

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**

6 (426)

**ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2017 Ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2017 г.
NOVEMBER – DECEMBER 2017**

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

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

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

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

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

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

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

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

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

Агабеков В.Е. проф., академик (Беларусь)
Волков С.В. проф., академик (Украина)
Воротынцев М.А. проф., академик (Россия)
Газалиев А.М. проф., академик (Казахстан)
Ергожин Е.Е. проф., академик (Казахстан)
Жармагамбетова А.К. проф. (Казахстан), зам. гл. ред.
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Кыргызстан)
Иткулова Ш.С. проф. (Казахстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Пралиев К.Д. проф., академик (Казахстан)
Баешов А.Б. проф., 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, 2017

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

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

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, 2017

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

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 6, Number 426 (2017), 55 – 61

UDC 577.4:550.41:66.097:661(004.8)

Zh.K. Shomanova¹, R.Z. Safarov², A. Auezhanova³,
A.S. Zhumakanova³, Yu.G. Nosenko⁴, A.K. Tleulesov⁵, V.V. Larichkin⁶

¹Pavlodar State Pedagogical Institute, Pavlodar, Kazakhstan;

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;

³D.V.Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electro chemistry, Almaty, Kazakhstan;

⁴Innovative University of Eurasia, Pavlodar, Kazakhstan;

⁵S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan;

⁶Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

e-mail: ruslanbox@yandex.ru

STUDY OF COMPOSITE CATALYSTS CONTAINING SLUDGE OF FERROALLOY PRODUCTION IN THE PROCESS OF CYCLOHEXANE OXIDATION

Abstract. Wastes from metallurgical production contain a significant amount of valuable elements such as iron, chromium, manganese, titanium, aluminum. The introduction of small and dispersed fractions in the smelting furnace leads to disturbances in the technological regime. Therefore, these wastes are accumulated in various types of storages. To increase the efficiency of the use of resources, it is necessary to utilize these wastes. The main ways of utilization are agglomeration, as well as the addition in building materials as additives. It is proposed to combine these ways with a new approach to utilization – the production of catalysts for processing hydrocarbon raw materials. We have obtained catalysts using sludge from the system of wet gas cleaning (WGCS) as an active phase and inorganic oxides Al₂O₃, SiO₂, ZnO as carriers. Elemental analysis has shown significant presence of chromium – 6-12% and iron 1.5-3.2% (5.7% in initial WGCS). Mn was found in trace amounts in clear WGCS. Surface analysis has shown significant increasing in value of specific surface approximately in two times in case of using SiO₂ as a carrier. So, it was shown that using of carriers of various nature can lead to change some surface properties in given direction. In the studied process of cyclohexane oxidation over the obtained catalysts in the given conditions (temperature - 40 °C, the reaction duration - 240 min) the conversion of cyclohexane achieved 6-9%. Finally, it was found that there is a notable dependence between the value of specific surface and catalytic activity of studied samples.

Keywords: cyclohexane, oxidation, ferroalloys, waste, catalyst.

Introduction

It is known, that approximately 700 million tons of industrial waste are produced in Kazakhstan every year. According to the Ministry of environmental protection, «in our country more than 22 billion tons of waste are accumulated. More than 16 billion tons from them are technogenic mineral concretion and about 6 billion tons are dangerous waste» [1].

The problem of industrial waste utilization is actual not only for Kazakhstan, but for the wide range of other countries, which has developed industry [2]. The waste of metallurgical industry have great importance because of content. It is known, that a number of valuable elements, especially transitional metals, such as chromium, iron, manganese, vanadium, titanium are in the content of ashes and slimes of metallurgical industry. The content of some of these elements in metallurgical waste achieves such level, that waste storages can be considered as a secondary mine for mining of these valuable metals.

Utilization of metallurgy industry waste is necessary for creation of a closed-loop production with maximal economic and ecological efficiency [3]. A closed-loop production in metallurgy is mainly based on using of the waste in building materials production [4]. However, the valuable elements presented in the waste are used without enough effectiveness at production of building materials. It is much more effective to obtain catalysts from that kind of waste.

At ferroalloy plants, ferromanganese, ferrosilicon, ferrochromium are produced. Industrial products determine the composition of waste. Thus, in sludge of ferroalloys production, significant amounts of manganese and chromium are contained in addition to iron [5]. These elements are catalytically active and are included in the active phases of many catalysts [6-10]. Waste of aluminum production besides iron compounds also contains valuable components - aluminum and titanium. These metals are also actively involved in catalytic processes [11-14].

The preceding discussion points that utilization of industrial waste of ferroalloy plant by obtaining of catalysts for various chemical processes is a prospective and actual way. We have researched the wastes of ferroalloy plants of Kazakhstan (Aksu ferroalloy plant, Aktobe ferroalloy plant). In our work, we offer another way of utilization of ash and sludge wastes of ferroalloy production – obtaining of catalysts for various processes of hydrocarbon-containing raw materials refining. The way is characterized by high economic efficiency because it is offered not just to utilize the waste, but obtain on their basis of new profitable product.

Experimental

Preparation of catalysts. Samples of wet gas cleaning sludge (WGCS) were dried in drying oven at the temperature of 100 °C within 1 hour and grinded in a mortar. Composite catalysts were prepared based on WGCS and oxides: Al₂O₃, SiO₂, ZnO. To obtain a catalyst of the type WGCS/X, where X is the carrier we took sample of WGCS – 1,0 g, sample of carrier – 1,0 g, then placed it in a weighing bottle with a ground cover, poured 10 ml. of distilled water and stirred for 3 hours. After mixing, excess water was poured off, the remaining suspension was air dried for 24 hours.

Elemental analysis. Analysis was performed using energy dispersive x-ray fluorescence spectroscopy with energy dispersive system for microanalysis INCA Energy 450, set on scanning electron microscope JSM-6610LV (“JOEL”, Japan). Spectra were obtained three times with calculation of average value.

The surface investigation. The surface investigation was performed by low-temperature nitrogen adsorption using method BET on "AccuSorb" unit ("Micromeritics", USA). A charge of sample (0.1 g) was placed in a special vial, then vacuumed at 200 °C within 3 – 4 hour. The definition of the surface of a catalyst was performed with measurement of nitrogen adsorption at the temperature of –196 °C. Calculation of porosity by isotherms of nitrogen adsorption and desorption in the pores of the sample was performed with kit software.

Cyclohexane oxidation

The oxidation of cyclohexane was carried out on the installation, composed from magnetic stir, thermostatic three-neck glass reactor and volumetric burette. Acetonitrile as a solvent (1.2 ml), sample of catalyst (0.03 g), cyclohexane (0.3 ml), and hydrogen peroxide (0.9 ml of 30% aqueous solution) as an oxidant were consistently placed into the reactor. Stirring of reaction mixture was conducted using magnetic stir. Temperature - 40 °C. The pressure - atmospheric. Duration of the reaction – 240 minutes.

Chromatographic analysis

Reaction products were analyzed using GLC. Analysis was carried out on chromatograph Chromos GC-1000 (Russia).

Results and discussion

Elemental analysis of catalysts showed redistribution of elemental composition with characteristic increase of containing of elements dominating in supporter in comparison with initial sample of WGCS

(Tables 1-4). Catalyst WGCS/Al₂O₃ shows increased containing of aluminium, WGCS/SiO₂ – silicon, WGCS/ZnO – zinc. The results are quite natural. As well in the case of supported catalysts in comparison with the initial WGCS some elements, presented in small amounts (Zn, Mn, S, K), are disappeared. This can be explained by the sensitivity of the device to the elements present in negligible concentrations.

Table 1 – Results of elemental analysis of WGCS

	Containing of element (wt.%)												
	C	O	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Cr	Mn	Fe	Zn	Total
Spectrum 1	15.55	31.84	29.35	1.32	7.15	1.22	0.08	0.29	6.95	0.30	5.73	0.22	100.00
Spectrum 2	15.42	32.68	29.58	1.21	7.25	1.25	0.11	0.34	6.23	0.21	5.52	0.21	100.00
Spectrum 3	14.62	31.94	29.90	1.09	7.35	1.21	0.08	0.34	7.05	0.28	5.85	0.27	100.00
Average	15.20	32.15	29.61	1.21	7.25	1.23	0.09	0.32	6.74	0.26	5.70	0.23	100.00

Table 2 – Results of elemental analysis of catalyst WGCS/Al₂O₃

	Containing of element (wt.%)							
	O	Mg	Al	Si	Ca	Cr	Fe	Total
Spectrum 1	40,67	5,59	36,70	3,26	0,15	10,84	2,80	100,00
Spectrum 2	38,06	7,97	27,46	3,32	0,35	18,27	4,57	100,00
Spectrum 3	41,53	7,97	33,40	5,59	0,25	8,92	2,35	100,00
Average	40,08	7,17	32,52	4,06	0,25	12,68	3,24	100,00

Table 3 – Results of elemental analysis of catalyst WGCS/SiO₂

	Containing of element (wt.%)							
	O	Mg	Al	Si	Ca	Cr	Fe	Total
Spectrum 1	44,77	5,98	1,00	35,54	0,30	9,68	2,72	100,00
Spectrum 2	47,15	5,00	0,68	38,03	0,20	6,88	2,06	100,00
Spectrum 3	45,86	6,42	0,99	34,65	0,15	9,42	2,51	100,00
Average	45,92	5,80	0,89	36,07	0,22	8,66	2,43	100,00

Table 4 – Results of elemental analysis of catalyst WGCS/ZnO

	Containing of element (wt.%)								
	O	Mg	Al	Si	Ca	Cr	Fe	Zn	Total
Spectrum 1	22,86	6,10	1,01	2,25	0,12	7,51	1,82	58,33	100,00
Spectrum 2	22,01	5,44	0,82	2,13	0,14	5,12	1,57	62,78	100,00
Spectrum 3	22,53	6,75	0,95	2,77	0,24	5,44	1,52	59,79	100,00
Average	22,47	6,10	0,93	2,39	0,16	6,02	1,64	60,30	100,00

The surface investigation

Results of analysis are shown in figures 1-4. Calculated values of pore volume and specific surface are given in table 5.

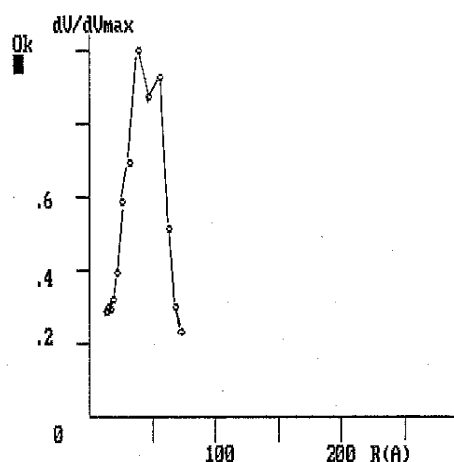


Figure 1 – BET analysis of WGCS

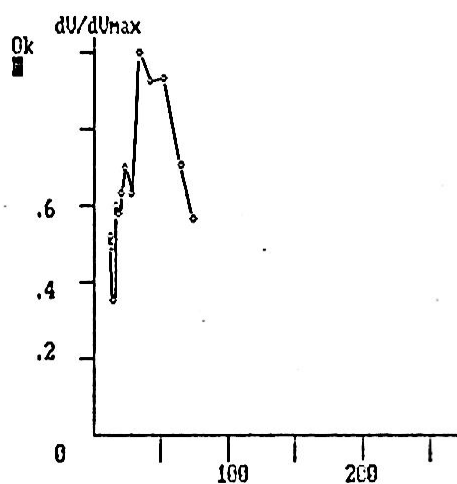


Figure 2 – BET analysis of catalyst WGCS/SiO₂

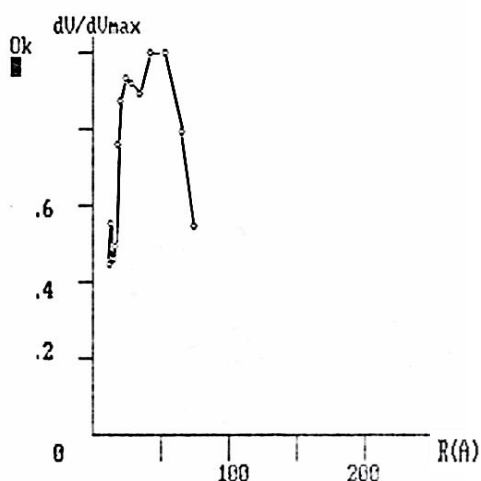


Figure 3 – BET analysis of catalyst WGCS/Al₂O₃

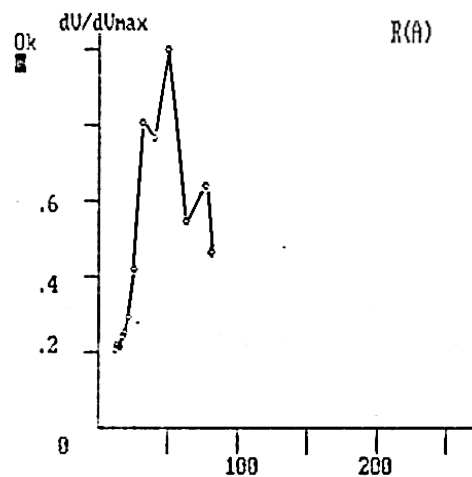


Figure 4 – BET analysis of catalyst WGCS/ZnO

Table 7 – Results of BET method analyses of composite catalysts based on FPW

Sample	Total pore volume $V_{ads\ max}$, ml/g	Specific surface S_w , m ² /g
WGCS	149,19	23,81
WGCS/ZnO	89,45	17,55
WGCS/Al ₂ O ₃	155,88	43,58
WGCS/SiO ₂	166,04	56,08

Thus, as a result of comparing analysis of composite catalysts with active phase – WGCS it was found significant increase in surface properties when using as a supporter aluminium and silicon oxides. Using WGCS as an active phase of composite catalyst it is possible to improve structural properties of developed catalyst.

Cyclohexane oxidation

Powder catalysts WGCS/ZnO, WGCS/Al₂O₃, WGCS/SiO₂ were tested in the reaction of liquid phase oxidation of cyclohexane with hydrogen peroxide. In the process cyclohexanone (C-one) and cyclohexanol (C-ol) are produced.

When using powdered composite catalysts based on WGCS and inorganic oxide carriers as catalysts in the given conditions, the conversion of cyclohexane as well as selectivity of the process was sufficiently low. However, it has been observed that catalysts using silica and aluminum oxides as a

carrier showed higher activity in this process than the catalyst containing zinc oxide. This result agrees with the results of the investigation of surface properties obtained by the BET method. The BET method has shown that when using SiO₂ and Al₂O₃ as carriers, the total pore volume and the specific surface area are significantly higher than when using ZnO. Thus, in this example, the dependence of the activity of the catalyst on its surface properties is clearly traced. Low yields of products may be due to the fact that during the preparation of this type of catalysts, high-temperature catalyst treatment has not been carried out, which, as previously shown [15], leads to an increase in the porosity and specific surface area of the catalyst. Therefore, this process appears to have a significant activating effect on the catalyst. The results of the experiments are given in Table 8.

Table 8 – The results of the oxidation of cyclohexane with hydrogen peroxide on powdered catalysts, based on the wet gas cleaning sludge of ferroalloy production

№	Catalyst	Products		Conversion, %	Selectivity, %
		C-one, %	C-ol, %		
1	WGCS /SiO ₂	4,9	4,4	9,3	S _{C-one} –52,7 S _{C-ol} –47,3
2	WGCS /Al ₂ O ₃	3,8	4,8	8,6	S _{C-one} –44,2 S _{C-ol} –55,8
3	WGCS /ZnO	3,7	2,3	6,0	S _{C-one} –61,7 S _{C-ol} –38,3

Conclusion

Thus, we have obtained catalysts using waste of ferroalloy production – sludge from the system of wet gas cleaning – as an active phase and inorganic oxides Al₂O₃, SiO₂, ZnO as supporters. Elemental analysis has shown significant presence of chromium – 6-12% and iron 1.5-3.2% (5.7% in initial WGCS). Mn was found in trace amounts in clear WGCS. Surface analysis has shown significant increasing in value of specific surface approximately in two times in case of using SiO₂ as a carrier. So, it was shown that using of carriers of various nature can lead to change some surface properties in given direction. In the studied process of cyclohexane oxidation over the obtained catalysts in the given conditions (temperature - 40 °C, the reaction duration - 240 min) the conversion of cyclohexane achieved 6-9%. Finally, it was found that there is a notable dependence between the value of specific surface and catalytic activity of studied samples.

Acknowledgements

Financial support from Ministry of Education and Sciences of the Republic of Kazakhstan (5354/GF4 2015-2017) is greatly acknowledged

REFERENCES

- [1] Abdinov R.Sh. *Vestnik KazNTU*. **2010**, 6, 72–76. (in Russ)
- [2] Nazarbayev N.A. Strategy of resource saving and transition to market. *M.: Mashinostroenie*, **1992**, 352 p. (in Russ)
- [3] Malikov A.N., Chupis V.N. *Povolzhskiy trgovno-ekonomicheskij zhurnal*. **2011**, 5, 19–25. (in Russ)
- [4] Khobotova E.B., Ukhanova M.I., Grayvoronskaya I.V., Kalmykova Yu.S. *Collection of scientific articles of 3rd Ukrainian meeting of ecologists with international participation. Vinnica, Ukraine*. **2011**, 114–116. (in Russ)
- [5] Zhdanov A.V., Zhuchkov V.I., Dashevskii V.Y., Leont'ev L.I. *Steel in Translation*. **2014**, 3, 236–242. (in Eng)
- [6] Li Y., Zhou R.-X., Lai G.-H. *Reaction Kinetics and Catalysis Letters*. **2006**, 1, 105–110. (in Eng)
- [7] Saeidi M., Hamidzadeh M. *Research on Chemical Intermediates*. **2017**, 4, 2143–2157. (in Eng)
- [8] Nikoorazm M., Ghorbani-Choghamarani A., Noori N. *Research on Chemical Intermediates*. **2016**, 5, 4621–4640. (in Eng)
- [9] Rayati S., Sheybanifard Z. *Journal of the Iranian Chemical Society*. **2016**, 3, 541–546. (in Eng)
- [10] Yang T., Chen W., Chen L., Liu W., Zhang D. *Proceedings of the conference Energy Technology 2016. Cham*. **2016**, 173–180. (in Eng)
- [11] Lavrenov A. V., Saifulina L.F., Buluchevskii E.A., Bogdanets E.N. *Catalysis in Industry*. **2015**, 3, 175–187. (in Eng)
- [12] Lizama L.Y., Klimova T.E. *Journal of Materials Science*. **2009**, 24, 6617–6628. (in Eng)
- [13] Zhang H., Li X., Jiao Y., Wang Z., Zhu Q., Wang J., Li X. *Petroleum Chemistry*. **2017**, 8, 666–672. (in Eng)
- [14] Yashnik S.A., Salnikov A. V., Kerzhentsev M.A., Saraev A.A., Kaichev V. V., Khitsova L.M., Ismagilov Z.R., Yamin J., Koseoglu O.R. *Kinetics and Catalysis*. **2017**, 1, 58–72. (in Eng)

[15] Shomanova Z.K., Safarov R.Z., Nosenko Y.G., Tashmukhambetova Z.K., Zharmagambetova A.K. *International Journal of Chemical, Molecular, Nuclear, Materials and Metallurgical Engineering*. 2016, 10, 1148–1152. (in Eng)

**Ж.К. Шоманова¹, Р.З. Сафаров², А. Ауезханова³,
А.С. Жумаканова³, Ю.Г. Носенко⁴, А.К. Тлеулесов⁵, В.В. Ларичкин⁶**

¹Павлодар мемлекеттік педагогикалық институты, Павлодар, Қазақстан;

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

³Д.В. Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия институты, Алматы, Қазақстан;

⁴Еуразия инновациялық университеті, Павлодар, Қазақстан;

⁵С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар, Қазақстан;

⁶Новосибирск мемлекеттік техникалық университеті, Новосибирск, Ресей

ФЕРРОКОРЫТПА ӨНДІРІСІНІҢ ҚАЛДЫҚТАРДАН ҚҰРАСТЫРЫЛҒАН КОМПОЗИТТІК КАТАЛИЗАТОРЛАРДЫ ЦИКЛОГЕКСАН ТОТЫҒУЫ ПРОЦЕСІ НЕГІЗІНДЕ ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Металлургия өндірісінің қалдықтары темір, хром, марганец, титан, алюминий сияқты пайдалы элементтерден бірқатар мөлшерінде құрастырылған. Ұсақ және дисперстік фракцияларды қорыту пештерге енгізіуі технологиялық тәртібін бұзуына келтіреді. Сондықтан, осы қалдықтары әртірлі қоймаларда жиналып қалады. Ресурстар қолдану тиімділігін көтеру үшін осы қалдықтарды кәдеге жарату керек. Агломерация және құрылыс материалдырға қосымшалар ретінде қолдануы кәдеге жаратудын басты жолдары боп есептеледі. Кәдеге жарату үшін осы жолдарды жаңа көмірсутекті шикізат ұқсату үшін катализаторларды дайындау тәсілімен қиыстыруға ұсыныс жасалып тұр. Біз сулы газдан тазалау (СГТ) жүйесінен алынған қалдықтарды қолдану арқылы активтік фаза ретінде катализатор дайындадық және Al_2O_3 , SiO_2 , ZnO органикалық емес оксидтерді тасушы ретінде дайындадық. Элементтік талдыуы хромдін 6-12 % маңызды мазмұнын, темірдің 1,5-3,2% (алғашқы СГТ-да 5,7%) мазмұнын көрсетті. Алғашқы СГТ-да Mn іздік құрамында табылған. Сыртқы талдауы меншікті беттін маңызды көбеуінін көрсетті, мысалы, екі есе көбеуі SiO_2 тасушы ретінде пайдалынған кезде көрсетілінген. Сонымен, әрлүрлі табиғатты тасушыларды қолдануы кейбір сырттын қасиеттерінін берілген бағытта өзгеруіне әкелу мүмкін. Зерттелген циклогексан тотығуы процесінін дайындалынған катализаторлар бойынша берілген шарттарымен (температурасы - 40 °С, реакцияның ұзақтылығы - 240 мин) циклогексаннын конверсиясы 6-9% жетті. Ақыр аяғында, меншікті беттін көлемінін және зерттелген үлгілердің каталикалық белсенділігінін арасында маңызды тәуелділік бар боп табылған.

Кілт сөздер: циклогексан, тотығуы, феррокорытпа, қалдықтар, катализатор.

УДК 577.4:550.41:66.097:661(004.8)

**Ж.К. Шоманова¹, Р.З. Сафаров², А. Ауезханова³, А.С. Жумаканова³,
Ю.Г. Носенко⁴, А.К. Тлеулесов⁵, В.В. Ларичкин⁶**

¹Павлодарский государственный педагогический институт, Павлодар, Казахстан;

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

³Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, Алматы, Казахстан;

⁴Инновационный Евразийский университет, Павлодар, Казахстан;

⁵Павлодарский государственный университет им. С. Торайғырова, Павлодар, Казахстан;

⁶Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

ИЗУЧЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ СОДЕРЖАЩИХ ШЛАМ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПРОЦЕССЕ ОКИСЛЕНИЯ ЦИКЛОГЕКСАНА

Аннотация. Отходы металлургического производства содержат значительное количество ценных элементов, таких как железо, хром, марганец, титан, алюминий. Введение мелких и дисперсных фракций в

печи выплавки приводит к нарушениям технологического режима. Поэтому эти отходы накапливаются в хранилищах различного типа. Для повышения эффективности использования ресурсов необходимо утилизировать эти отходы. Основные пути утилизации это агломерация, а также введение в строительные материалы в качестве добавок. Предлагается комбинировать эти пути с новым подходом к утилизации - получением катализаторов для переработки углеводородного сырья. Мы получили катализаторы с использованием шлама из системы мокрой газоочистки (ШМГ) в качестве активной фазы и неорганических оксидов Al_2O_3 , SiO_2 , ZnO в качестве носителей. Элементный анализ показал значительное присутствие хрома - 6-12% и железа 1,5-3,2% (5,7% в исходном ШМГ). Mn был обнаружен в следовых количествах в исходном ШМГ. Поверхностный анализ показал значительное увеличение удельной поверхности, примерно в два раза, в случае использования SiO_2 в качестве носителя. Таким образом, было показано, что использование носителей различной природы может привести к изменению некоторых свойств поверхности в заданном направлении. В изученном процессе окисления циклогексана по полученным катализаторам в данных условиях (температура - 40 ° C, продолжительность реакции - 240 мин) конверсия циклогексана достигала 6-9%. В конечном счете, было обнаружено, что существует заметная зависимость между величиной удельной поверхности и каталитической активностью исследованных образцов.

Ключевые слова: циклогексан, окисление, ферросплавы, отходы, катализатор.

Information about authors:

Zhanat Kairollinova Shomanova – doctor of technical sciences, professor of the Geography and chemistry department, Pavlodar state pedagogical institute, zshoman@yandex.ru;

Ruslan Zairovich Safarov – candidate of chemical sciences, the Acting Associate Professor of the Department of Management and engineering in the field of environmental protection, vice-dean in science at Natural Sciences Faculty, L.N. Gumilyov Eurasian national university, ruslanbox@yandex.ru;

Asemgul Auezhanova - candidate of chemical sciences, researcher, D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, a.assemgul@mail.ru;

Ardak Sydykovna Zhumakanova – candidate of chemical sciences, scientist secretary, D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry, a.jumakanova@ifee.kz;

Yuri Gennadievich Nosenko – Candidate of Chemical Sciences, acting Associate Professor of the Department of Chemical and Biological Technologies, Innovative University of Eurasia, nosenko1980@yandex.ru;

Askar Karimzhanovich Tleulesov - master of engineering and technology, senior lecturer, S. Toraigrov Pavlodar State University;

Larichkin Vladimir Viktorovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Engineering Problems of Ecology, Director of the Independent Test Center of the Novosibirsk State Technical University.

МАЗМҰНЫ

<i>Кайралиева Т., Айдарова С.Б., Миллер Р.</i> Тамшылар мен көпіршіктер сұлбасын талдау арқылы беттік керілуді өлшеу әдісімен беттік-активті заттардың адсорбциялық параметрлерін анықтау	5
<i>Ахметқалиева М.Ш., Сасықова Л.Р., Әубәкіров Е.А., Жұмақанова А.С., Сендивелан С.</i> «Полковничий» аралындағы ашықкашганды топырақ құрамынан мырыш және қорғасын мөлшерін зерттеу.....	11
<i>Жәкірова Н.Қ., Сасықова Л.Р., Әубәкіров Е.А., Қадірбеков Қ.А., Жұмақанова А.С., Сендивелан С.</i> Гетерополиқышкылдар негізіндегі крекинг катализаторы.....	16
<i>Абилова Ж.А., Байсеитова А.М., Жеңіс Ж. Bergeia Crassifolia</i> химиялық құрамын зерттеу.....	24
<i>Бишимбаева Г.Қ., Трофимов Б.А., Прозорова Г.Ф., Жұмабаева Д.С., Малькина А.Г., Коржова С.А., Налибаева А.М., Қыдырбаева Ұ.О.</i> Мұнайды күкіртсіздендіруде алынған ілеспелі күкірт негізінде күкірт-полимерлі композиттердің синтезінің өзіндік технологиясы	31
<i>Бишимбаева Г.Қ., Прозорова Г.Ф., Налибаева А.М., Сәкибаева С.А., Турбекова Г.З., Коржова С.А., Қыдырбаева Ұ.О.</i> Мұнай-газ өңдеуінің ілеспелі күкірт негізінде алынған полимерлі күкірттің резецке өндірісінде қолдану мүмкіндіктері.....	39
<i>Дарменбаева А.С., Жармағамбетова А.К., Ауезханова А.С., Джумекеева А.И., Эль-сайд Негим.</i> Полиакриламидпен тұрақтанған отырғызылған Pd-Ag катализаторын синтездеу және каталитикалық қасиеттері	46
<i>Шоманова Ж.К., Сафаров Р.З., Ауезханова А., Жумаканова А.С., Носенко Ю.Г., Тлеулесов А.К., Ларичкин В.В.</i> Феррокорытпа өндірісінің қалдықтардан құрастырылған композиттік катализаторларды циклогексан тотығуы процесі негізінде зерттеу.....	55
<i>Кенжалиев Б.К., Койжанова А.К., Седельникова Г.В., Суркова Т.Ю., Камалов Э.М., Ерденова М.Б., Магомедов Д.Р.</i> Алтын өндіру фабрикаларының флотация қалдықтарынан алтынды бөліп алу	62
<i>Шамбилова Г. Қ., Абдықадыров Б. К., Ажғалиев М. Н., Аманов Н.К.</i> Полимер- N-метилморфолин-N-оксид жүйесінің фазалық тепе-теңдігі мен морфологиялық ерекшеліктері.....	70
<i>Жармағамбетова А.К., Ауезханова А.С., Ахметова С.Н., Джардималиева Г.И.</i> Жұмсақ жағдайда циклогексан мен Н-октанды кетондар мен спирттерге дейін тотықтыру	75
<i>Василина Г.К., Мойса Р.М., Абильдин Т.С., Есемалиева А.С., Қуанышова С.Д.</i> Табиғи цеолиттердің құрылымының олардың қышқылдық қасиеттеріне әсері.....	81
<i>Жұмаділлаева С.А., Баешов Ә.Б., Алтынбекова М.О., Абжалов Б.С., Зайков Ю.П.</i> Қымыздық қышқылының гидразинолиз реакциясын сульфокышқылды катионит қатысында зерттеу.....	87
<i>Дюсебаева М.А., Жаймухамбетова Л.Н., Жеңіс Ж., Айша Х.</i> 5-(2,4-дихлорфенил)-1,3,4-оксадиазол-2-тиолдың синтезі және түрлендірулері	92
<i>Дормешкин О.Б., Кенжибаева Г.С., Шалатаев С.Ш., Жантасов Қ.Т., Шапалов Ш.Қ., Жантасова Д.М.</i> Глифосатты алу мақсатымен фосфорды шығарып алу үшін фосфор шламын гидравликалық жіктелім үрдісін зерттеу	97
<i>Силачѳв И.Ю.</i> СССР-Қ реакторын пайдалана отырып, компараторлық қнат арқылы фосфат шикізатында және оны қайта өңдеу өнімдерінде сирекжерлік металдар мөлшерін анықтау.....	103
<i>Дормешкин О.Б., Шалатаев С.Ш., Жантасов Қ.Т., Шапалов Ш.Қ., Жантасова Д.М., Алтыбаев Ж.М.</i> Глифосат алу өндірісінің хал-жағдайымен шикізат ресурстары.....	115

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Кайралиева Т., Айдарова С., Миллер Р.</i> Адсорбционные параметры ПАВ (поверхностно-активного вещества), установленные измерением данных поверхностного натяжения методом анализа профиля капель и пузырьков.....	5
<i>Ахметкалиева М.Ш., Сасыкова Л.Р., Аубакиров Е.А., Жумаканова А.С., Сендивелан С.</i> Исследование содержания цинка и свинца в светло-каштановых почвах на территории острова «Полковничий» (Казахстан).....	11
<i>Жакирова Н.К., Сасыкова Л.Р., Аубакиров Е.А., Кадирбеков К.А., Жумаканова А.С., Сендивелан С.</i> Катализаторы крекинга на основе гетерополикислот	16
<i>Абилова Ж.А., Байсеитова А.М., Женис Ж.</i> Исследование химического состава <i>Bergenia Crassifolia</i>	24
<i>Бишимбаева Г.К., Трофимов Б.А., Прозорова Г.Ф., Жумабаева Д.С., Малькина А.Г., Коржова С.А., Налибаева А.М., Кыдырбаева У.О.</i> Оригинальная технология синтеза серополимерных композитов на основе попутной серы обессеривания нефти.....	31
<i>Бишимбаева Г.К., Прозорова Г.Ф., Налибаева А.М., Сакибаева С.А., Туребекова Г.З., Коржова С.А., Кыдырбаева У.О.</i> Возможности использования модифицированной полимерной серы на основе попутной нефтегазовой серы в производстве каучука.....	39
<i>Дарменбаева А.С., Жармагамбетова А.К., Ауезханова А.С., Джумекеева А.И., Негим Эль-сайд.</i> Синтез и каталитические свойства нанесенных Pd-Ag катализаторов, стабилизированных полиакриламидом.....	46
<i>Шоманова Ж.К., Сафаров Р.З., Ауезханова А., Жумаканова А.С., Носенко Ю.Г., Тлеулесов А.К., Ларичкин В.В.</i> Изучение композитных катализаторов содержащих шлам ферросплавного производства в процессе окисления циклогексана.....	55
<i>Кенжалиев Б.К., Койжанова А.К., Седелникова Г.В., Суркова Т.Ю., Камалов Э.М., Ерденова М.Б., Магомедов Д.Р.</i> Доизвлечение золота из отвалных хвостов флотации золотоизвлекательных фабрик.....	62
<i>Шамбилова Г.К., Абдыкадыров Б.К., Ажгалиев М.Н., Аманов Н.К.</i> Фазовое равновесие и морфологические особенности систем полимер - N-метилморфолин-N-оксид	70
<i>Жармагамбетова А.К., Ауезханова А.С., Ахметова С.Н., Джардималиева Г.И.</i> Окисление циклогексана и N-октана до кетонов и спиртов в мягких условиях.....	75
<i>Василина Г.К., Мойса Р.М., Абильдин Т.С., Есемалиева А.С., Куанышова С.Д.</i> Влияние структуры природных цеолитов на их кислотные характеристики.....	81
<i>Джумадуллаева С.А., Баешов А.Б., Алтынбекова М.О., Абжалов Б.С., Зайков Ю.П.</i> Исследование реакции гидразинолиза щавелевой кислоты в присутствии сульфокислотного катионита	87
<i>Дюсебаева М.А., Жаймухамбетова Л.Н., Женис Ж., Айша Х.</i> Синтез и превращение 5-(2,4-дихлорфенил)-1,3,4-оксадиазол-2-тиола	92
<i>Дормешкин О.Б., Кенжибаева Г.С., Шалатаев С.Ш., Жантасов К.Т., Шапалов Ш.К., Жантасова Д.М.</i> Исследование процесса гидравлической классификации фосфорного шлама с целью извлечения фосфора для производства глифосата	97
<i>Силачѳв И. Ю.</i> Определение содержания редкоземельных металлов в фосфатном сырье и продуктах его переработки компараторным ИНАА с использованием реактора ВВР-К	103
<i>Дормешкин О.Б., Шалатаев С.Ш., Жантасов К.Т., Шапалов Ш.К., Жантасова Д.М., Алтыбаев Ж.М.</i> Состояние производства и сырьевые ресурсы для получения глифосата.....	115

CONTENTS

<i>Kairaliyeva T., Aidarova S., Miller R.</i> Surfactant adsorption parameters determined from surface tension data as measured by drop and bubble profile analysis tensiometry.....	5
<i>Akhmetkaliyeva M.Sh., Sassykova L.R., Aubakirov Y.A., Zhumakanova A.S., Sendilvelan S.</i> Research of the content of zinc and lead in the light-chestnut soils on the territory of islands "Polkovnichii" (Kazakhstan).....	11
<i>Zhakirova N.K., Sassykova L.R., Aubakirov Y.A., Kadirbekov K.A., Zhumakanova A.S., Sendilvelan S.</i> Catalysts of cracking on the basis of heteropolyacids.....	16
<i>Abilova Zh.A., Baiseitova A.M., Jenis J.</i> Investigation of chemical constituents OF <i>Bergenia Crassifolia</i>	24
<i>Bishimbayeva G.K., Trofimov B.A., Prozorova G.F., Zhumabayeva D.S., Malkina A.G., Korzhova S.A., Nalibayeva A.M., Kydyrbayeva U.O.</i> Original technology of synthesis polymer sulfur composites on the base of by-product sulfur of the petroleum desulfurization.....	31
<i>Bishimbayeva G.K., Prozorova G.F., Nalibayeva A.M., Sakibaeva S.A., Turebekova G.Z., Korzhova S.A., Kydyrbayeva U.O.</i> Potential of use the modified polymeric sulfur based on the by-product petroleum sulfur in the rubber production.....	39
<i>Darmenbayeva A.S., Zharmagambetova A.K., Auyezkhanova A.S., Jumekeyeva A.I., Negim El-Sayed.</i> Synthesis and catalytic properties of supported polyacrylamide-stabilized Pd-Ag catalysts.....	46
<i>Shomanova Zh.K., Safarov R.Z., Auezhanova A., Zhumakanova A.S., Nosenko Yu.G., Tleulesov A.K., Larichkin V.V.</i> Study of composite catalysts containing sludge of ferroalloy production in the process of cyclohexane oxidation.....	55
<i>Kenzhaliev B.K., Koizhanova A.K., Sedelnikova G.V., Surkova T.Yu., Kamalov E.M., Erdenova M.B., Magomedov D.R.</i> Extraction of gold from flotation tails of gold-processing plant.....	62
<i>Shambilova G.K., Abdykadyrov B.K., Azhgaliev M.N., Amanov N.K.</i> Phase equilibrium and morphological features of polymer-N-methylmorpholine-N-oxide systems.....	70
<i>Zharmagambetova A.K., Auyezkhanova A.S., Akhmetova S.N., Jardimalieva G.I.</i> Oxidation of cyclohexane and n-octane to ketones and alcohols under mild conditions.....	75
<i>Vassilina G.K., Moisa R.M., Abildin T.S., Yessemaliyeva A.S., Kuanyshova S.D.</i> Effect of the structure of natural zeolites on their acidic characteristics.....	81
<i>Dzhumadullayeva S.A., Bayeshov A.B., Altynbekova M.O., Abzhalov B.S., Zaykov Y.P.</i> Reaction of hydrazinolysis of oxalic acids at presence of sulfonic acid cation exchanger	87
<i>Dyusebaeva M.A., Zhaimukhambetova L.N., Jenis J., Aisa H.</i> Synthesis and modification of 5-(2,4-dichlorophenyl)-1,3,4-oxadiazole-2-thiol.....	92
<i>Dormeshkin O.B., Kenzhibayeva G.S., Shalataev S.S., Zhantasov K.T., Shapalov Sh.K., Zhantasova D.M.</i> Investigation of the process of hydraulic classification of phosphorus slime to obtain the phosphorus for the production of glyphosates.....	97
<i>Silachyov I. Yu.</i> Phosphate raw material and its processing products analysis for rare earths by comparator INAA using reactor WWR-K.....	103
<i>Dormeshkin O.B., Shalataev S.S., Zhantasov K.T., Shapalov Sh.K., Zhantasova D.M., Altybayev Zh.M.</i> State of production and raw material resources for glyphosate obtaining.....	115

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*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 03.12.2017.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

7,8 п.л. Тираж 300. Заказ 6.