белсенді заттардың кешенді бөліну технологиясын дамыту	74
<i>Опимах Е.В., Левданский А.Э., Волненко А.А., Жумадуллаев Д.К.</i> Флотациялық процесстерді жүргізу әдістері	82
<i>Чиркун Д. И., Левданский А. Э., Волненко А.А., Сарсенбекулы Д.</i> Соккылы-ортдан тепкіш диірмендердегі бөлшектердің динамикасын зерттеу	92
<i>Баймұқашева Г.К., Қалауова А.С., Құспанова Б.К., Насиров Р.Н.</i> Үшфенилфосфиннің анион-радикалы.....	102
<i>Баешова А.К., Молайган С., Баешов А.Б.</i> Суыткіт энергетиканың қазіргі замандағы жағдайы және суыткіт алу әдістері	107
<i>Закарина Н.А., Дәлелханұлы О., Жумадуллаев Д.А., Акурпекова А.К., Джумабаева Л.С.</i> Al, AlZr және Ti-мен пилларирленген Na- және Ca-формалы монтмориллонитке енгізілген Pt- және Pd-катализаторларындағы тікелей айдалған бензиннің жеңіл фракциясының изомеризациясы.....	117
<i>Нәсіров Р.Н.</i> ЭПР спектроскопия көмегімен каспий маңындағы мұнайлардағы ванадийді анықтау.....	125
<i>Байжуманова Т.С., Тунгатарова С.А., Xanthopoulou G., Жексенбаева З.Т., Кауменова Г.Н., Еркибаева М.К., Жумабек М., Касымхан К.</i> Метанның олефиндерге дейін каталитикалық конверсиясы.....	132
<i>Калимукашева А.Д., Калиманова Д.Ж., Иманкулова З.А.</i> Формативті бағалау-химия сабақтарында оқыту процесінің ажырамас бөлігі.....	139
<i>Масенова А.Т., Калыкбердиев М.К., Сасс А.С., Кензин Н.Р., Канатбаев Е.Т., Цыганков В.П.</i> Бензин фракцияларындағы хош иісті көмірсутектерді жоғары қысымда отырғызылғын катализаторларды қолдану арқылы суыткендіру.....	146

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Кантуреева Г.О., Defrancesco E., Алибеков Р.С., Уразбаева К.А., Ефимова И.Е.</i> Новые тенденции в идентификации традиционной пищевой продукции Казахстана	6
<i>Туктин Б.Т., Тенизбаева А.С., Нурғалиев Н.Н., Шаповалова Л.Б., Яскевич В.И.</i> Исследование гидроочистки и гидроизомеризации прямогонной бензиновой фракции на модифицированных Ni(Co)-Mo- Al ₂ O ₃ - катализаторах	13
<i>Ахметалимова А.М., Ивасенко С.А., Марченко А.Б., Ишмуратова М.Ю., Полезчак Э., Людвичук А., Лосева И.В.</i> Исследование химического состава <i>THYMUS EREMITA KLOK.</i> и <i>THYMUS RASITATUS KLOK.</i> Карагандинского региона	20
<i>Фазылов С.Д., Нуркенов О.А., Журинов М.Ж., Аринова А.Е., Туктаров А.Р., Исаева А.Ж., Шахова Б.К.</i> Катализируемое комплексами палладияциклоприсоединение гидразонов к фуллерену C ₆₀	26
<i>Опимах Е.В., Левданский А.Э., Голубев В.Г., Корганбаев Б.Н., Сарсенбекулы Д.</i> Перспективные направления снижения удельных энергозатрат при измельчении	32
<i>Кансамет М.Ж., Тажибаева С.М., Уракаев Ф.Х., Уралбеков Б.М., Буркитбаев М.М., Бачилова Н.В.</i> Получение и стабилизация наносеры	41
<i>Байсанов С.О., Толоконникова В.В., Нарикбаева Г.И., Корсукова И.Я., Жучков В.И.</i> Термодинамическая оценка выплавки марганцевых и хромистых ферросплавов на основе анализа их диаграмм состояния	47
<i>Кулекеев Ж.А., Нуртаева Г.К., Мустафин Е.С., Айнабаев А.А., Мустафин Т.Е., Борсынбаев А.С., Жарикесов Г.А.</i> Возможности использования хердеров при ликвидации разливов нефти на море	58
<i>Туктин Б.Т., Нурғалиев Н.Н., Тенизбаева А.С., Шаповалова Л.Б., Комашко Л.В.</i> Гидрооблагораживание различных бензиновых фракций на модифицированных алюмокобальтмолибденовых катализаторах	67
<i>Калдыбекова А.Ж., Амангазиева А.Т., Халменова З.Б., Умбетова А.К.</i> Разработка технологии комплексного выделения биологических активных веществ из растений рода <i>Naplophyllum</i> A. Juss	74
<i>Опимах Е.В., Левданский А.Э., Волненко А.А., Жумадуллаев Д.К.</i> Методы проведения флотационных процессов	82
<i>Чиркун Д. И., Левданский А. Э., Волненко А.А., Сарсенбекулы Д.</i> Исследование динамики частиц в ударно-центробежных мельницах	92
<i>Баймукашева Г.К., Калауова А.С., Куспанова Б.К., Насиров Р.Н.</i> Анион-радикал трифенил-фосфина	102
<i>Баешиова А.К., Молайган С., Баешов А.Б.</i> Современное состояние водородной энергетики и способы получения водорода	107
<i>Закарина Н.А., Дәлелханұлы О., Жумадуллаев Д.А., Акурпекова А.К., Джумабаева Л.С.</i> Изомеризация легкой фракции прямогонного бензина на Pt- и Pd-катализаторах, нанесенных на пилларированный Al, AlZr и Ti монтмориллонит в Na- и Ca-формах	117
<i>Насиров Р.Н.</i> Определение ванадия в нефтях прикаспийского региона методом ЭПР-спектроскопии	125
<i>Байжуманова Т.С., Тунгатарова С.А., Xanthoroulou G., Жексенбаева З.Т., Кауменова Г.Н., Еркибаева М.К., Жумабек М., Касымхан К.</i> Каталитическая конверсия метана в олефины	132
<i>Калимукашева А.Д., Калиманова Д.Ж., Иманкулова З.А.</i> Формативное оценивание - неотъемлемая часть процесса обучения на уроках химии	139
<i>Масенова А.Т., Калыкбердиев М.К., Сасс А.С., Кензин Н.Р., Канатбаев Е.Т., Цыганков В.П.</i> Гидрирование ароматических углеводородов в бензиновых фракциях на нанесенных катализаторах под давлением	146

CONTENTS

<i>Kantureeva G.O., Defrancesco E., Alibekov R.S., Urazbayeva K.A., Efimova I.E.</i> New trends in the identification of the traditional food products of Kazakhstan	6
<i>Tuktin B.T., Tenizbaeva A.S., Nurgaliyev N.N., Shapovalova L.B., Yaskevich V.I.</i> Study of hydro purification and hydroisomerization straight-run gasoline fraction over modified Ni(Co)-Mo- Al ₂ O ₃ - catalysts	13
<i>Akhmetlimova A.M., Ivashenko S.A., Marchenko A.B., Ishmuratova M.Yu., Poleszak E., Ludwiczuk A., Loseva I.V.</i> The study of the chemical composition of <i>THYMUS EREMITA</i> KLOK. and <i>THYMUS RASITATUS</i> KLOK. from the Karaganda region	20
<i>Fazylov S.D., Nurkenov O.A., Zhurinov M.Zh., Arinova A.E., Tuktarov A.R., Issayeva A.Zh., Shaihova B.K.</i> Catalyzed by palladium complexes the cycloaddition of hydrazones to fullerene C ₆₀ (in English).....	26
<i>Apimakh Ye.V., Leudanski A.E., Golubev V.G., Korganbayev B.N., Sarsenbekuly D.</i> Promising directions of reducing specific energy costs in grinding (in English).....	32
<i>Kapsamet M.Zh., Tazhibayeva S.M., Urakaev F.Kh., Uralbekov B.M., Burkitbayev M.M., Bachilova N.V.</i> Obtaining and stabilization of nanosulfur	41
<i>Baisanov S.O., Tolokonnikova V.V., Narikbayeva G.I., Korsukova I.Ya., Zhuchkov V.I.</i> Thermodynamic assessment of smelting of manganese and chromium ferroalloys based on the analysis of their state diagrams	47
<i>Kulekeyev Zh.A., Nurtayeva G.K., Mustafin E.S., Ainabayev A.A., Mustafin T.E., Borsynbayev A.S., Zharikessov G.A.</i> Using herders for oil spill response in the sea	58
<i>Tuktin B.T., Nurgaliyev N.N., Tenizbaeva A.S., Shapovalova L.B., Komashko L.V.</i> Hydrotreating of various petrol fractions over modified alumocobaltmolybdenic catalysts	67
<i>Kaldybekova A.Zh., Amangazyeva A.T., Halmenova Z.B., Umbetova A.K.</i> Development of technology for the complex isolation of biological active substances from plants of the genus <i>Haplophyllum</i> A. Juss	74
<i>Apimakh Ye.V., Leudanski A.E., Volnenko A.A., Zhumadullaev D.K.</i> Methods of carrying out flotation processes	82
<i>Chyrkun D.I., Levdanskiy A.E., Volnenko A.A., Sarsenbekuly D.</i> Study of the particle dynamics in impact-centrifugal mills (in English).....	92
<i>Baymukasheva G.K., Kalauova A.S., Kuspanova B., Nasirov R.N.</i> Triphenylphosphine anion radical.....	102
<i>Bayeshova A.K., Molaigan S., Bayeshov A.B.</i> Hydrogen energetics current state and hydrogen production methods.....	107
<i>Zakarina N.A., Dolelkhanyly O., Jumadullaev D.A., Akurpekova A.K., Djumabaeva L.S.</i> Isomerization of light fraction of straight-run gasoline on Pt- and Pd-catalysts supported on pillared by Al, AlZr and Ti montmorillonite in Na- and Ca-forms.....	117
<i>Nasirov R.N.</i> Determination of vanadium in the precaspian region's oil by the EPR-spectroscopy method.....	125
<i>Baizhumanova T.S., Tungatarova S.A., Xanthopoulou G., Zheksenbaeva Z.T., Kaumenova G.N., Erkibaeva M.K., Zhumabek M., Kassymkan K.</i> Catalytic conversion of methane into olefins.....	132
<i>Kalimukasheva A.D., Kalimanova D.Z., Imankulova Z.A.</i> Formative evaluation is an uninterrupted part of the training process on lessons of chemistry.....	139
<i>Massenova A.T., Kalykberdiyev M.K., Sass A.S., Kenzin N.R., Kanatbayev E.T., Tsygankov V.P.</i> Hydrogenation of aromatic hydrocarbons in gasoline fractions over supported catalysts under pressure.....	146

**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.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, Аленов Д.С.*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 11.10.2018.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
9,8 п.л. Тираж 300. Заказ 5.