

ISSN 2710-1185 (Online)

ISSN 1813-1107 (Print)

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

2(82)

АПРЕЛЬ – ИЮНЬ 2023 г.

ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА

ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2023

Журналдың бас редакторы

Директор

Тасибеков Х.С. - х.ғ.к., ассоц. проф.

Редакция кеңесінің мүшелері:

Абсадықов Б.Н., ҚР ҰҒА корр.-мүшесі, т.ғ.д., проф. (Қазақстан); **Айдемир М.**, Ph.D., проф., (Туркия); **Бүркітбаев М.М.**, ҚР ҰҒА академигі, х.ғ.д., проф. (Қазақстан); **Дембицкий В.М.**, РЖҒА академигі, х.ғ.д., проф. (Канада); **Дергунов С.А.**, Ph.D., проф. (АҚШ); **Джумадилов Т.Қ.**, х.ғ.д., проф. (Қазақстан); **Журинов М.Ж.**, ҚР ҰҒА академигі, х.ғ.д., проф. (Қазақстан); **Жүсіпбеков Ө.Ж.**, ҚР ҰҒА корр.-мүшесі, т.ғ.д., проф. (Қазақстан); **Закиров Б.С.**, х.ғ.д., проф. (Өзбекстан); **Зейналов Э.Б.**, Әзірбайжан ҰҒА корр.-мүшесі, х.ғ.д., проф. (Әзірбайжан); **Ибрагимов А.Б.**, х.ғ.д., проф. (Узбекистан); **Қадырбеков Қ.А.**, х.ғ.д., проф. (Қазақстан); **Каюкова Л.А.**, х.ғ.д., проф. (Қазақстан); **Малмакова А.Е.**, PhD (Қазақстан); **Мун Г.А.**, х.ғ.д., проф. (Қазақстан); **Пралиев К.Д.**, ҚР ҰҒА академигі, х.ғ.д. проф. (Қазақстан); **Салахутдинов Н.Ф.**, РҒА корр.-мүшесі, х.ғ.д., проф. (Ресей); **Темель Хамди**, Ph.D., проф. (Түркия); **Фазылов С.Д.**, х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан); **Ю В.К.**, х.ғ.д., проф. (Қазақстан); **Узакова Ж.Б.** (Техникалық хатшы).

«Қазақстанның химия журналы»

ISSN 2710-1185 (Online); ISSN 1813-1107 (Print)

Құрылтайшы: Еңбек Қызыл Ту орденді Ө.Б. Бектұров атындағы
Химия ғылымдары институты

Тіркеу: Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық
келісім министрлігінде № 3995-Ж 2003 жылғы 25-маусымдағы

2003 жылы құрылған. Жылына 4 рет шығады.

Редакцияның мекен-жайы: 050010 (А26F3Y1), Қазақстан Республикасы, Алматы қ.,
Ш.Уалиханов көшесі, 106. тел. 8 (727) 291-24-64, 8 (727) 291-59-31;
ics_rk@mail.ru

Басылған баспахана: ИП «Тойходжаев Н.О.», Алматы қаласы, Алмалы ауданы,
Нұрмаков, көш. 26/195-49; iparuna@yandex.ru

© АҚ «Ө.Б. Бектұров атындағы
Химия ғылымдары институты», 2023

«Қазпошта» АҚ-ның газет-журналдар каталогында немесе оның қосымшаларында
жазылу индексі **75241**.

Главный редактор

Директор

Тасибеков Х.С. - к.х.н., ассоц. проф.

Редакционная коллегия:

Абсадыков Б.Н., член-корр. НАН РК, д.т.н., проф. (Казахстан); **Айдемир М.**, Ph.D., проф., (Турция); **Буркитбаев М.М.**, академик НАН РК, д.х.н., проф. (Казахстан); **Дембицкий В.М.**, академик РАЕН, д.х.н. проф. (Канада); **Дергунов С.А.**, Ph.D., проф. (США); **Джумадилов Т.К.**, д.х.н., проф. (Казахстан); **Джусипбеков У.Ж.**, член-корр. НАН РК, д.т.н., проф. (Казахстан); **Журинов М.Ж.**, академик НАН РК, д.х.н., проф. (Казахстан); **Закиров Б.С.**, д.х.н., проф. (Узбекистан); **Зейналов Э.Б.**, член-корр. НАНА, д.х.н., проф. (Азербайджан); **Ибрагимов А.Б.**, д.х.н., проф. (Узбекистан); **Кадирбеков К.А.**, д.х.н., проф. (Казахстан); **Каюкова Л.А.**, д.х.н., проф. (Казахстан); **Малмакова А.Е.**, PhD (Казахстан); **Мун Г.А.**, д.х.н., проф. (Казахстан); **Пралиев К.Д.**, академик НАН РК, д.х.н., проф. (Казахстан); **Салахутдинов Н.Ф.**, член-корр. РАН, д.х.н., проф. (Россия); **Темель Хамди**, Ph.D., проф. (Турция); **Фазылов С.Д.**, д.х.н., проф., академик НАН РК (Казахстан); **Ю В.К.**, д.х.н., проф. (Казахстан); **Узакова Ж.Б.** (Технический секретарь).

«Химический журнал Казахстана».

ISSN 2710-1185 (Online); ISSN 1813-1107 (Print)

Учредитель: Ордена Трудового Красного Знамени Институт химических наук им. А.Б. Бектурова.

Регистрация: Министерство культуры, информации и общественного согласия Республики Казахстан № 3995-Ж от 25 июня 2003 г.

Основан в 2003 г. Выходит 4 раза в год.

Адрес редакции 050010 (A26F3Y1), Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Ш. Уалиханова, 106, тел. 8 (727) 291-24-64, 8 (727) 291-59-31; ics_rk@mail.ru

Отпечатано в типографии: ИП «Тойходжаев Н.О.», г.Алматы, Алмалинский район, ул. Нурмакова, 26/195 кв. 49; iparuna@yandex.ru

© АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова», 2023

Подписной индекс **75241** в Каталоге газет и журналов АО «Казпочта» или в дополнении к нему.

Editor-in-Chief

Director

Tassibekov Kh.S. - Candidate of Chemical Sciences, assoc. prof.

Editorial Board:

Absadykov B.N., Corr. Member of NAS RK, Doctor of Technical Sciences, Prof. (Kazakhstan); **Aydemir M.**, Ph.D., Prof. (Turkey); **Burkitbaev M.M.**, Academician of NAS RK, Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan); **Dembitskiy V.M.**, Academician of RANS, Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Canada); **Dergunov S.A.**, Ph.D., Prof. (USA); **Dzhussipbekov U.Zh.**, Corr. Member of NAS RK, Doctor of Technical Sciences, Prof. (Kazakhstan); **Fazylov S.D.**, Doctor of Chemical Sciences, Prof., academician of NAS RK (Kazakhstan); **Hamdi Temel**, Ph.D., Prof. (Turkey); **Ibragimov A.B.**, Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Uzbekistan); **Jumadilov T.K.**, Doctor of Chemical Sciences (Kazakhstan); **Kadirbekov K.A.**, Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan); **Kayukova L.A.**, Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan); **Malmakova A.E.**, PhD (Kazakhstan); **Mun G.A.**, Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan); **Praliyev K.D.**, Academician of NAS RK, Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan); **Salakhutdinov N.F.**, Corr. Member of RAS, Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Russia); **Yu V.K.**, Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan); **Zakirov B.S.**, Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Uzbekistan); **Zhurinov M.Zh.**, Academician of NAS RK, Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan); **Zeynalov E.B.**, Corr. Member of NAS of Azerbaijan, Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Azerbaijan); **Uzakova Zh.B.** (Executive Secretary).

«Chemical Journal of Kazakhstan»

ISSN 2710-1185 (Online); ISSN 1813-1107 (Print)

Founder: A.B. Bekturov Institute of chemical sciences awarded by the Order of Red Banner of Labor.

Registration: Ministry of Culture, Information and Public Accord of the Republic of Kazakhstan No. 3995-Ж dated June 25, 2003 year.

«Chemical Journal of Kazakhstan» was founded in 2003 year, publishes four issues in a year.

Address of the Editorial board: 050010 (A26F3Y1), Republic of Kazakhstan, Almaty, Sh. Ualikhanov str., 106, A.B. Bekturov Institute of chemical sciences awarded by the Order of Red Banner of Labor, Fax: 8(727)291-24-64, ics_rk@mail.ru

Printed in the printing house: IP " Toykhodzhaev N.O.", Almaty, Almainsky district, st. Nurmakova, 26/195 sq. 49, iparuna@yandex.ru

SYNTHESIS AND STUDY OF METAL-POLYMER NANOCOMPOSITES, BASED ON A COPOLYMER OF POLYETHYLENE GLYCOL MALEATE WITH ACRYLIC ACID, AND ITS CATALYTIC PROPERTIES

T.O. Khamitova¹, **M.Zh. Burkeyev**², A.K. Kovaleva^{2*}, D. Havlicek³

¹Saken Seifullin Kazakh Agro Technical University, Astana, Kazakhstan

²E.A. Buketov Karagandy University N-PLC, Karaganda, Kazakhstan

³Charles University, Czech Republic

*E-mail: cherry-girl1899@mail.ru

Abstract: *Introduction.* With the development of the chemical industry, the search for and synthesis of new, and modification of the existing nanocatalytic systems are of great importance. In view of this, the preparation of new catalysts by immobilization of transition metal metals in a polymer matrix becomes an important direction in chemical synthesis. *Purpose* of this work is to submit experimental data on the synthesis and study of the catalytic properties of silver and nickel nanostructures, immobilized in polymer matrices, based on a binary system of unsaturated polyester – polyethylene glycol maleate – with acrylic acid. Nanocomposites have been obtained by reducing a solution of nickel and silver metal salts with sodium hypophosphite in the presence of an ammonia solution of silver chloride. *Methodology.* By the methods of spectroscopy, microscopy the sizes, structure and morphology of polymer-stabilized nanoparticles are determined. *Results.* The obtained nanocomposites contain isolated Ag⁰ nanoparticles with a diameter of 60±10 nm, predominantly spherical in shape and metallic Ni⁰ with a cubic shape of 70±10 nm, uniformly distributed in the polymer matrix, as well as agglomerates on the surface of the polymer matrix, the dimensions of which vary within 150–200 nm. The catalytic activity of the synthesized nanocomposites, which show high efficiency in comparison with the standard metal catalysts, has been also studied.

Keywords: polyethylene glycol maleate, metal-polymer nanocomposite, catalytic activity, nanocomposite, nanoparticles, polymer matrix

Khamitova Tolkyn Ondirissovna	PhD, Senior Lecturer, Department of Soil Science and Agrochemistry, Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University, 010000 Astana. E-mail: khamitova.t@inbox.ru
Burkeyev Meiram Zhunussovich	Doctor of Chemical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan
Kovaleva Anna Konstantinovna	PhD, Senior Researcher, E.A. Buketov Karagandy University. E-mail: cherry-girl1899@mail.ru
David Havlicek	Associate Professor, RNDr, CSc. Charles University, Prague, Czech Republic, Prague, 400 96, Pasterova 1. E-mail: David.havlicek@natur.cuni.cz

Citation: Khamitova T.O., **Burkeyev M.Zh.**, Kovaleva A.K., Havlicek D. Synthesis and study of metal-polymer nanocomposites, based on a copolymer of polyethylene glycol maleate with acrylic acid, and its catalytic properties. *Chem. J. Kaz.*, **2023**, 2(82), 5-15. DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.09>

1. Introduction

In recent years, many works have been carried out, aimed at creating various types of nanoscale structures that include metal nanoparticles in combination with the functional polymers. Such particles, having a significant reactivity and an increased tendency to ion exchange, upon immobilization in the polymer matrices, impart new properties to the resulting nanocomposites. The stability of nanoparticles in polymer matrices is maintained for a long time. The scope of application of nanocomposite materials is very extensive: from catalytic processes in the chemical industry to the manufacture of medical and cosmetic preparations. As a result, large-scale fundamental and applied research to develop innovative materials and technologies, especially nanocomposites, is an urgent task, and is of great scientific and practical interest [1, 2].

From a practical point of view, polymer-immobilized metal nanoparticles (MPNs) are of great interest for obtaining a new generation of efficient and stable hydrogenation and oxidation nanocatalysts operating on the principle of enzymes under mild conditions (at the room temperature and atmospheric pressure).

Based on the foregoing, it can be concluded that the synthesis of new nanocatalysts of the “metal-polymer matrix” type, in combination with the immobilization of catalytically active transition metals in polymeric supports, opens up a wide range of their applications. Therefore, today the search for new catalytic systems, in particular, nanocatalysts with high activity and selectivity, is an urgent task.

In previous works, we presented the results of the research on the development of new methods for the synthesis of “smart” polymers, based on unsaturated polyesters, cured with the unsaturated carboxylic acids. The properties of polymeric materials obtained on their basis are unique, providing a wide range of their practical applications in agriculture, medicine, petrochemistry, and chemical synthesis. In this regard, it should be noted that the synthesis of “smart” copolymers with a high moisture absorption capacity, based on available and inexpensive raw materials – unsaturated polyesters cured with ionic vinyl monomers – and its further study is an important direction [3-6].

Previously, new mono- and bimetallic metal-polymer nanocomposites based on the copolymers of polyethylene-(propylene)glycolmaleines (p-EGM, p-PGM) with AA and metallic cobalt were synthesized. The possibility of using copolymers of the above unsaturated polyesters with AA as a matrix for the preparation of effective hydrogenation catalysts has been shown. Thus, it has been found that the resulting MPCs contain isolated NPMs with a diameter of 30–120 nm, predominantly spherical in shape, uniformly distributed in the polymer matrix [5].

The main purpose of this work is to study the physicochemical properties and catalytic activity of nanocomposites, based on the smart polymer matrix p-EGM–AA with metals, nickel and silver.

2. Experimental part

The immobilization of metal particles into polymeric substrates of the p-EGM–AA binary system with a composition of 14.8:85.2 wt.% was carried out by reducing Ni^{+2} , Ag^{+1} to Ni^0 , Ag^0 with sodium hypophosphite (0.5 N) in a 0.5 N solution of their nitrates, in the presence of a catalyst – an ammonia solution of silver chloride. The reduction of Ni^{+2} , Ag^{+1} in the volume of the p-EGM–AA polymer matrix was carried out in several stages:

- incorporation of Ni^{+2} , Ag^{+1} ions into the polymer matrix;
- diffusion of reagents inside the polymer matrix;
- the reaction between nickel and silver nitrates and sodium hypophosphite, proceeding with the formation of nanosized metal particles (NPs).

The salt reduction method used in this way had an important advantage over the other methods of NPM synthesis: reproducibility of the results and the possibility of obtaining large amounts of nanoparticles with a narrow size distribution. The type of reducing agent in this case had a significant effect on the formation of metal NPs. Thus, the MPCs of p-EGM–AA/ Ag^0 and p-EGM–AA/ Ni^0 were obtained. Figure 1 shows the main structural fragments of p-EGM–AA/ Ag^0 :

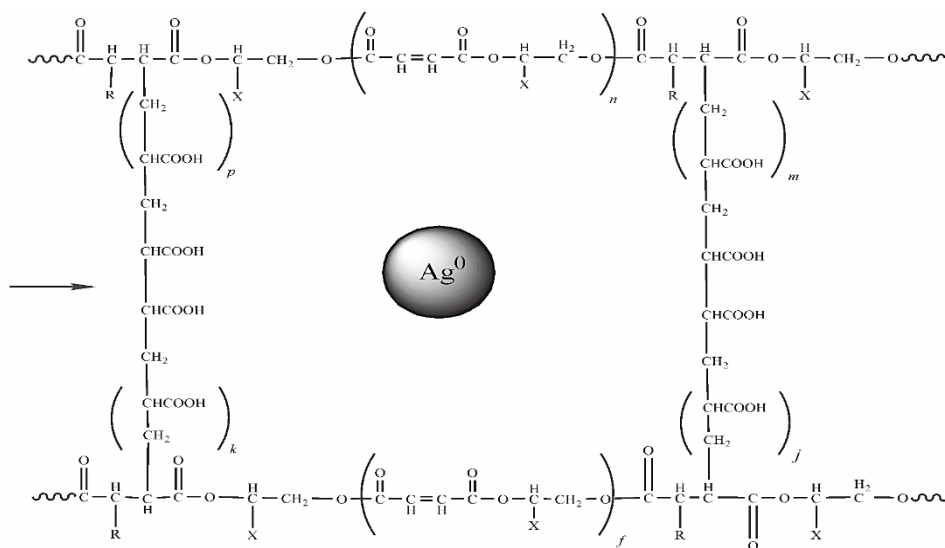


Figure 1 – Structural fragments of the p-EGM–AA/ Ag^0 monometallic polymer complex

The structure of the polymer and nanocomposites was studied by microscopy. For example, an ultrathin sample was imaged, using a universal thermal field transmission electron microscope (TEM) JEOL JEM-2100 200 kV (Japan); The resolution at the optimal working distance was 0.8 nm at 2 kV, at the convergence point was 1.2 nm at 1 kV Figure 2.

The polymers molecular weight characteristics were analyzed by gel permeation chromatography in dioxane on a PolymerLabs GPC-120 chromatograph with two PLgel columns. Molecular weight (MW) was calculated according to calibration standards.

The study of the structure, morphology, elemental composition of the synthesized complexes was established by microscopy on a MIRA 3 TESCAN SEM “Oxford Instruments” (2012) with a high-performance silicon-drift detector X-Act for elemental analysis at an accelerating voltage of 20 kV Figures 3, 4.

The amount of adsorbed metal in the complex was determined on a 4210 MP-AES atomic emission spectrometer (Agilent Technologies Bayan Lepas Free, Malaysia), based on determining the elemental composition of the substance from the optical emission spectra of atoms and ions of the analyzed sample excited by nitrogen plasma.

The study of catalytic activity was carried out by pyridine hydrogenation in a diaphragm electrocatalytic thermostatic cell, divided into anode and cathode parts by an MK-40 membrane diaphragm, according to the procedure. The anode was a platinum grid, and the cathode was a copper plate (type I conductor) with a surface area of 0.048 dm², which tightly adjoined the bottom of the electrolyzer and served as a substrate for the catalyst. Hydrogenation of pyridine was carried out at different values of the current strength and different temperatures. The hydrogenation process included the following steps:

- start of the process – an introduction of the solutions and regulation of the process conditions, 20% NaOH solution was used as anolyte, 5% NaOH solution was used as catholyte;

- the resulting metal-polymer complexes were saturated with electrocatalytic hydrogen for 30 min in the cathode part of the cell until the ratio of the volumes of released H₂ and O₂ in the burettes was equal to 2:1;

- the hydrogenation process itself – a sample of the substrate (pyridine) was introduced into the cathode space of the cell, and the volumes of the released hydrogen and oxygen were noted every 2 min. The process was carried out until the absorption of hydrogen ceased. The amount of absorbed hydrogen was used to determine the rate of reduction of pyridine $W_{(H_2)}$ (mol·s⁻¹) and the hydrogen utilization factor.

The hydrogenation reaction products were analyzed on an Agilent 7890A chromatograph with a 5975C mass selective detector. The obtained samples were extracted on catholyte with diethyl ether in a ratio of 1:1. Preliminary preparation of samples was carried out on a CryoMill vibratory mill (Retsch, Germany, 2015).

3. The discussion of the results

For the synthesis of the polymer matrix, polyethylene (propylene) glycol maleinate with a molecular weight of ~2820 Da has been used as the initial monomer. The molecular weight of the polymer affects the copolymer swelling degree and, accordingly, determines the pore size of the polymer matrix. The degree of swelling of the studied p-EGM with AA binary systems has been

~1900–2400%. The polymer matrix structure can have a significant effect on the crystal structure and morphology of the resulting metal NPs; therefore, special attention should be paid to the analysis of the surface morphology of copolymers. For example, Figure 2 shows electron micrographs of the p-EGM–AA binary systems studied by us.

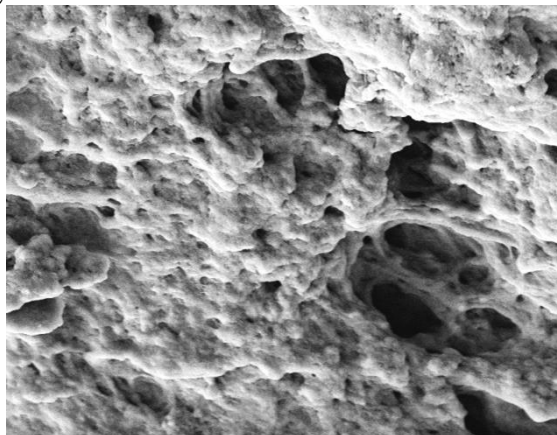


Figure 2 – Micrograph of the polymer matrix – p-EGM–AA (14.8:85.2 wt.%)

According to the TEM results for the p-EGM–AA copolymer with a composition of 14.8:85.2 wt.%, the pore size of network copolymers varies from 0.5 μm to 1.1 μm . It should be noted that the uniform pores of the polymer matrix promote the formation and growth of individual particles in the bulk of the polymer, preventing their aggregation.

Further, the nanocomposites, obtained by the reduction of a solution of salts of nickel and silver metals with sodium hypophosphite in the presence of an ammonia solution of silver chloride contain the isolated Ag^0 NPs with a diameter of 50 ± 10 nm, predominantly spherical in shape and metallic Ni^0 NPs with a size of 60 ± 10 nm, cubic in shape (Figure 3a), evenly distributed in the polymer matrix. In some cases, they form agglomerates on the surface of the polymer matrix with sizes in the range of 150–180 nm (Figure 3b). Previously, it was found that metal-polymer complexes based on copolymers of p-EGM with AA, immobilized in them and reduced to Co^0 , are resistant to aggregation and oxidation, which gives us the right to assume a similar behavior of our samples, containing Ag^0 and Ni^0 .

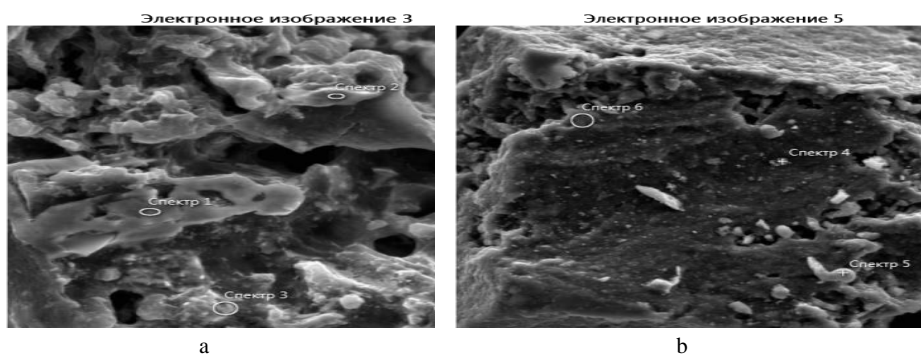


Figure 3– Electron micrographs of metal particles in nanocatalysts:
a-nickel in p-EGM-AA/Ni; b – silver in p-EGM-AA/Ag

The main part of NPs (about 80%) of the total mass is made up of the particles with the sizes from 25 to 80 nm. A smaller part falls on larger formations, 85–110 nm in size. Aggregates larger than 210 nm (about 15%) are formed as a result of the adhesion of small particles that are marked on the polymer surface.

The use of the p-EGM-AA binary system makes it possible to achieve a high uniformity of the distribution of metal particles (Ni^0) in the volume of the polymer matrix, as evidenced by the results of energy dispersive spectrometry, shown in Figure 4.

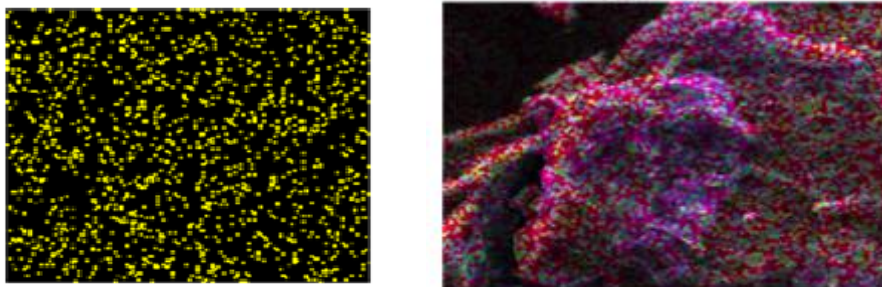


Figure 4 – Micrographs of the distribution of individual elements in the volume of the polymer matrix

According to the results of energy dispersive spectrometry, the average number of metal particles per $10\ \mu\text{m}$ is $\sim 1300 \pm 100$ units. The particles for Ag^0 and $\sim 1000 \pm 100$ units – for Ni^0 . The content of Ag^0 and Ni^0 metals in nanocomposites is ~ 20 wt.% of the total mass.

Figure 5 below shows the hydrogenation curve of pyridine, which characterizes the course of the process without a catalyst. An analysis of this curve shows that the character is not pronounced: it lies almost parallel to the abscissa axis, while at the initial stage, absorption of a certain amount of hydrogen is observed. In comparison with the process of hydrogenation without a

catalyst, the hydrogenation curve of pyridine in the presence of p-EGM-AA/Ni⁰ and p-EGM-AA/Ag⁰ shows intense absorption of hydrogen. The maximum reaction rate is reached already by 20–25 minutes (Figure 5), and then drops sharply. During this time, in the system with the participation of p-EGM-AA/Ni⁰, pyridine is hydrogenated up to 40% to the reaction products, and in the presence of p-EGM-AA/Ag⁰, up to 45%. Among the reaction products, in addition to the final product – piperidine – secondary products are found: in particular, tetrahydropyridine (from 4 to 7%) and dipiperidyl (from 5 to 7%).

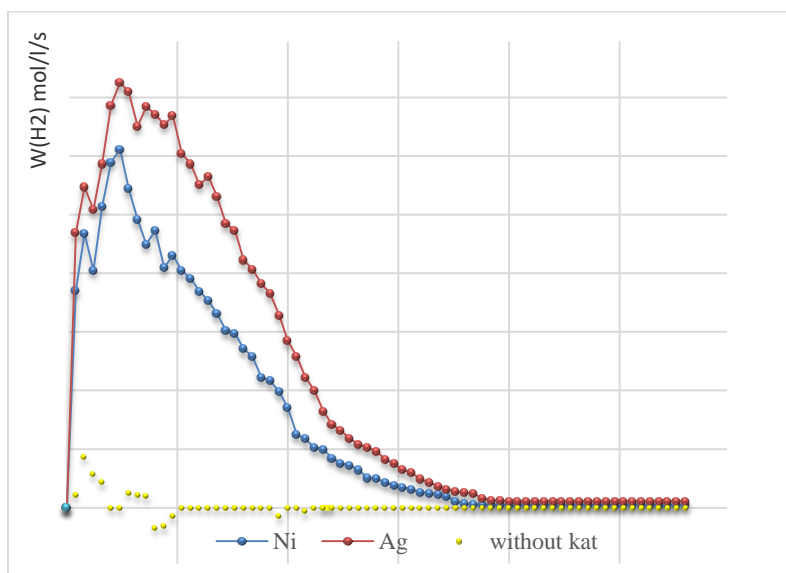


Figure 5– Change in the rate of pyridine hydrogenation during the reaction on catalysts: p-EGM-AA/Ni⁰ and p-EGM-AA/Ag⁰

As can be seen from the curve of the dependence of the rate (W) of the reaction of hydrogenation of pyridine to piperidine on time (t), it has 3 sections, similar for the both systems under study. At the first stage, hydrogen is intensively absorbed, therefore, the main part of pyridine is hydrogenated at the initial stage of the process. In the second section of the curve, a decrease in the hydrogenation rate is observed, due to the consumption of a part of the pyridine subjected to hydrogenation in the first stage. In the final section, the reaction rate remains almost unchanged, which is proof of the completion of the process we are studying.

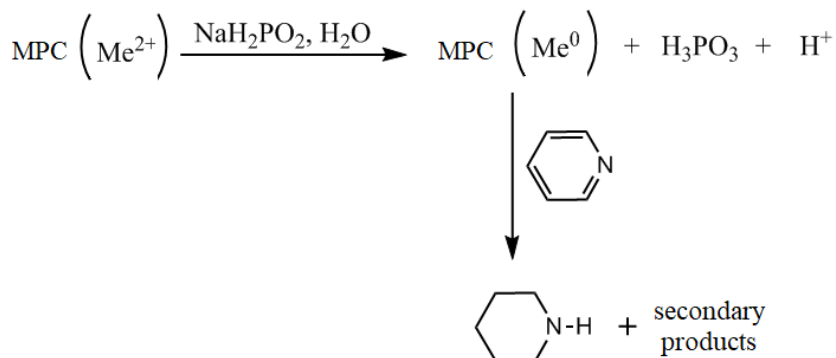
Chromatographic analysis (Table 1) shows that, in addition to piperidine, the catholyte after hydrogenation contains a secondary product, tetrahydropyridine, in small amounts. Table 1 also shows the main results of the electrocatalytic hydrogenation of pyridine at different current strengths in comparison. It has been found that in the presence of p-EGM/AA-Ni⁰ and p-EGM/AA-Ag⁰ nanocomposites at 1A, it has contributed to the uptake of ≈ 70 ml and 60 ml of

hydrogen, respectively, which is almost 3 times higher than in the presence of Ni skeletal catalyst and in 7 times higher in the absence of a catalyst. The substance yield of piperidine has been 88% under the conditions of 1.5 A, 25°C, using p-EGM/AA-Ni⁰. The yield of piperidine on the substance as a whole varies within 70–88%.

Table 1– The results of the electrocatalytic hydrogenation of pyridine at different current strengths in comparison

Catalyst	Current strength, A	Pressure, mm Hg Art.	Volume of absorbed hydrogen (V _{absorbed H₂}), ml	Process duration, min	Product yield – piperidine, %	Secondary products, %
without catalyst	0.5	752	5.6	40	5.12	–
	1.0	754	8.7	20	6.30	–
	1.5	754	9.1	30	8.54	–
	2.0	762	8.1	28	7.93	–
Ni	0.5	761	22.1	60	9.66	–
	1.0	765	22.9	44	13.85	0.4
	1.5	760	24.3	40	16.85	0.8
	2.0	760	23.4	40	15.48	1.1
п-ЭГМ–АК/Ni ⁰	0.5	772	58.7	120	72.43	5.0
	1.0	780	68.9	82	82.71	4.3
	1.5	772	76.7	66	88.21	3.5
	2.0	772	67.2	54	86.47	8.0
п-ЭГМ–АК/Ag ⁰	0.5	775	59.3	120	71.88	5.3
	1.0	760	61.5	86	80.89	5.1
	1.5	767	68.7	78	83.28	4.2
	2.0	760	69.9	72	79.98	9.2
Experimental conditions: T= 25°C – not determined						

MPC (Me²⁺) p-EGM–AA/Ni⁰ and p-EGM–AA/Ag⁰ perform a dual role in the process: at the same time they accelerate the decomposition of hypophosphite and further the nanocomposite accelerates the reduction of pyridine to piperidine:



The activity of p-EGM-AA/Ni⁰ and p-EGM-AA/Ag⁰ metal catalysts in pyridinane hydrogenation is an order of magnitude higher than that of skeletal nickel. So, for example, the reaction rate with the use of nanometallic systems increases by ~5–6 times, as compared with skeletal nickel, and ~10–11 times higher, as compared with the implementation of the hydrogenation process without a catalyst. It should also be noted that the selectivity of the nanocatalytic systems under study with respect to piperidine is ~3–4 times higher than that of skeletal nickel.

4. Conclusion

As the studies show p-EGM-AA/Ni⁰, p-EGM-AA/Ag⁰ exhibit a high catalytic activity, chemical stability, and selectivity in the hydrogenation process. Reducing the size of the catalyst particles to nanometric ones makes it possible to increase the contact surface of the polymer with the reaction medium and, thereby, to increase the efficiency of catalysis by several times, and the gel matrix protects the particles from coagulation and oxidation. The obtained nanocomposites under the new synthesis conditions contain the isolated Ag⁰ NPs, the diameter of which is 60±10 nm, having a predominantly spherical shape, and metallic Ni⁰ NPs, the size of which does not exceed 70±10 nm, having a cubic shape, uniformly distributed in the polymer matrix. In some cases, on the surface of the polymer matrix, they stick together into agglomerates, the dimensions of which vary within 150–200 nm. The reaction rate of catalytic hydrogenation, using the synthesized nanometallic systems increases by ~5–6 times as compared with skeletal nickel, and by ~10–11 times as compared with hydrogenation in the absence of a catalyst. On the basis of the data obtained, it has been established that the selectivity of the nanocatalysts studied by us for piperidine is ~3–4 times higher than that for skeletal nickel. The substance yield of piperidine has been 88% under the conditions of 1.5 A, 25°C, using p-EGM-AA/Ni⁰.

The work has been carried out at the Research Institute of Chemical Problems in the Laboratory of Biotechnology of the N-PLC of E.A. Buketov Karaganda University (Karaganda, Kazakhstan), and on the basis of the analytical and inorganic department of the University of Karlov (the Czech Republic).

Conflict of Interest: There is no conflict of interest between the authors.

ПОЛИЭТИЛЕН ГЛИКОЛЬ МАЛЕИНАТ ПЕН АКРИЛ ҚЫШҚЫЛЫ СОПОЛИМЕРІ НЕГЗІНДЕГІ МЕТАЛЛ-ПОЛИМЕРЛІ НАНОКОМПОЗИТТЕРДІ СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ, ОЛАРДЫҢ КАТАЛИТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Т.О. Хамитова^{1*}, *М.Ж. Буркеев*², *А.К. Ковалева*^{2*}, *Д. Навлицек*³

¹ КЕАҚ Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана, Қазақстан

² КЕАҚ Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан

³ Карлов университеті, Прага, Чехия

*E-mail: cherry-girl1899@mail.ru

Түйіндемe: *Kipicne.* Химия өнеркәсібінің дамуымен жаңа материалдарды іздеу және синтездеу және қолданыстағы нанокаталитикалық жүйелерді модификациялау үлкен маңызға ие болып отыр. Осыған байланысты ауыспалы металдарды полимерлі матрицада иммобилизациялау арқылы жаңа катализаторларды дайындау химиялық синтезде маңызды бағытқа айналады. *Жұмыстың мақсаты* – қанықпаған полиэфир – полиэтиленгликоль малеинат–акрил қышқылы бинарлық жүйесі негізіндегі полимерлік матрицаларда иммобилизацияланған күміс және никель нанокұрылымдарының синтезі және каталитикалық қасиеттерін зерттеу бойынша тәжірибелік деректерді ұсыну. Нанокөпозиттер никель және күміс металл тұздарының ерітіндісін күміс хлоридінің аммиак ерітіндісінің қатысуымен натрий гипофосфитімен тотықсыздандыру арқылы алынды. *Әдістеме.* Спектроскопия, микроскопия әдістерімен полимермен тұрақтандырылған нанобөлшектердің өлшемдері, құрылымы және морфологиясы анықталды. Алынған нанокөпозиттердің құрамында диаметрі 60 ± 10 нм окшауланған Ag^0 нанобөлшектері бар, пішіні басым сфералық және текше пішіні 70 ± 10 нм металлдық Ni^0 , полимер матрицасында біркелкі таралған, сонымен қатар полимер бетіндегі өлшемдері 150–200 нм аралығындағы агломераттар бар. Стандартты катализаторлармен салыстырғанда жоғары тиімділік көрсететін синтезделген нанокөпозиттердің каталитикалық белсенділігі де зерттелді.

Түйінді сөздер: полиэтиленгликоль малеинаты, металл-полимерлі, нанокөпозит, каталитикалық белсенділік, нанокөпозит, нанобөлшектер, полимер матрицасы.

<i>Хамитова Толкын Ондирисовна</i>	<i>PhD</i>
Буркеев Мейрам Жунусович	<i>Химия ғылымдарының докторы, профессор</i>
<i>Ковалева Анна Константиновна</i>	<i>PhD</i>
<i>Havlicek David</i>	<i>қауымдастырылған профессор, RNDr</i>

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛ-ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ МАЛЕИНАТА С АКРИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ, И ИХ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Т.О.Хамитова^{1*}, **М.Ж.Буркеев**², *А.К.Ковалева*^{2*}, *Д.Навлицек*³

¹Казахский Агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина, Астана, Казахстан

²НАО Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

³Институт неорганической химии Чешской Академии Наук, Husinec-Rez, Czech Republic

*E-mail: cherry-girl1899@mail.ru

Резюме. *Введение.* С развитием химической промышленности большое значение приобретают поиск и синтез новых и модификация существующих нанокаталитических систем. В связи с этим получение новых катализаторов путем иммобилизации переходных металлов в полимерную матрицу становится важным направлением в химическом синтезе. *Цель настоящей работы* – представить экспериментальные данные по синтезу и изучению каталитических свойств наноструктур серебра и никеля, иммобилизованных в полимерные матрицы на основе бинарной системы ненасыщенный полиэфир –полиэтиленгликоль малеинат – с акриловой кислотой. Нанокөпозиты получали восстановлением раствора солей металлов никеля и серебра гипофосфитом натрия в присутствии аммиачного раствора хлорида серебра. *Методология.* Методами спектроскопии, микроскопии определены размеры, структура и морфология полимер-стабилизированных наночастиц. *В результате* полученные нанокөпозиты содержат изолированные наночастицы Ag^0 диаметром 60 ± 10 нм преимущественно сферической формы и металлический Ni^0 кубической формы 70 ± 10 нм, равномерно распределенные в полимерной матрице, а также агломераты на поверхности полимерная матрица, размеры которой колеблются в пределах 150–200 нм. Исследована также каталитическая активность синтезированных нанокөпозитов, проявляющих высокую эффективность по сравнению со стандартными металлическими катализаторами.

Ключевые слова: полиэтиленгликоль малеинат, металл-полимерный нанокомпозит, каталитическая активность, нанокомпозит, наночастицы, полимерная матрица

<i>Хамитова Толкын Ондирисовна</i>	<i>PhD</i>
Буркеев Мейрам Жунусович	<i>Доктор химических наук, профессор</i>
<i>Ковалева Анна Константиновна</i>	<i>PhD</i>
<i>Havlicek David</i>	<i>ассоциированный профессор, RNDr</i>

References

1. Chow P.E. (ed.) *Gold Nanoparticles: Properties, Characterization and Fabrication*. New-York, Nova Science Publisher, **2010**, 250.
2. Pomogailo A.D., Kestelman V.N. *Metallopolymernano composites*. Heidelberg, Springer, **2005**, 563.
3. Burkeyev M.Zh., Khamitova T.O., et al. Synthesis and Catalytic Properties of Polymer-Immobilized Nanoparticles of Cobalt and Nickel. *CATALYSIS IN INDUSTRY*, **2018**, 10(4), 270–278 pp. <https://doi.org/10.1134/S2070050418040037>
4. Burkeyev M.Zh., Khamitova T.O., Havlichek D., et al. Synthesis, Characterization, and Catalytic Properties of Metal–Polymer Complexes Based on Copolymers of Polyethylene(propylene) Glycol Maleates with Acrylic Acid. *Russian Journal of Applied Chemistry*, **2019**, 92(1), 1–8 pp. <https://doi.org/10.1134/S10704272190100>
5. Burkeyev M.Z., Shibayeva S.R., Khamitova T.O. Plocek J., et al. Synthesis and Catalytic Properties of New Polymeric Monometallic Composites, Based on Copolymers of Polypropylene Glycol Maleate Phthalate with Acrylic Acid. *Polymers*, **2021**, 13, 4369. <https://doi.org/10.3390/polym13244369>
6. Burkeyev, M.Z., Khamitova, T.O. et al. Influence of RAFT Agent on the Mechanism of Copolymerization of Polypropylene Glycol Maleinate with Acrylic Acid. *Polymers*, **2022**, 14, 1884. <https://doi.org/10.3390/polym14091884>

CURRENT STATE OF PROTECTIVE AND DECORATIVE PROPERTIES OF WATER-DISPERSION ACRYLIC COMPOSITIONS

A.A. Lutsenko, A.N. Dyuryagina

JSC «North Kazakhstan University named after M. Kozybayev»,

Petropavlovsk, Kazakhstan

E-mail: adyuryagina@inbox.ru

Abstract. *Introduction.* The rapid progress of water-dispersion paints from the water-diluted group is due to a number of their advantages over other paint and varnishes from the category of environmentally friendly. The formulations of paintwork materials are dominated by aqueous dispersions of acrylic copolymers, acrylic styrole copolymers, homo- and copolymers of vinyl acetate. One of the main methods of targeted regulation of the properties of polymer composite materials and coatings is the use of surfactants (surfactants). As a result of adsorption phenomena, their physical interaction with the surface of dispersed particles and substrate, associations with film-forming molecules can significantly change the deformation-strength, insulating, adhesive, coloristic and other properties of paint coatings. *The purpose* of the work is a reasonable choice of polymer surfactants for obtaining water-dispersion acrylic coatings with a given set of properties. This determines the relevance of research. *Objects.* Film former - acrylic polymer, inorganic pigment - rutile-shaped titanium dioxide, modifying additives - polyestersiloxane copolymer (PES) and sodium polyacrylate (PAN), aqueous solvent. *Conclusion.* Analysis of the state and current trends in paint and varnish materials indicates the prospects of using water-dispersion acrylic compositions. The study of the physical and chemical regularities of processes involving surfactants, developed both in the volume of film-forming and at the interphase boundaries of its interface with pigment and air, is an important prerequisite for the formation of scientifically based approaches, when obtaining effective protective and decorative properties of coatings of water-dispersion compositions.

Keywords: paint and varnish materials, water dispersions, acrylic polymers, surfactants, dispersed particles, adsorption, titanium dioxide, polyestersiloxane copolymer, sodium polyacrylate

Lutsenko Aida
Alexandrovna

PhD, E-mail: l-a.13@mail.ru

Dyuryagina Antonina
Nikolaevna

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of
department of Chemistry and chemical technologies, E-mail:
adyuryagina@inbox.ru

Citation: Lutsenko A.A., Dyuryagina A.N. Current state of protective and decorative properties of water-dispersion acrylic compositions. *Chem. J. Kaz.*, **2023**, 2(82), 16-26. DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.10>

1. Introduction

Currently, when using paint and varnishes (paints), great attention is paid to environmental aspects, which leads to a large-scale replacement of organ-diluted paints with water-diluted paints.

As is known, in technological practice there are primary and secondary aqueous dispersions of polymers, in which the dispersed phase consists of spherical polymer particles with a diameter of less than 1 μm , and the dispersion medium is water. In the paint and varnish industry, primary dispersions obtained by emulsion polymerization are the most common. As a result of emulsion polymerization, unlike polymerization in a solution (secondary dispersion), polymer macromolecules contained inside dispersed phase particles are obtained. This allows the use of high-molecular polymers as filming agents for water-dispersion paint and varnish materials (WD-PVM), which cannot be used as solutions due to their high viscosity. As world experience shows, the formulations of paintwork materials are dominated by aqueous dispersions of acrylic copolymers, acrylic copolymers, homo- and copolymers of vinyl acetate. Due to the multi-stage synthesis processes, polyacrylates are more expensive than styrene and vinyl acetate, but have a number of significant advantages. Acrylic coatings are almost transparent for ultraviolet rays, so the processes of destruction of the filming agent in them are much slower, as a result of which they are not prone to yellowing and retain shine under prolonged weathering.

However, despite the advantages of acrylic coatings, they, like all kinds of water-diluted paints, are inferior to organ-dilutable ones in anti-corrosion properties.

The organization of reliable and long-term coating protection is one of the priorities in WD-PVM technology. Modern technological solutions are focused on the introduction into their composition of surfactants (surfactants), which have the ability to purposefully change the surface energy of film formers at the interface with contacting phases (air, steel substrate, pigment), to regulate the processes of wetting of pigment particles, their disaggregation and stabilization. This allows you to obtain dense, impermeable to aggressive environments insulating films of acrylic coatings. In addition, increasing the wetting capacity of paint and varnish compositions of the steel surface increases the adhesion of the coatings they form. High adhesive strength, in turn, prevents the formation and spatial growth of corrosion products under the WD-PVM film, which improves the protective capacity of coatings. However, there are no universal multifunctional action modifiers.

2. Protective and decorative properties based on water-diluted paint compositions

Various parameters characterizing the protective properties of water-dispersion paint coatings (vapor permeability, moisture absorption, resistance to

atmospheric factors and aggressive media) depend on the quality of dispersion of pigments and fillers. According to modern ideas, the process of penetration of various substances through the coating consists of sorption (dissolution), diffusion and desorption on the back of the film. When filling polymers, factors not related to interphase interactions make a certain contribution to their insulating ability. These include an increase in the length of the diffusion pathway of penetrant molecules associated with the need to bend the filler particles and a decrease in the cross-section of the matrix available for penetration [1]. On the basis of model ideas about the process of penetration of gases, vapors and liquids through media containing impermeable inclusions, a number of mathematical expressions linking the barrier and diffusion characteristics of filled polymers with the volume fraction, shape and packaging density of dispersed phase particles were obtained and tested in practice [2]. The protective effect of coatings depends on the specific properties of individual pigments, for example, on photochemical activity, which can change when dispersion changes. Thus, the size of pigment and filler particles also affects the protective and diffusion properties of coatings, and, in most cases, the increase in dispersion helps to increase the protective effect of paint coatings. Adhesive strength plays a special role in the protective and decorative action of coatings. In general, adhesive strength is a multifactorial indicator, depending on the nature of the polymer and substrate and the conditions of coating formation. The highest adhesive strength is provided by coatings made of monomeric or oligomeric film formers, which are converted into a polymer (three-dimensional) state directly on the substrate. Monomers and oligomers are in some cases capable of chemisorption on the surface of metals; their subsequent polymerization or polycondensation leads to the formation of vaccinated polymers chemically associated with the substrate [3]. In the case of polymers, there is often a relationship between the adhesive strength and the cohesion of the film material. Adhesive strength increases with the increase in the content of functional polar groups in the film (-OH, -UN, -SON, -SONH₂, -SON, -OSONN), the cohesion energy of which is 25-65 kJ/mol.

The increase in the polarity of the monomer ensures an increase in the adhesive properties of films. Thus, when 4.3% methacrylic acid is introduced into the acrylic copolymer, adhesion to glass increases from 8.2 MPa to 12 MPa [4], with an increase in the methacrylic acid content first leading to increased adhesion, and then the coating begins to crack and peel off. The existence of a "critical" concentration characteristic of all polar hydrophilic monomers, above which there is a deterioration of properties, is due to the rapid evaporation of water during film formation and a significant increase in internal stresses due to strong intermolecular interaction. To a lesser extent, this is manifested in copolymers containing etheric groups.

Among polymer protective colloids, polyvinyl alcohol with varying degrees of acetylation, amides of polyacrylic and polymethacrylic acids, polyvinylpyrrolidone, copolymers of maleic anhydride with styrene, copolymers

of methyl methacrylate with methacrylic All these compounds have low surface activity, but when they are adsorbed on the interphase surface, a protective structural and mechanical layer with viscoelastic properties arises. Depending on the specific conditions, the molecules of protective colloids on the interphase surface can take different conformations. At increased concentrations of protective colloids necessary for the formation of stable emulsions, they form gel-like three-dimensional structures at the phase interface, and not all molecules of the protective colloid are in direct contact with the surface.

The appearance of three-dimensional structures determines the stability of the resulting emulsions, which is directly related to the mechanical properties of interphase layers. However, a direct correlation between the structural and mechanical properties of adsorption layers and their stabilizing effect is not always observed. This is due to the fact that at high mechanical strength of the adsorption layer, its components of the macromolecules of the protective colloid have limited mobility. Under dynamic conditions of emulsion polymerization, defects in the adsorption layer resulting from its deformation are eliminated very slowly, which leads to a decrease in the stability of the emulsion [5]. It is believed that there should be a three-dimensional structure with optimal mechanical properties that ensure the formation of a viscous adsorption layer while maintaining its mobility.

The action of another group of stabilizers, suspensions of finely dispersed powders of water-soluble mineral compounds, is also based on the creation of a structural and mechanical barrier at the phase interface that prevents the coalescent of monomer drops [6]. For emulsion polymerization, such compounds as CaSO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaF_2 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, MgCO_3 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, BaSO_4 , etc. are used as stabilizers of this type. The main ideas about the mechanism of action of such stabilizers are formulated by Rebinder [7]. The surface of mineral stabilizer particles has a complex structure. Most of it is hydrophilic and well wetted with medium. At the same time, there are hydrophobic areas on the surface of the stabilizer particles, thanks to which it is possible to contact the particles with the monomeric phase due to the adhesion of particles by hydrophobic areas of the surface to the drops of the monomer, a protective shell is formed on their surface, which serves as a structural and mechanical barrier against the processes of their coalescence. This protective shell can be a multi-layer coating that creates a spatial coagulation frame that strengthens the protective layer. Mineral stabilizers are often used in combination with low molecular weights, the role of which is to partially hydrophobize the surface of stabilizer particles. It should be noted that surfactants during emulsion polymerization can be formed directly in the reaction system. It is shown that emulsion polymerization of styrene in the presence of $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$, along with the simultaneous use of an oil-soluble initiator, leads to the formation of small amounts of oligostyrene with terminal sulfate groups due to partial polymerization of styrene in an aqueous solution.

Oligomeric molecules are essentially surfactants modifying the particles of the $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ stabilizer. This technique has not yet been widely used, which may be due to the risk of partial flow of the emulsion polymerization process, which is known to be implemented even in the absence of surfactants when initiating a reaction with water-soluble compounds such as persulfates.

In the future, protective coatings may not contain anti-corrosion pigments and corrosion inhibitors used in our time, providing protection for the substrate due to its excellent barrier properties. The structure of the coating, which provides optimal barrier properties, is influenced by the chemical structure of the polymer filming agent, the quality of dispersion of pigments and fillers, as well as the affinity of the surface of the substrate and the polymer matrix. Improving the structure of the coating leads to a decrease in its permeability to water, electrolytes, gases, increased adhesion, resistance to cracking and other mechanical damage. It is believed that modern development in the field of anti-corrosion water-dispersion paints and varnish materials is aimed, to a large extent, at improving the barrier properties of coatings through the use of high-quality new generation filming agents and pigmentation additives, however, still prevailing, quantitatively and effective, in terms of time, money and achieved technological indicators, were a variety of methods of modifying water-dispersion paint and varnish compositions by various modifiers.

The introduction of various modifiers into the formulation of water-dispersion paints allows to improve technological (storage resistance, defect-free application) and operational (adhesive strength, light, thermal, water, abrasion resistance, scratch resistance) properties of coatings, intensify technological processes, reduce raw material consumption, reduce the duration of the technological process, energy and labor consumption per unit of produced paint material, increase the environmental completeness of paints used in industry and construction, contributing to the intensive replacement of traditional organ-dilutable paint and varnish materials with these materials [8].

The theoretical basis for the effective use of additives, practical tests assessing the effectiveness of their action in paintwork materials are the chemistry and physicochemistry of polymers, the theory of surface phenomena and colloidal chemistry [29]. One of the promising ways in this direction is to improve the quality of water-dispersion paint and varnish compositions with the help of various types of surfactants, which reduce production costs and are quite easy to operate. The effectiveness of the modifier in a specific formulation depends on the correct choice (according to the function that is required), on its presence in the formulation at the optimal concentration and in the appropriate phase state (molecule, associate, microstructure), on the presence of the additive "in the right place" in the required concentration (wetting agent - at the border with the pigment or substrate, etc.).

The effectiveness of the surfactant can be judged by its minimum concentration in the recipe, which provides the desired result [9]. The action of

surfactants is due to the formation of an adsorption layer on the surface of the pigment and filler, the properties of which, in turn, are determined by the formation of its internal and external parts. The inner part of the adsorption layer is formed by the interaction of polar groups of surfactants with the active centers of the surface, which contributes to the peptization of aggregated particles of pigment and filler and the formation of elements of the coagulation structure. The outer part of the adsorption layer is formed when the hydrocarbon radicals of surfactant molecules are oriented into a polymer medium, increasing the lyophilicity of the surface of pigment particles combined with it [10]. When introducing polar hydrophilic pigments into non-polar hydrocarbon media, modifiers with long hydrocarbon chains (hydrophobic agents) are used, for example, saturated carboxylic acids, acrylates or their salts, as well as quaternary ammonium salts and other compounds. For polar dispersion media, surfactants are used as modifiers of the pigment surface, the molecules of which contain polar groups in the hydrocarbon radical that are lyophilic in relation to the polymer dispersion medium (i.e. bifunctional compounds of various types) [11]. This applies to all types of paint and varnish materials containing as a binder solutions of polymers in organic solvents (or in water for water-soluble polymers), water-dispersed binders. In recent years, polymer surfactants have been developed and used, which, due to their high affinity for polymer filming, can be even more effective than their low molecular weight analogues. An important role is played by the nature of polar groups of surfactants and the structure of hydrocarbon radicals of their molecules, as well as the chemical nature of the polymer and the presence of polar functional groups in its molecules. In suspensions of water-dispersion paints, the development of aggregation and disaggregation processes depends both on the surface properties of the solid-phase particles themselves and on the quantitative and qualitative composition of film-forming, solvents and surfactants.

3. Modernization of paintwork forms based on the use of new film formers

The priority of a solvent is determined by its solvent and dilution capacity in relation to filming agents, their impact on the technological characteristics of suspensions during storage and operation (spraying, delamination), freshly applied films on the substrate (fluidity, wetting of the substrate), dynamics and quality of formation of coatings of paintwork coating. In recent years, there has been a steady trend in the formulations of water-dispersion paints and varnishes in the content (up to the complete exclusion) of a number of traditional solvents (solvent, toluene, xylene) due to their toxicity, as well as the economic feasibility of using paints and varnishes with high dry residue [12]. The size of dispersion particles affects many important properties of the filming agent, such as film-forming ability, coating shine and the ability to penetrate porous substrates. Moreover, the particle size strongly affects the area of the inner surface of the

system and thus determines the required amount of stabilizer. The simplest experimental method of determining the size of particles is to measure the turbidity or light transmission of diluted solutions (0.01%) of dispersions: when the size of particles decreases, their light transmission increases. In addition, the color of the undiluted dispersions varies from milky white at a particle size of more than 200 nm through light blue at a particle size of less than 100 nm to almost transparent for dispersions with a particle size of less than 30-40 nm.

Dispersion producers often cite the light transmission value (the ratio of turbidities of 0.01% of dispersion and water) as a parameter characterizing the size of the particles. However, light transmission depends not only on the size of the particles, but also on the difference in the refractive indexes of polymer and water. Due to the higher refractive index of polystyrene compared to poly(methyl)acrylates, styryl dispersions are characterized by lower light transmission than pure acrylic ones, with the same average particle size. Currently, accurate determination of the size of dispersion particles is carried out by laser scanning. More complex methods such as analytical centrifugation, electron microscopy with image analysis or capillary hydrodynamic fractionation are used to obtain information on particle size distribution [13]. As noted above, among aqueous paints, the most common materials are the dispersions of acrylic copolymers (individual acrylates), acrylic copolymers (styrene acrylates), as well as homo- and copolymers of vinyl acetate (with ethylene, ethylene vinyl chloride, acrylic or methacrylic acid esters) [14]. The main components for their production are methacrylic and acrylic acid compounds, acrylic acid esters, etc.

Acrylate links in the composition of the copolymer give the film elasticity, and this effect increases with the increase in the length of the alkyl radical. The copolymer can be introduced into ionogenic or non-ionogenic polar monomers (acrylic and methacrylic acids, acrylamide, etc.) in large quantities leading to water solubility, and in small ones (up to 5%) - to increased adhesion and the ability of the copolymer to sew intermolecularly [15].

Improving the water resistance of films formed from a copolymer containing methacrylamide is associated with the fibrillary orientation of the polymer in the film, which leads to the greatest implementation of interaction between the polar groups of the polymer [16]. The industrial production of acrylic acid and its derivatives is well mastered: they are obtained from propane, and methacrylic acid and its esters are obtained from 2-hydroxy-2-methylpropylonitrile, isobutane or isobutyraldehyde as a result of multistage processes. It should be noted that the listed monomers have a higher cost than styrene and vinyl acetate [17]. It should be noted that methacrylic compounds have found the main application in the production of solid polymeric materials and products based on polymethyl methacrylate, and plasticized polymers of acrylic acid esters are mainly used in the production of aqueous dispersions obtained by emulsion polymerization [18]. Such dispersions during drying form aging-resistant polymer films that have good adhesion to most surfaces. Their disadvantages include low hardness (when using

acrylic acid and its derivatives), as well as incompatibility with some functional additives for paint and varnish materials.

Improving the water resistance of films formed from a copolymer containing methacrylamide is associated with the fibrillary orientation of the polymer in the film, which leads to the greatest implementation of interaction between the polar groups of the polymer [19]. The industrial production of acrylic acid and its derivatives is well mastered: they are obtained from propane, and methacrylic acid and its esters are obtained from 2-hydroxy-2-methylpropylonitrile, isobutane or isobutyraldehyde as a result of multistage processes. It should be noted that the listed monomers have a higher cost than styrene and vinyl acetate. It should be noted that methacrylic compounds have found the main application in the production of solid polymeric materials and products based on polymethyl methacrylate, and plasticized polymers of acrylic acid esters are mainly used in the production of aqueous dispersions obtained by emulsion polymerization. Such dispersions during drying form aging-resistant polymer films that have good adhesion to most surfaces. Their disadvantages include low hardness (when using acrylic acid and its derivatives), as well as incompatibility with some functional additives for paint and varnish materials.

This problem is solved by copolymerization of acrylic compounds with a number of other substances: siloxanes, vinyl acetate, simple esters, including styrene, which further reduces the cost of dispersions obtained. In connection with the above, it can be argued that the use of acrylic dispersions as a binder WD-PVM allows to obtain coatings characterized by increased water resistance, moisture permeability, hardness, gloss, it is worth noting that the cost of paints obtained on their basis is much lower than that of materials on poly(met)acrylic emulsions. Acrylate-based dispersions are among the most common paints on the market, thanks to a good combination of price/quality criteria. As for pigments, the increase in their nomenclature was carried out mainly due to the use of materials with universal functional properties that provide effective mechanical protection of the metal substrate from prolonged exposure to mechanical and chemically aggressive media, as well as high decorative characteristics [20].

4. Conclusion

Analysis of the state and current trends in paint and varnish materials indicates the prospects of using water-dispersion acrylic compositions. Modern technological solutions for their improvement, in order to organize reliable and long-term protection, are based on the modification of aqueous dispersions of polymers with surfactants for multifunctional purposes.

Modification with the use of surfactants is favorably characterized by multifunctionality and at the same time selectivity of the action, which is due to the peculiarities of their composition, the possibility of localization (restriction) of their functional activity within one effect due to their insignificant quantitative

consumption or ensuring a complex manifestation through the simultaneous introduction of several different-type additives into The role of surfactants in the direct improvement of the protective and decorative properties of coatings of water-dispersion compositions is to reliably isolate the substrate from contact with aggressive media (oxygen, water) through the formation of impermeable, dense coatings based on targeted dispersion of pigments and stabilization of fineness states.

The range of surfactants with inhibitory and barrier mechanisms varies in their type of functional groups and hydrocarbon radicals.

The stabilizing and dispersing activity of surfactants is determined by the size and nature of adsorption (strength, orientation in radical space, packaging density of surfactant molecules and thickness of the adsorption layer) respectively on the substrate and pigment and generally depends on the composition of both the modifier (type and structure of add The mechanism of formation of surfactant adsorption coatings is based on the general provisions of the theory of adsorption of them from solutions; at the same time, in real paint systems, it is necessary to take into account the adsorption of other components of water-dispersion paint and varnish materials - filming agents competing with surfactants. From the standpoint of resistance to long-term weathering and UV irradiation, the shine of the formed coatings, as well as physical and chemical prerequisites for modification, film-forming based on acrylic polymers are the most preferable.

СУ ДИСПЕРСИЯЛЫҚ АКРИЛ ҚҰРАМДАРЫНЫҢ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ СӘНКЕРЛІК ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ

А.А. Луценко, А.Н. Дюрягина

*«Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, Петропавл, Қазақстан
E-mail: adyuryagina@inbox.ru*

Түйіндемe. *Кіріспе.* Сумен сұйылтылатын топтағы сулы-дисперсиялық лак-бояу материалдарының (ЛБМ) жылдам ілгерілеуі экологиялық қолайлы санаттағы басқа лак-бояу материалдарымен салыстырғанда олардың бірқатар артықшылықтарына байланысты. ЛБМ рецептураларында акрил сополимерлерінің, акрил стирол сополимерлерінің, гомо - және винилацетат сополимерлерінің сулы дисперсиялары басым. Полимерлі композициялық материалдар мен жабындардың қасиеттерін мақсатты реттеудің негізгі әдістерінің бірі беттік белсенді заттарды (ББЗ) пайдалану болып табылады. Адсорбциялық құбылыстардың, олардың дисперсті бөлшектер мен субстрат бетімен физикалық өзара әрекеттесуінің, пленка түзуші молекулалармен байланысының нәтижесінде деформацияның беріктігі, оқшаулау, адгезия, колористикалық және бояу жабындарының басқа қасиеттері айтарлықтай өзгеруі мүмкін. *Жұмыстың мақсаты* – берілген қасиеттер кешені бар су-дисперсиялық акрил жабындарын алу үшін полимерлі ББЗ негізделген таңдау. Бұл зерттеудің өзектілігін анықтайды. Суспензиялардың сипаттамалары, беттік белсенді заттармен модификацияланған сулы-дисперсиялық акрил лак-бояу материалдары пленкаларының құрылымдық-механикалық және қорғаныш-сәндік қасиеттері зерттелді және ұсынылды. *Объектілер.* Пленка түзуші-акрил полимері, бейорганикалық пигмент –рутильді пішінді титан диоксиді, модификациялаушы аддитивтер – полиэфирсилоксан сополимері (ПЭС) және натрий

полиакрилаты (ПАН), сулы еріткіш. *Қорытынды.* Лак-бояу материалдарының жай-күйі мен қазіргі тенденцияларын талдау су-дисперсиялық акрил композицияларын қолданудың перспективалылығын көрсетеді. Сенімді және ұзақ мерзімді қорғауды ұйымдастыру мақсатында оларды жетілдірудің заманауи технологиялық шешімдері көпфункционалды беттік белсенді заттармен полимерлердің су дисперсияларын өзгертуге негізделген. Пленка түзуші көлемде де, оны пигментпен және ауамен бөлудің фазааралық шекараларында да дамытын баз қатысатын процестердің физика-химиялық заңдылықтарын зерттеу су-дисперсиялық композициялар жабындарының тиімді қорғаныш-сәндік қасиеттерін алу кезінде ғылыми негізделген тәсілдерді қалыптастыру үшін маңызды алғышарт болып табылады.

Түйінді сөздер: бояулар мен лактар, су дисперсиясы, акрил полимерлер, беттік белсенді заттар, дисперсті бөлшектер, адсорбция, титан диоксиді, полиэфирсилоксан сополимері, натрий полиакрилаты.

Луценко Аида Александровна

PhD

Дюрягина Антонина Николаевна

химия ғылымдарының кандидаты, профессор

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ СВОЙСТВ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫХ АКРИЛОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

А.А. Луценко, А.Н. Дюрягина

НАО СКУ имени М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан

E-mail: adyuryagina@inbox.ru

Резюме. *Введение.* Быстрый прогресс водно-дисперсионных лакокрасочных материалов из группы водоразбавляемых обусловлен рядом их преимуществ по сравнению с другими лакокрасочными материалами из разряда экологически благоприятных. В рецептурах ЛКМ преобладают водные дисперсии акриловых сополимеров, акрилстирольных сополимеров, гомо- и сополимеров винилацетата. Одним из основных методов целенаправленного регулирования свойств полимерных композиционных материалов и покрытий является использование поверхностно-активных веществ (ПАВ). В результате адсорбционных явлений, физического взаимодействия их с поверхностью дисперсных частиц и подложки, ассоциации с молекулами плёнкообразователя могут значительно изменяться деформационно-прочностные, изолирующие, адгезионные, колористические и другие свойства лакокрасочных покрытий. *Целью работы* является обоснованный выбор полимерных ПАВ для получения водно-дисперсионных акриловых покрытий с заданным комплексом свойств. Этим определяется актуальность исследований. Изучены и представлены характеристики суспензий, структурно-механических и защитно-декоративных свойств пленок водно-дисперсионных акриловых лакокрасочных материалов, модифицированных поверхностно-активными веществами. *Объекты.* Пленкообразователь – акриловый полимер, неорганический пигмент – диоксид титана рутильной формы, модифицирующие аддитивы – полиэфирсилоксановый сополимер (ПЭС) и полиакрилат натрия (ПАН), водный растворитель. *Заключение.* Анализ состояния и современных тенденций лакокрасочных материалов свидетельствует о перспективности применения водно-дисперсионных акриловых композиций. Современные технологические решения по их совершенствованию, с целью организации надежной и долгосрочной защиты, базируются на модифицировании водных дисперсий полимеров поверхностно-активными веществами многофункционального назначения. Исследование физико-химических закономерностей процессов с участием ПАВ, развизаемых как в объеме пленкообразующего, так и на межфазных границах раздела его с пигментом и воздухом, является важной предпосылкой, для формирования научно-обоснованных подходов, при получении эффективных защитно-декоративных свойств покрытий водно-дисперсионных композиций.

Ключевые слова: лакокрасочные материалы, дисперсия воды, акриловые полимеры, поверхностно-активные вещества, дисперсные частицы, адсорбция, диоксид титана, полиэфирсилоксановый сополимер, полиакрилат натрия.

Луценко Аида Александровна

PhD

Дюрягина Антонина Николаевна

кандидат химических наук, профессор

References

1. Rebinder P.A.; Weiler S.Y. Proceedings of the USSR Academy of Sciences. USSR. **1948**, 31, 444.
2. Smith G.A. Counts Dispersion of titanium dioxide pigments by alkyl polyglycoside surfactants in aqueous solution. *Journal of Colloid and Interface Science*, **1994**, 88, 67–73. [https://doi.org/10.1016/S1359-0294\(96\)80096-3](https://doi.org/10.1016/S1359-0294(96)80096-3)
3. Bouvy A. Polymeric Surfactants in Polymerisation and Coatings. *European Coatings Journal*, **1996**, 11, 822–828. https://e-campus.itech.fr/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=11383
4. Dyuryagina A.N., Lutsenko A.A. Investigation of processes of titanium dioxide dispersion in the presence of various surfactants. *Bulletin of the Karaganda University*, **2018**, 4(92), 16–21. <http://rmebrk.kz/journals/4691/72012.pdf>
5. Zosel A. Lack und Polymerfilme. *Viskoelastische Qualitätsmerkmale*, Vincentz, **1996**, 8, 100–109.
6. Boisver J.P. Dispersion of Alumina-Coated TiO₂ Particles by Adsorption of Sodium Polyacrylate. *Colloids Surf*, **2001**, 3, 178–187. [http://dx.doi.org/10.1016/S0927-7757\(00\)00705-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0927-7757(00)00705-6)
7. Buchholz F.L. Industrial Polymers Handbook. VCH, Verlag GmbH, **2001**, 1–15.
8. Reck J. Stabilisierung von Rutilpigment. *Dispersion durch Blockopolymere in organischen Medien*, **1993**, 2, 95–100.
9. Eicken. Proc. 18th Water Borne, Higher Solids. *Powder Coat Sump*, **1995**, 226–252.
10. Freitag. Paints coating, pigments, extenders. VCH, **1998**; 4, 143–158.
11. N. Sanatkaran, I. Masalova, A. Ya. Malkin. Effect of surfactant on interfacial film and stability of highly concentrated emulsions stabilized by various binary surfactant mixtures. *Colloids and Surfaces*, **2014**, 461, 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2014.07.031>
12. Para G, Hamerska-Dudra A, Kazimiera A, Warszyński P. Surface activity of cationic surfactants, influence of molecular structure. *Colloids and Surfaces*, **2010**, 365, 1–3, 215–221. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2010.02.004>
13. Ziortza A, Jose C, Jose R. Preparation of high solids content waterborne acrylic coatings using polymerizable surfactants to improve water sensitivity. *Progress in Organic Coatings*, **2017**, 112, 200–209.
14. Thompson S. A, Williams R. O. Specific mechanical energy – An essential parameter in the processing of amorphous solid dispersions. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 173, **2021**, 374–393.
15. Fardi T, Pintus V, Kampasakali E, Pavlidou E, Papaspyropoulos K. G., Schreiner, M. Kyriacou, G. A novel methodological approach for the assessment of surface cleaning of acrylic emulsion paints. *Microchemical Journal*, **2018**, 141, 25–39.
16. De la Rosa A, Poveda E, Ruiz G, Moreno R, Cifuentes H, Garijo L. Determination of the plastic viscosity of superplasticized cement pastes through capillary viscometers. *Construction and Building Materials*, **2020**, 260, 119.
17. Haak V. Design of pigment dispersants: methodology for selection of anchoring groups, *The Journal of Coatings*, **1991**, 10.
18. Smith G.A. Counts Dispersion of titanium dioxide pigments by alkyl polyglycoside surfactants in aqueous solution. *Journal of Colloid and Interface Science*, **1994**, 88, 67–73.
19. Klaeren A. Versuche zur Farbstarkeentwicklung und qualitative Beschreibung des Dispergiervorganges, **1975**, 8, 709–716.
20. Dongjie L, Qinghui W, Jinjia W. Experimental study on drag reduction performance of mixed polymer and surfactant solutions. *Chemical Engineering Research and Design*, **2018**, 132, 460–469.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OBTAINING A THIN TiO₂ FILM WITH THE PHOTOELECTRIC PROPERTIES BY THE ELECTROCHEMICAL METHOD

*A. Bayeshov, A. Kadirbayeva, A. Zharmenov, M. Turlybekova**

National Center on Complex Processing of Mineral Raw Material, Almaty, Kazakhstan

**E-mail: m.t.89@mail.ru*

Abstract. *Introduction.* One of the most important sources of renewable energy worldwide is the use of solar energy, which is developing rapidly, and solar power plants are becoming part of the energy infrastructure of many countries. In this regard, titanium dioxide, which has photovoltaic properties, and is used in the conversion of solar energy into electrical energy, is widely used. *Purpose* is to develop a method for attaching nanostructured titanium dioxide, stable in aqueous solutions, to the surface of a metal titanium plate. *Objects.* The mechanism of titanium dioxide formation on the titanium surface has been studied by removing the potentiodynamic polarization curves of the anode-cathode cycle, and conducting electrolysis under the potentiostatic conditions. It is established that during anodic polarization, its oxides are formed on the surface of the titanium electrode in the solutions of sodium hydroxide (alkaline medium) and potassium sulfate (neutral medium). *Results.* The curves of the anode-cathode polarization of a titanium electrode in a solution of potassium sulfate with the concentration of 100 g/l have shown that an anode current appears in the region of the potentials +0.2 V. *Conclusion.* It has been shown that during anodic polarization of titanium in the solutions of sodium hydroxide and potassium sulfate, an oxide film forms on its surface. It is determined that the formation of a titanium dioxide film occurs at a very low rate under the conditions of transpassivation.

Keywords: solar energy, titanium dioxide, coating, electrode, electrolysis, polarization

Bayeshov Abduali

Doctor of Chemical Science, Professor, Academician of the NAS RK, E-mail: bayeshov@mail.ru

Kadirbayeva Altinai

PhD, Senior researcher, E-mail: altinay_aidyn2789@mail.ru

Zharmenov Abdurassul

Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the NAS RK, E-mail: nc@cmrp.kz

Turlybekova Makpal

Master, research associate, E-mail: m.t.89@mail.ru

ФОТОЭЛЕКТРИК ҚАСИЕТКЕ ИЕ TiO₂ ЖУҚА ПЛЕНКАСЫН ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН АЛУДЫҢ ӘДІСІН ЖАСАУ

*A. Баешов, А.С. Кадирбаева, А.А. Жарменов, М.Н. Турлыбекова**

«Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы», Алматы, Қазақстан

**E-mail: m.t.89@mail.ru*

Citation: Bayeshov A., Kadirbayeva A.S., Turlybekova M.N., Zharmenov A.A. Development of a method for obtaining a thin tio₂ film with photoelectric properties by electrochemical method. *Chem. J. Kaz.*, 2023, 2(82), 27-36. (In Kaz.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.11>

Түйіндемe. *Кіріспе.* Бүкіл әлемде қалпына келетін энергия көздерінің маңыздысы - күн сәулесі энергиясын пайдалану жоғары қарқынмен дамуда, күн электр станциялары көптеген елдердің энергетикалық инфрақұрылымының бір бөлігіне айналуға. Осы орайда күн сәулесі энергиясын электр энергиясына айналдыру кезінде пайдаланылатын фотоэлектрлік қасиетке ие титан диоксиді кейінгі кезде кеңінен қолданыс тауып келеді. *Жұмыс мақсаты* – сулы ерітінділерде төзімді болып келетін наноқұрылымды титан диоксидін металдық титан пластинкасының бетіне қондырып алудың әдісін жасау. *Әдістер.* Титан бетінде титан диоксидінің түзілуінің механизмі анод-катодты циклді потенциодинамикалық поляризациялық қисықтарын түсіру және потенциостатикалық жағдайдағы электролиз жүргізу арқылы зерттелінді. Титан электроды бетінде анодты поляризациялау кезінде оның оксидтерінің түзілетіндігі натрий гидроксиді және калий сульфаты ерітінділерінде анықталды. *Нәтижелер және талқылау.* Титан электродының концентрациясы 100 г/л калий сульфатының ерітіндісінде түсірілген анодты-катодты поляризациялық қисықтары +0.2 В потенциалдар аймағында бастап анод тоғы пайда байқалатындығын көрсетті. Потенциалдың анодтық бағытта одан әрі жылжуымен полярограммада анодтық ток шамасының аздап жоғарылауымен бірге титанның бетінде күрең түсті оксидті қабаттың пайда болатындығы байқалды. «Плюс» 0.5 В бастап 2.0 В-қа дейінгі потенциал мәнінде анод тоғының өсуі тежеледі, бұл құбылыс титанның транспассивация жағдайында тотығатындығын көрсетеді, яғни, осы потенциалдар аралығында титан өз оксидін түзе отырып тотығады. Зерттеу нәтижелері, сулы ерітінділердегі титан электродының анодтық поляризациясы кезінде әртүрлі электрохимиялық параметрлердің (электродтар арасындағы кернеу, ерітіндінің құрамы, электролит температурасы) әсерінен титан электродының бетінде титан диоксидінің әртүрлі формалары түзілетіндігін көрсетті. *Тұжырым.* Натрий гидроксиді мен калий сульфатының ерітінділерінде титанның анодтық поляризациясы кезінде оның бетінде оксид пленканың түзілетіндігін көрсетті. Натрий гидроксиді мен калий сульфатының ерітінділерінде титанның анодтық поляризациясы кезінде оның бетінде оксид пленканың түзілетіндігін көрсетілді. Титан диоксиді пленкасының түзілу транспассивация жағдайында өте төмен жылдамдықпен жүретіндігі анықталды.

Кілт сөздер: күн энергиясы, титан диоксиді, жабын, электрод, электролиз, поляризация

<i>Баешов Абдуали</i>	<i>Химия ғылымдары докторы, профессор, лаборатория жетекшісі</i>
<i>Кадирбаева Алтынай Сарсеновна</i>	<i>PhD, аға ғылыми қызметкер</i>
<i>Жарменов Абдурасул Алдашев</i>	<i>Техника ғылымдары докторы, профессор, Бас директор</i>
<i>Турлыбекова Макпал Нышанғалиевна</i>	<i>Магистр, ғылыми қызметкер</i>

1. Кіріспе

Соңғы он жылдықта бүкіл әлемде күн энергетикасын пайдалану жоғары қарқынмен дамуда, күн электр станциялары көптеген елдердің энергетикалық инфрақұрылымының бір бөлігіне айналуға. Күн сәулесі энергиясы технологиясының дамуы экономикаға айтарлықтай әсер ететіні күмән келтірмейді. Алдағы он жылдықта "күн" ресурстары бар елдер мен өңірлердің күн электр энергетикасының қарқынды дамуы орын алады деп күтуге болады [1, 2].

Күн сәулесі энергиясын электр энергиясына айналдыру кезінде пайдаланылатын фотоэлектрлік қасиетке ие титан диоксиді кейінгі кезде кеңінен қолданыс табуы мүмкін. Сондай-ақ, ол химиялық тұрақты, әрі арзан тұратын болғандықтан химиялық өндірісте фотокатализатор ретінде пайдаланылып келеді [3]. Осыған орай, металл бетінде наноқұрылымды

титан диоксидін алудың жаңа электрохимиялық әдістерін жасау практикалық және теориялық маңызға ие.

Айта кету керек, титанның бетінде Ti_xO_y құрамындағы жұқа оксид пленкасы барлық уақытта болады және бұл табиғи пленканың қалыңдығы 20-40 нм-ден аспайды [4]. Бірақ титан бетінде болатын бұл оксидтік пленка фотокаталитикалық және басқа да қасиеттерге ие емес [5-9]. Осыған байланысты, біз титанның анодты поляризациялау кезінде оның бетінде титан диоксидінің түзілуіне әртүрлі параметрлердің әсерін зерттедік. Алдын-ала жүргізілген зерттеулеріміз, титан металының бетінде, сулы ортада анодтық поляризациялау кезінде белгілі бір құрамдағы титан фотокаталитикалық қасиеттерге ие металл диоксиді қабықшасының алуға түзілетіндігін көрсетті.

Бұл жұмыстың негізгі мақсаты – сулы ерітінділерде төзімді болып келетін нанокұрылымды титан диоксидінің металдық титан пластинкасының бетіне қондырып алудың әдісін жасау.

Зерттеу нәтижелері, сулы ерітінділердегі титан электродының анодтық поляризациясы кезінде әртүрлі электрохимиялық параметрдің (яғни, электродтар арасындағы кернеуге, ерітіндінің құрамына, электролит температурасына және т.б.) әсерінен титан электродының бетінде титан диоксидінің әртүрлі формалары түзілетіндігін көрсетті. Поляризация жағдайына байланысты титан бетінде әртүрлі құрылымы бар және түрлі түсті титан диоксиді пайда болатындығы анықталды.

2. Зерттеу әдістері

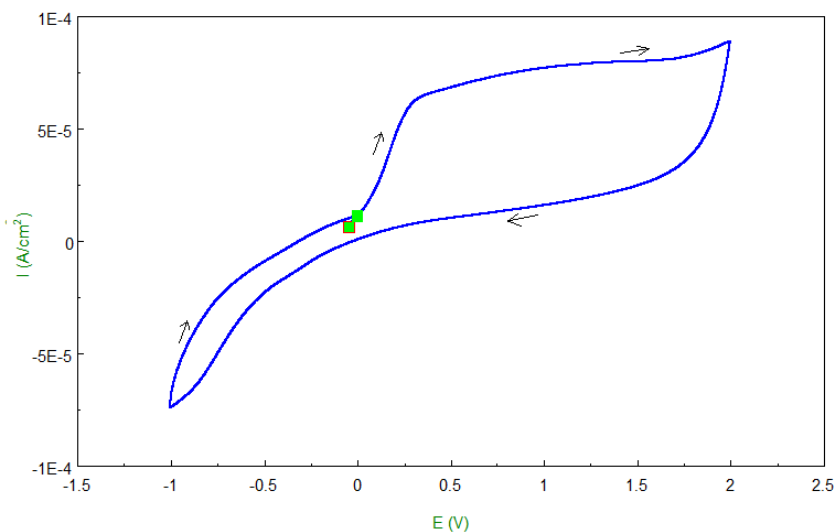
Титан бетінде титан диоксидінің түзілуінің механизмі анод-катодты циклді потенциодинамикалық поляризациялық қисықтарын түсіру және потенциостатикалық жағдайдағы электролиз жүргізу арқылы зерттелінді. Потенциодинамикалық поляризациялық қисықтарын түсіру үшін CorrTest Electrochemical Workstation (моделі CS120, Қытай) потенциостаты қолданылды.

Титан электроды бетінде анодты поляризациялау кезінде оның оксидтерінің түзілетіндігі натрий гидроксиді (сілтілі орта) және калий сульфаты (бейтарап орта) ерітінділерінде зерттелінді. Тәжірибелер көлемі 100 мл шыны электролизерде жүргізілді, катод ретінде титан пластинасы қолданылды. Электролиз стационарлық жағдайда, яғни электролиттің араластыруынсыз, бөлме температурасында жүргізілді. Электродтарды тұрақты токпен поляризациялау үшін GPS-1830D маркалы ток түзеткіші (өндіруші Matrix, Қытай) қолданылды. Аталған зерттеу әдістері алдыңғы жұмыстарымызда келтірілген [5].

Тәжірибелер нәтижесінде алынған титан диоксидінің беттік құрылымын анықтау мақсатында JSM-6610 LV маркалы заманауи "сканерлейтін электронды микроскопия" (өндіруші Jeol компаниясы, Жапония) қондырғысында микрофотографиялар түсірілді.

3. Зерттеу нәтижелері мен талқылануы

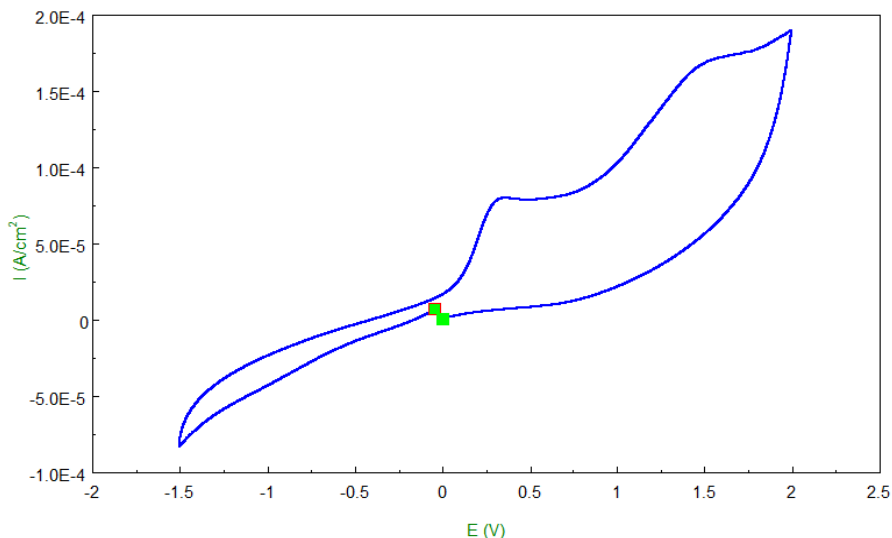
Құрылғының жоғары сезімталдығымен алынған анодты-катодты поляризация қисықтары 100 г/л калий сульфатының ерітіндісінде плюс 0.2 В потенциалдар аймағында бастап анод тогы пайда байқалатындығын көрсетті (сурет.1.). Потенциалдың анодтық бағытта одан әрі жылжуымен полярограммада алғашқыда анодтық ток шамасының аздап жоғарылауы байқалады. Осы сәтте титанның бетінде күрең түсті оксидті қабықшаның пайда болатындығын көруге болады. Плюс 0.5 В потенциалынан бастап 2.0 В-қа дейін анод тогының өсуі тежеледі, бұл құбылысы титанның транспассивация жағдайында тотығатындығын көрсетеді. Демек, осы потенциалдар аралығында титан өз оксидін түзеп отырып тотығады. Одан әрі анодтық потенциалының "плюс" 2.0 В дейін жоғарылауы кезінде электродының бетінде оттегінің газының бөлінуіне байқалмайды. Титанның потенциалы кері катодты бағытта ығысқан кезде полярограммада "минус" 1.0 В-қа жақын потенциалдар кезінде сутегі иондарының тотықсыздану тогы байқалады.



Сурет 1 – Калий сульфаты ерітіндісіндегі титан электродының анодты-катодты циклдік потенциодинамикалық поляризациялық қисықтары: K_2SO_4 – 100 г/л, $V = 100$ мВ/с, $t=25^\circ C$

Натрий гидроксиді ерітіндісіндегі титан электродының анод-катодты циклдік поляризациялық қисықтары түсірілді (2-сурет). Поляризациялық қисықтары аналогиялық сипатқа ие, бірақ полярограммадағы анодтық транспассивация тогының мөлшері жоғарырақ болады. Титанның потенциалы анодтық бағытта "плюс" 2.0 В-қа жылжитқанда, 0.25 В потенциалдар аймағында нейтральді ортада байқалмайған анодтық максимум пайда болады, бұны титанның анодтық тотығуы кезінде титан диоксидін басқа модификациясының түзілуімен байланысты деп

жорамалдауға болады. Ал титанның потенциалы кері катодты бағытта ығысқан кезде полярограммада "минус" 1.5 В кезінде сутегі иондарының тотықсыздану тогы байқалады.



Сурет 2 – Натрий гидроксиді ерітіндісіндегі титан электродының анодты-катодты циклді потенциалды динамикалық поляризациялық қисықтары: NaOH – 80 г/л, V = 100 мВ/с, t=25°C

Осылайша, анодтық-катодты циклдік поляризация қисықтарын талдау негізінде, анодтық поляризация кезінде титан бетінде қара түсті оксид пленкасының түзілетіндігін және металл өте төмен жылдамдықпен тотығатынын байқауға болады. Бұл жағдайда титан анодты жартылай периодында болғанда төмендегі реакциялар арқылы тотығуы мүмкін [10]:



Титан оксидінің металл бетінде түзілуінің механизмін анықтау үшін электролиз потенциостатикалық жағдайда жүргізілді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, белгілі бір ток тығыздығында титан электродын анодты поляризациялау мүмкін емес, өйткені металдың беті бірден жартылай өткізгіш қасиеті бар оксид қабатымен қапталып қалады, осыған байланысты транспассивация құбылысы орын алады, нәтижесінде тізбектен өтетін ток мөлшері де төмендейді. Осыған байланысты, электродтар арасындағы кернеудің титанның еруіне және оның бетіндегі оксидті пленканың түзілу тогына әсерін жан-жақты зерттелді.

Натрий гидроксидінің әртүрлі концентрациясындағы титан оксидінің түзілу тогының мәніне электродтар арасындағы кернеудің әсері зерттелді (1 және 2 кестелер). Зерттеу нәтижелері электродтар арасындағы кернеудің өсуі және сілті концентрациясының жоғарылауы, титан диоксидінің түзілу тогының өсетіндігін көрсетеді. Сілті концентрациясы 80 г/л, ал кернеу 4 В болғанда анодты токтың мәні 3.3 мА, 12 В –та 36.6, ал 24 В болғанда 58.0 мА-ге тең (1-кесте).

Электродтар арасындағы кернеуді 12 В етіп орнатқанда, электролит концентрациясы 40, 80 және 120 г/л болғанда, титан диоксидінің түзілу анодты ток мәндері сәйкесінше – 21.0 мА, 36.6 мА және 84.3 мА-ға тең болды.

Кесте 1 – Натрий гидроксидінің әртүрлі концентрациясындағы титан оксидінің түзілу тогының мәндеріне электродтар арасындағы кернеудің әсері (ток мөлшері кернеу берілгеннен кейін 3 минуттан соң өлшенді): $t=25^{\circ}\text{C}$, $\tau=1\text{сағ}$

		Анодты ток мәні, мА						
		0	4	8	12	16	20	24
NaOH, г/л	U, В							
	40	0	1.3	17.1	21.0	43.0	45.6	53.1
	80	0	3.3	25.0	36.6	46.8	47.2	58.0
120	0	4.7	37.2	84.3	95.9	60.0	60.2	

Электролиз ұзақтығының жоғарылауымен титан оксидінің түзілу анодты тогының мәні төмендейді. Бұл титан бетінде жоғары кедергісі бар жартылай өткізгіштік қасиетке ие оксидтік қабаттың өсуімен болуымен байланысты.

Айта кету керек, электродтар арасында әртүрлі кернеу орныққанда, алғашқы сәтте өте үлкен тотығу тогы орын алады, содан соң 3 минут уақыт өткен соң титан диоксидінің түзілу анодты тогының мәні күрт төмендейді (2-кесте). Бұл құбылыс диэлектриктік қасиетіне ие кедергісі жоғары Ti_xO_y қосылысының түзілуімен байланысты.

Егер 2-кестеге назар аударатын болсақ, алғашқы сәтте ($\tau=0$) кернеу 4.0, 12.0, 20.0 В болғанда анодты токтардың мәні сәйкесінше 21.0; 194.6; 225.3 мА, ал электролиз уақыты 24 минут өткеннен кейін сәйкесінше 0.2; 10.4; 11.2 мА – ге тең. Кернеу 28.0 В болған кезде анодты токтың күрт өсуі байқалады.

Калий сульфатының ерітіндісінде ұқсас тәуелділіктер байқалады (3 және 4 кестелер). Калий сульфатының әртүрлі концентрациясындағы титан оксидінің түзілу тогының мәніне электродтар арасындағы кернеудің әсері және электродтар арасындағы әртүрлі кернеулер кезіндегі анодтық ток мәніне электролиз ұзақтығының әсері қарастырылды. Анодты ток шамасы

кернеу берілгеннен кейін 3 минуттан соң өлшеніп отырылды. Екі ортаны салыстыра келе, натрий гироксидідегі анодты ток мәнімен шамалас екендігін көруге болады.

Кесте 2 – Натрий гидроксиді ерітіндісіндегі электродтар арасындағы әртүрлі кернеулер орныққан кезіндегі анодтық ток шамасына электролиз ұзақтығының әсері: NaOH – 40 г/л, $t=25^{\circ}\text{C}$

Анодты ток мәні, mA									
τ , мин. U, B	0	3	6	9	12	15	18	21	24
4.0	21.0	1.3	0.7	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
12.0	194.6	21.0	18.7	16.1	15.5	14.2	13.0	10.5	10.3
20.0	225.3	45.6	20.1	16.2	14.8	14.5	13.1	11.9	11.2
28.0	295.0	78.8	61.2	64.2	58.4	57.2	55.4	50.1	45.3

Кейінгі зерттеулерімізде титан диоксидінің түзілу заңдылықтары калий сульфаты ерітіндісінде зерттелді: нейтралды ортада, сілтілі ортамен салыстырғанда титан диоксидінің түзілу тоғының мөлшерінің төмен болатындығы анықталды. Зерттеу нәтижелері 3 және 4 кестелерде келтірілген.

Кесте 3 – Калий сульфатының әртүрлі концентрациясындағы титан оксидінің түзілу тоғының мәніне электродтар арасындағы кернеудің әсері (ток шамасы кернеу берілгеннен кейін 3 минуттан соң өлшенді) $t=25^{\circ}\text{C}$, $\tau_{ж}=1\text{сағ}$

Анодты ток мәні, mA								
U, B K ₂ SO ₄ , г/л	0	4	8	12	16	20	24	28
60	0	0.13	0.21	0.36	0.49	23.0	34.0	39.1
80	0	0.15	0.29	0.61	0.61	37.0	46.1	59.3
100	0	0.41	2.88	13.2	26.2	31.2	35.4	51.3

Кесте 4 – Калий сульфаты ерітіндісіндегі электродтар арасындағы әртүрлі кернеулер кезіндегі анодтық ток шамасына электролиз ұзақтығының әсері K₂SO₄ – 100 г/л, $t=25^{\circ}\text{C}$

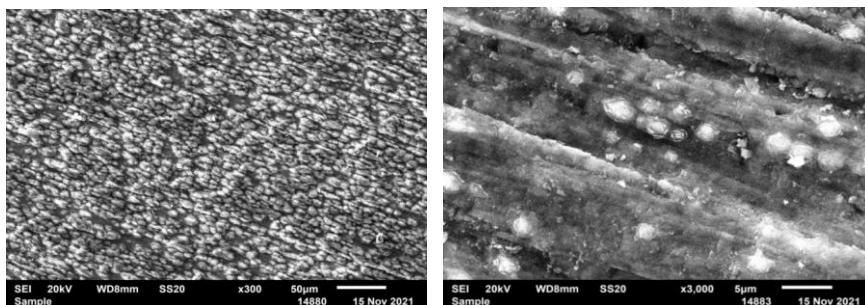
Анодты ток мәні, mA									
τ , мин. U, B	0	3	6	9	12	15	18	21	24
4,0	21.0	0.41	0.29	0.24	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16
12,0	87.2	13.2	12.3	13.6	13.5	13.5	13.4	13.3	12.9
20,0	146.2	31.2	24.2	23.1	20.3	17.2	16.8	14.7	13.2
28,0	171.2	51.3	49.3	48.2	40.2	37.5	35.3	31.0	24.2

Физика-химиялық талдау нәтижелері барлық жағдайларда титан бетінде TiO₂ құрамындағы титан оксиді түзілетіндігін анықтады (5-кесте). Оксид құрамындағы титанның мөлшері 60.37% алатындығын көруге болады.

Кесте 5 – Натрий гидроксиді ерітіндісінде электрод бетінде пайда болған оксид пленкасының элементтік құрамы: NaOH – 80 г/л, U=20 В, $\tau=1$ час., $t=25^{\circ}\text{C}$

Спектр	O	Ti	Si	Al	Fe	Zn	Итого
спектр 1	37.09	62.42	0.09	0.07	0.26	0.09	100
спектр 2	39.55	59.79	0.10	0.05	0.37	0.14	100
спектр 3	40.28	58.90	0.09	0.09	0.37	0.28	100
Среднее	38.97	60.37	0.09	0.07	0.33	0.17	100

Әрі қарай JSM-6610 LV маркалы заманауи "сканерлейтін электронды микроскопия" қондырғысында микрофотографиялар түсірілді. Микрофотографияда (3-сурет) натрий гидроксидінің (120 г/л) ерітіндісінде алынған титан диоксидінің пленкасының моноклиндік модификациялы TiO_2 құрылымы бар және титан диоксидінің анатазды фазадағы күйі байқалады. 3000 есе үлкейтілген 3-суретте TiO_2 пленкасының беті тегіс және біркелкі екендігі көрінеді.



Сурет 3 – Титан электродының бетінде түзілген титан диоксидінің (TiO_2) пленкасының микрофотографиялары.

4. Қорытынды

Зерттеу нәтижелері негізінде, натрий гидроксиді мен калий сульфатының ерітінділерінде титанның анодтық поляризациясы кезінде оның бетінде оксид пленканың түзілетіндігін көрсетті. Оксидтік пленканың қалыптасу жылдамдығына – ерітіндінің құрамы, электродтар арасындағы кернеу, ерітіндінің концентрациясы және электролиз ұзақтығының айтарлықтай әсер ететіндігі анықталды. Титан оксиді пленкасының түзілу транспассивация жағдайында өте төмен жылдамдықпен жүретіндігі анықталды. Түсірілген микрофотографиялар, титан бетінде біркелкі титан диоксиді (TiO_2) қабатының түзілетіндігі көрсетілді.

Қаржыландыру: Бұл жұмыс ҚР ИИДМ индустриялық даму комитеті қаржыландыратын BR09458955 "Сирек және сирек жер элементтері негізінде жоғары пайдалану қасиеттері бар жаңа композициялық материалдар жасау" ғылыми-техникалық бағдарламасы шеңберінде орындалды.

Алғыс: Д.В.Сокольский атындағы ИТКЭ мекемесінің Физикалық зерттеу әдістері лабораториясының басшысы А.Р. Бродский мырзаға көрсетілген көмек үшін алғыс білдіреміз.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар бұл мақалада өзара мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ТОНКОЙ ПЛЕНКИ TiO_2 , ОБЛАДАЮЩЕЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

*А. Баешов, А.С. Кадирбаева, А.А. Жарменов, М.Н. Турлыбекова**

«Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан», Алматы, Казахстан

*E-mail: m.t.89@mail.ru

Резюме. *Введение.* Одним из важнейших источников возобновляемой энергии в мире является использование солнечной энергии, которая развивается высокими темпами, а солнечные электростанции становятся частью энергетической инфраструктуры многих стран. В связи с этим широко применяется диоксид титана, обладающий фотоэлектрическими свойствами и используемый при преобразовании солнечной энергии в электрическую. *Цель работы.* Разработка способа прикрепления наноструктурированного диоксида титана, устойчивого в водных растворах, к поверхности металлической титановой пластины. *Методология.* Механизм образования диоксида титана на поверхности титана изучали путем снятия потенциодинамических поляризационных кривых и проведения электролиза в потенциостатических условиях. Установлено, что при анодной поляризации на поверхности титанового электрода образуются его оксиды в растворах гидроксида натрия и сульфата калия. *Результаты и обсуждение.* Кривые анодно-катодной поляризации титанового электрода в растворе сульфата калия с концентрацией 100 г/л, показали, что в области потенциалов + 0.2 В появляется анодный ток. При дальнейшем смещении потенциала в анодном направлении было замечено, что в полярограмме наряду с незначительным увеличением величины анодного тока на поверхности титана образуется оксидный слой пурпурного цвета. При значении потенциала от + 0.5 В до 2.0 В рост анодного тока тормозится, это явление свидетельствует о том, что титан окисляется в условиях транспассивации, т. е. между этими потенциалами титан окисляется с образованием оксида. Результаты исследования показали, что при анодной поляризации титанового электрода в водных растворах под влиянием различных электрохимических параметров (напряжения между электродами, состава раствора, температуры электролита) *Заключение.* Было показано, что при анодной поляризации титана в растворах гидроксида натрия и сульфата калия на его поверхности образуется оксидная пленка. Было обнаружено, что образование пленки диоксида титана происходит с очень низкой скоростью в условиях транспассивации.

Ключевые слова: солнечная энергия, диоксид титана, покрытие, электрод, электролиз, поляризация

<i>Баешов Абдуали</i>	<i>Доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией</i>
<i>Кадирбаева Алтынай Сарсеновна</i>	<i>PhD, старший научный сотрудник</i>
<i>Жарменов Абдурасул Алдашевич</i>	<i>Доктор технических наук, профессор, Генеральный директор</i>
<i>Турлыбекова Макпал Нышангалиевна</i>	<i>Магистр, научный сотрудник</i>

Әдебиеттер тізімі

1. Бессель В.В., Кучеров В.Г., Мингалеева Р.Д. Изучение солнечных фотоэлектрических элементов. Москва, РГУ нефти и газа, **2016**, с.90. http://www.gubkin.ru/faculty/pipeline_network_design/chairs_and_departments/thermodynamics_and_thermal_engine/files/Bessel_photovoltaiic_cells.pdf

2. Wang X., Fang Y., He L., Wang Q., Wu T. Influence of compact TiO_2 layer on the photovoltaic characteristics of the organometal halide perovskite-based solar cells. *Mat. Sci. Sem. Pro.*, **2014**, 27, 569–576. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2014.07.039>

3. Hyun Suk Jung, Nam-Gyu Park. Perovskite Solar Cells. *Mat. Dev. Small*, **2015**, 11(1), 10–25. DOI: <https://doi.org/10.1002/sml.201402767>

4. Лучинский Г.П. Химия титана, Москва, Химия, **1971**, с.480. <https://libcats.org/dl/1213375/67060d>
5. Башов А.Б., Кадирбаева А.С., Башова А.К. Потенциодинамикалық поляризация кысыктарын колдана отырып, натрий сульфаты ерітіндісіндегі мыс электродының электрохимиялық қасиеттерін зерттеу. *Хим. Жур. Каз*, **2015**, 3, 18-23.
6. Minemoto T., Murata M. Device modeling of perovskite solar cells based on structural similarity with thin film inorganic semiconductor solar cells. *J. Appl. Phys.*, **2014**, 116(5), 054505. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4891982>
7. Zhou Y., Gray-Weale A. A numerical model for charge transport and energy conversion of perovskite solar cells. *Phys. Chem.*, **2016**, 18(6), 4476–4486. DOI: <https://doi.org/10.1039/c5cp05371d>
8. Duffie J.A., Beckman W.A. *Sol. Eng. Ther. Proc.*, 4th edn. John Wiley & Sons, Inc., New York. **2013**, 928 p.
- 9.9. Малоков С.П., Саенко А.В., Бондарчук Д.А. Исследование влияния толщины пленки TiO₂ на фотоэлектрические характеристики перовскитовых солнечных элементов. *Инж. Вест. Дона.*, 2016, 4. DOI: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3866>
- 10.10. Малоков С.П., Саенко А.В., Палий А.В., Бондарчук Д.А., Бесполудин В.В. Исследование распределения температуры в пленке TiO₂ при импульсном лазерном нагреве. *Инж. Вест. Дона.*, **2017**, 3, с. 8. DOI: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4306>

References

1. Bessel' V.V., Kucherov V.G., Mingaleyeva R.D. Izuchenie solnechnyh fotoelektricheskikh jelementov [Study of solar photovoltaic cells]. Moscow, RSU of Oil and Gas РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина **2016**, 90 p. (In Russ.). http://www.gubkin.ru/faculty/pipeline_network_design/chairs_and_departments/thermodynamics_and_thermal_engine/files/Bessel_photovoltaic_cells.pdf
2. Wang X., Fang Y., He L., Wang Q., Wu T. Influence of compact TiO₂ layer on the photovoltaic characteristics of the organometal halide perovskite-based solar cells. *Mat. Sci. Sem. Pro.*, **2014**, 27, 569–576. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2014.07.039>
3. Hyun Suk Jung, Nam-Gyu Park. Perovskite Solar Cells. *Mat. Dev. Small*, **2015**, 11(1), 10-25. DOI: <https://doi.org/10.1002/sml.201402767>
4. Luchinskij G.P. Himiya titana [Chemistry of titanium], Moscow, Chemistry, **1971**, 480 p. (In Russ.). <https://libcats.org/dl/1213375/67060d>
5. Baeshov A.B., Kadirbaeva A.S., Baeshova A.K. Investigation of the electrochemical properties of a copper electrode in a sodium sulfate solution using potentiodynamic polarization curves. *Chem. J. Kaz.*, **2015**, 3, 18-23. (In Kazakh.)
6. Minemoto T., Murata M. Device modeling of perovskite solar cells based on structural similarity with thin film inorganic semiconductor solar cells. *J. Appl. Phys.*, **2014**, 116(5), 054505. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4891982>
7. Zhou Y., Gray-Weale A. A numerical model for charge transport and energy conversion of perovskite solar cells. *Phys. Chem.*, **2016**, 18(6), 4476–4486. DOI: <https://doi.org/10.1039/c5cp05371d>
8. Duffie J.A., Beckman W.A. *Sol. Eng. Ther. Proc.*, 4th edn. John Wiley & Sons, Inc., New York. **2013**, 928 p.
9. Maljukov S.P., Saenko A.V., Bondarchuk D.A. Investigation of the effect of TiO₂ film thickness on the photovoltaic characteristics of perovskite solar cells. *Eng. Bul. Don.*, **2016**, 4. [In Russ.]. DOI: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3866>
10. Maljukov S.P., Sayenko A.V., Paliy A.V., Bondarchuk D.A., Bespoludin V.V. Investigation of temperature distribution in TiO₂ film under pulsed laser heating. *Eng. Bull. Don*, **2017**, 3, p. 8. (In Russ.). DOI: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4306>

DETERMINATION OF THE QUANTITY FATTY ACIDS AND VITAMINS IN THE *ACANTHOPHYLLUM PUNGENS* PLANT COMPOSITION

A.S. Abseyt¹, N.S. Yelibayeva¹, G.G. Abdikarim^{1*}, Zh.S. Abseyt¹, Fatih Duman²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²University of Erciyes, Kayseri, Turkey

*E-mail: gulzat.abdikarim@mail.ru

Abstract. This article presents the results of the quantitative determination of fatty acids and vitamins, contained in *Acanthophyllum pungens* plants, belonging to the Caryophyllaceae family growing in Khantagi, located near the city of Kentau, Turkestan region. As a result of gas chromatography of fatty acids, obtained as a result of studies of plant materials, it has been found that *Acanthophyllum pungens* contains 87% of unsaturated fatty acids, and 13% of saturated fatty acids. Saturated fatty acids: myristic, palmitic, stearic, pentadecanoic acids, while unsaturated fatty acids: palmitic, oleic, linoleic, and linolenic acids. As a result of quantitative analysis, it has turned out that oleic and linoleic acids are contained in large quantities, and the content of linolenic acid is much lower. It has been established that the plant *Acanthophyllum pungens* contains water-soluble B3-nicotinic acid, B5-pantothenic acid, B9-folic acid and vitamins A, C, E. It has also been found that the relatively high content of vitamin B5 (pantothenic acid), and the content of vitamins B6, B1, B2 and D are absent altogether. The phytochemical studies of the aboveground part of the *Acanthophyllum pungens* plant collected during the budding phase have been carried out in accordance with the methodological recommendations of the State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan. Using Clarus-600 gas chromatography, the amount of fatty acids (high-carbon acids) contained in the *Acanthophyllum pungens* plant has been determined. A qualitative analysis has been carried out by paper chromatography (PC) and gas-liquid chromatography (GC). A certain amount of vitamins and fatty acids of the *Acanthophyllum pungens* plant has been recommended for the first time.

Keywords: Fatty acids, vitamins, *Acanthophyllum pungens*, paper chromatography, gas-liquid chromatography

Abseyt Altynbek Serikbayuly Master of Natural Sciences, E-mail abseyt.altynbek@bk.ru

Yelibayeva Nazym Saidildayevna PhD, E-mail: nazym_yelibayeva@mail.ru

Abdikarim Gulzat Galymzhanovna Master of Natural Sciences, E-mail: gulzat.abdikarim@mail.ru

Abseyt Jansaya Serikbaykizi Master of Chemistry, E-mail: jansaiaabseyt@mail.ru

Fatih Duman Professor, Doctor, E-mail: fduman@erciyes.edu.tr

Citation: Abseyt A.S., Yelibayeva N.S., Abdikarim G.G., Abseyt Zh.S., Fatih Duman. Determination of the quantity fatty acids and vitamins in the *Acanthophyllum pungens* plant composition. *Chem. J. Kaz.*, 2023, 2(82), 37-46. (In Kaz.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.12>

БОЗТІКЕН (*ACANTHOPHYLLUM PUNGENS*) ӨСІМДІГІНІҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫ МЕН ДӘРУМЕНДЕРДІҢ МӨЛШЕРІН АНЫҚТАУ

*А.С. Әбсейт*¹, *Н.С. Елибаева*¹, *Г.Ф. Әбдікәрім*^{1*}, *Ж.С. Әбсейт*¹, *Фатих Думан*²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

²Эрджиес Университеті, Кайсери, Түркия

*E-mail: gulzat.abdikarim@mail.ru

Түйіндемe: Бұл мақалада Түркістан облысы, Кентау қаласы, Қаратау тауы маңында орналасқан, Хантағы елді мекенінде өсетін қалампырлар (*Caryophyllaceae*) тұқымдасына жататын тікенді бозтіккен (*Acanthophyllum pungens*) өсімдігінің құрамында болатын май қышқылдары мен дәрумендердің сандық мөлшері көрсетілген. *Acanthophyllum pungens* өсімдігінің шикізат құрамынан анықталған май қышқылдарының 87 % қанықпаған, ал 13% қаныққан май қышқылы екені көрсетілген. Қаныққан жоғары май қышқылдарына миристинді, пальмитинді, стеаринді, пентадеканды, ал қанықпаған жоғары май қышқылдарына пальмитолеинді, олеинді, линолді, линоленді қышқылдар жатады. Сандық сараптама нәтижесінде олеин және линол қышқылы жоғары мөлшерде, ал линоленді қышқыл мөлшері әлдеқайда төмен болып шықты. Тікенді бозтіккен (*Acanthophyllum pungens*) өсімдігі құрамында суда еритін В3-никотин қышқылы, В5-пантотен қышқылы, В9-фоллий қышқылы және А, С, Е дәрумендері бар екені анықталды. Сонымен қатар салыстырмалы түрде В5 дәрумені (пантотен қышқылы) жоғары екені, В6, В1, В2, D дәрумендері мүлде жоқ екені айқындалды. *Acanthophyllum pungens* өсімдігінің бутонизация фазасында жиналған жер үсті бөлігін фитохимиялық зерттеулер ҚР Мемлекеттік Фармакопеясындағы I әдістемелік нұсқаулықтарға сай жүргізілді. Тікенді бозтіккен өсімдігі құрамындағы май қышқылының (жоғары карбон қышқылдары) мөлшерін анықтау кезінде Clarus-600 газды хроматографиясы қолданылды. Ал сапалық талдау екіжүйелі қағазды хроматография (КХ) және газ-сұйық хроматографияның (ГСХ) жаңа әдістері арқылы анықталынды. Жоғарыда анықталған дәрумендер және май қышқылдары мөлшері *Acanthophyllum pungens* өсімдігі үшін алғаш рет ұсынылып отыр.

Түйін сөздер: Май қышқылдары, дәрумендер, тікенді бозтіккен, *Acanthophyllum pungens*, қағазды хроматография, газ-сұйық хроматография

<i>Әбсейт Алтынбек Серікбайұлы</i>	<i>Жаратылыстану ғылымдарының магистрі</i>
<i>Елибаева Назым Саидильдаевна</i>	<i>PhD</i>
<i>Әбдікәрім Гүлзат Ғалымжанқызы</i>	<i>Жаратылыстану ғылымдарының магистрі</i>
<i>Әбсейт Жансая Серікбайқызы</i>	<i>Химия ғылымдарының магистрі</i>
<i>Фатих Думан</i>	<i>Профессор, доктор</i>

1. Кіріспе

Acanthophyllum pungens – шөл мен жазық және тасты құмдарда өсетін көпжылдық шөптесін өсімдік. Тіршілік формасы тікенекті бұта тәрізді. Эндемдік түр *Acanthophyllum pungens* өсімдігі Зайсан, Бетпақдала, Мойынқұм, Қаратау, Жоңғар Алатауы мен Балқаш ауданында кездеседі. *Acanthophyllum pungens* өсімдігінің дәрілік шикізаты ретінде жер үсті массасы қолданылады. *Acanthophyllum pungens* өсімдігінің тамыры тік, жақсы тарамдалған, қалыңдығы 5-15 мм. Тамыры 1-2% эфир майынан, таниннен, шайырдан, 12-18% инсулиннен тұрады. *Acanthophyllum pungens* өсімдігі бүйрек ауруларына, тері ауруларына, өкпенің қабынуына, несеп айдауда, терлететін дәрі-дәрмек ретінде, ветеринарлық медицина саласында ішек құртты айдағыш ретінде қолданады [1].

Адам ағзасына дәрумендердің қажеттілігі өте аз, бірнеше микрограммнан ондық миллиграммға дейін, бірақ бірқалыпты тіршілік үшін өте қажет. Астық құрамында дәрумендер аз мөлшерде кездескенімен, олардың ағзаға тигізетін әсері өте үлкен [2]. Дәрумендер зат алмасу процесіне немесе адам ағзасының кейбір құрылымдарына жақсы ықпал тигізеді. Ағзада ферменттердің түзілуіне қатысады, зат алмасу процесіне қарқынды әсер етеді. Сондықтан дәрумендерді жеткілікті мөлшерде қабылдау көптеген қауіпті аурулардың алдын алады, ағзаның әр түрлі жұқпалы ауруларға қарсы күресу қабілетін күшейтеді және адамның жұмыс істеу қабілетін жақсартады. Сонымен қатар әрбір дәруменнің ағзада ерекше орындайтын өз міндеті бар [3,4].

Ағзаға тағамдар арқылы келіп түсетін белоктардың, майлардың, көмірсулардың және минералдың тұздардың алмасуын тездететін және реттейтін де дәрумендер. Дәрумендерді тек дәрі-дәрмек ретінде қарастырып, оларды түрлі аурулардың алдын алып күресу үшін қолданылатын заттар деп қарау қате. Бұларды тағамдық заттар деп қарауымыз тиіс, өйткені дәрумендер тағамның құрамына кірмесе, онда тіршіліктің қалыпты жайы бұзылады.

Дәрумендер физика-химиялық қасиеттері, химиялық табиғатына сәйкес жіктеліп, әріптік мәнмен белгіленеді (А,В,С,D,Е,К.). Бірақ бұл жіктелу дәрумендердің толық қасиетін көрсете алмағандықтан, оларды суда еритін және майда еритін деп екіге бөледі [5,6].

В тобы дәрумендері – ағзаға қажетті, организмдегі барлық үдерістерге қатысады, суда ериді. Ағзада белгілі мөлшері бауырда сіңіріледі, артық мөлшері несеп жолдары арқылы шығарылады. Сондықтан күнделікті тағам мәзірінде дәрумендер мөлшері жеткілікті болуы тиіс. В тобы дәрумендерінің 11 түрі белгілі: тиамин (В1), рибофлавин (В2), ниацин (В3), холин (В4), пантотен қышқылы (В5), пиродиксин (В6), биотин (В7), инозитол (В8), фолий қышқылы (В9), парааминобензол қышқылы (В10), цианокобаламин (В12) [7]. Дәрументекті заттарға В тобының В4, В7, В8, В10 өкілдері жатады. Олар дәрумендік қасиет көрсетеді, бірақ жетіспеушілігі немесе ағзада көп мөлшерде болуы ешқандай патологиялық өзгерістерге ұшыратпайды [8].

Қанықпаған май қышқылдары адам және жануар ағзасында биологиялық белсенді заттардың биосинтезіне қатысады. Май ағзаға қажеттілігіне қарай эмульсия түрінде қан плазмасы арқылы бауырға жеткізіледі. Бауырдан әрі қарай басқа да ағзаларға жеткізіліп, энергетикалық және пластикалық материал есебінде қолданылады [9].

Май қышқылдары липидтердің негізгі құрылымдық элементі, сонымен қатар барлық молекулаға полярлы емес сипат беретін, көп бөлігі полярлы емес байланыстар тұратын карбон қышқылының ұзын тізбегін ұсынады.

Май қышқылдары тірі организмдерде бірнеше функцияларды атқарады және жоғарыда айтылғандай, олардың маңызды функцияларының бірі биологиялық мембраналардың негізгі компоненттері және организмдерде ең

көп кездесетін биомолекулалардың бірі болып табылатын липидтердің маңызды бөлігі болып табылады. ақуыз және көмірсулармен бірге тірі.

Май қышқылының құрылымының тәуелділігіне байланысты бес негізгі топқа бөледі, қаныққан молекулада 4-тен 24-ке көміртек атомы тік тізбектермен байланысады. Қанықпаған молекулада бір, екі, үш және екіншілік байланыстармен тұрады. Жеке «аяғы» ұзын гидрофобты және гидрофильді «басы» май қышқылдарына липидтерге спецификалық қасиет береді. Мысалы, липидтер эмульсия түзу арқылы идеалды компонент болатын өсімдік жасушасында мембрананы тұрақтандырады [10].

Май қышқылдарының организмге пайдалы қасиетіне тоқталып кетсек: олеин, линол, пальметин және стеарин қышқылы да май құрамына кіреді және организмге тағаммен еніп, биологиялық мембрананың түзілуіне қатысады, энергетикалық құндылығы жоғары [11].

Елімізде бұл өсімдіктің тікенді бозтікен (*Acanthophyllum pungens*), безді бозтікен (*Acanthophyllum glandulosum*), шашақты бозтікен (*Acanthophyllum paniculatum*), аққанбақ түсті бозтікен (*Acanthophyllum gyptophiloides regel*) түрлері кездеседі. Тікенді бозтікен (*Acanthophyllum pungens*) өсімдігі халық медицинасында қолданылған мен құрамындағы биологиялық белсенді заттар (ББЗ) толық зерттелген.

2. Зерттеу әдісі.

Зерттеу нысаны ретінде 2021 жылы мамыр айында Түркістан облысы, Кентау қаласы, Қаратау тауы маңында орналасқан, Хантағы елді мекенінен жиналған қалампырлар (*Caryophyllaceae*) тұқымдасына жататын тікенді бозтікен (*Acanthophyllum pungens*) өсімдігінің жер үсті бөлігі алынды

Бұл жұмыстың мақсаты бұрын зерттелмеген Түркістан облысы Қаратау маңында өсетін, қалампыр (*Caryophyllaceae*) тұқымдасына жататын тікенді бозтікен (*Acanthophyllum pungens*) өсімдігінің құрамындағы май қышқылдары мен дәрумендердің мөлшерін зерттеу.

Acanthophyllum pungens өсімдігінің май қышқылы (жоғары карбон қышқылдары) құрамы Clarus-600 газды хроматографиясында анықталды. Май қышқылдары: газ – тасымалдағыш – гелий; жылу–ионзационды детектор

Хроматографияны жүргізу шарттары:

Инжектор температурасы –188 °С;

Детектор температурасы – 230 °С;

Пештің температурасы – 188 °С;

Сараптау уақыты – 1 сағат.

Май қышқылының анализі: ұсақталған шикізат массасын хлороформ-метанол (2:1) қоспасымен 5 минут экстракциялайды. Экстракты қағазды фильтр арқылы сүзіп, концентрлейді. Алынған экстрактіге 10 мл метанол, 2–3 тамшы хлорлы ацетил және 60–70°С-де арнайы жүйеде 30 минут метилдеу жүргізіледі. Метанолды роторлы буландырғыш көмегімен концентрлейді, ал үлгілерді 5 мл гексанмен экстракция жүргізеді және 545 абсорбент цеолит

WAW хромосорбінде «CARLO–ERBA–420» газды хроматографиясына енгізеді.

Компоненттердің құрамын ішкі нормалау әдісімен табады, олардың концентрациясы келесі формуламен есептеледі:

$$C_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (1)$$

Мұндағы S_i – компонент биіктігінің ауданы.

Acanthophyllum pungens өсімдігінің бутонизация фазасында жиналған жер үсті бөлігін фитохимиялық зерттеулер ҚР Мемлекеттік Фармакопеясындағы I әдістемелік нұсқаулықтарға сай жүргізілді.

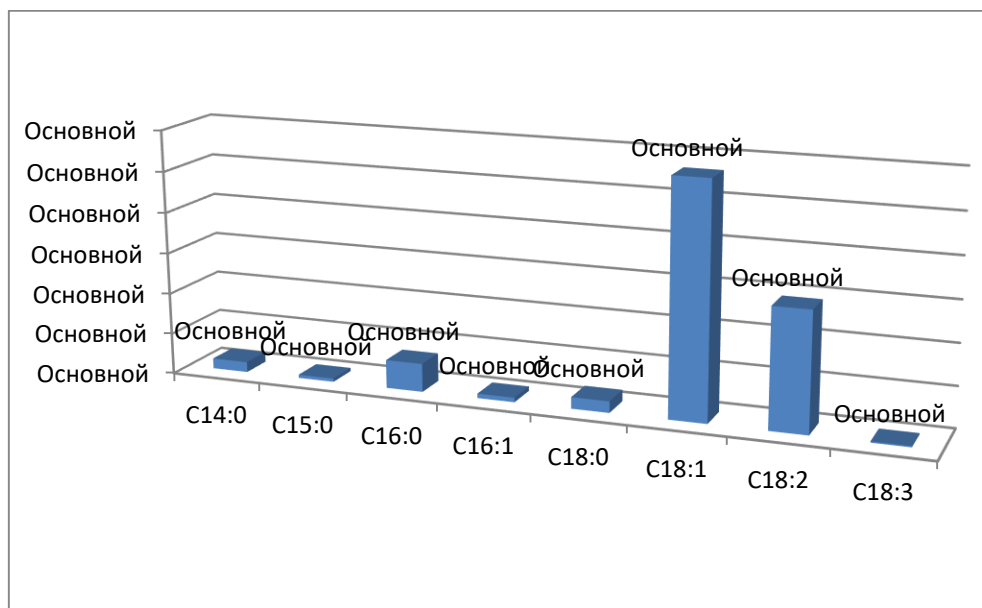
3. Нәтижелер және талқылау

Берілген әдістеме бойынша қаныққан және қанықпаған жоғарғы май қышқылдарының сараптауы газды-сұйықтықты хроматография әдісімен «CARLO–ERBA–420» приборы көмегімен жүргізілді. Қаныққан және қанықпаған жоғарғы май қышқыл компоненттерінің идентификациясы осы жоғарғы май қышқылдарының метилді эфирінің стандартты ерітіндісіне қатысты ұстау уақыты бойынша жүргізілді. Анализделетін қоспаның сандық анықталуы пиктердің ауданы арқылы нормализациялау әдісімен жүргізілді. Нәтижелері төмендегі 1-ші кестемен 1-суретте көрсетілген.

Кесте 1 – *Acanthophyllum pungens* өсімдік шикізатының май қышқылдары құрамы

Қышқылдардың атауы	Қышқыл индексі	Мөлшері, %
Миристинді	C14:0	2.50
Пентадеканды	C15:0	0.80
Пальмитинді	C16:0	6.90
Пальмитолеинді	C16:1	1.10
Стеаринді	C18:0	2.80
Олеинді	C18:1	56.60
Линолді	C18:2	29.00
Линоленді	C18:3	0.30

Май қышқылдарының көмірсутек тізбегінің ұзындығы, әдетте, көміртек атомдарының жұп санына ие және бұл олардың түзілуі биосинтетикалық процеспен тығыз байланысты, өйткені олардың өсуі көміртегі жұптарында жүреді.



Сурет 1 – Тікенді бозтіккен (*Acanthophyllum pungens*) өсімдігіндегі май қышқылдары мөлшері

Газды хроматография нәтижесінде тікенді бозтіккен (*Acanthophyllum pungens*) өсімдік шикізаты құрамынан анықталған май қышқылдарының 87% қанықпаған, ал 13% қаныққан май қышқылы екені анықталды. Қаныққан жоғары май қышқылдарына миристинді, пальмитинді, стеаринді, пентадеканды, алқанықпаған жоғары май қышқылдарына пальмитолеинді, олеинді, линолді, линоленді қышқылдар жатады. Сандық сараптама нәтижесінде олеин және линол қышқылы жоғары мөлшерде, ал линоленді қышқыл мөлшері әлдеқайда төмен болып шықты.

Май қышқылдары қатаң жағдайларда өсетін өсімдіктер үшін маңызды компонент, олар метоболиттер және энергияның көзі ретінде қызмет арқарады, өсімдік жасушаларының құрамдас бөлігі болып табылады. Майлар көп немесе аз мөлшерде өсімдіктердің барлық жасушасында дерлік түзіледі. Қанықпаған май қышқылдары адам және жануар ағзасында биологиялық белсенді заттардың биосинтезіне қатысады. Сонымен қатар май қышқылдары қан плазмасы жарақаттанғанда қосымша диагностикалық тест болып табылады.

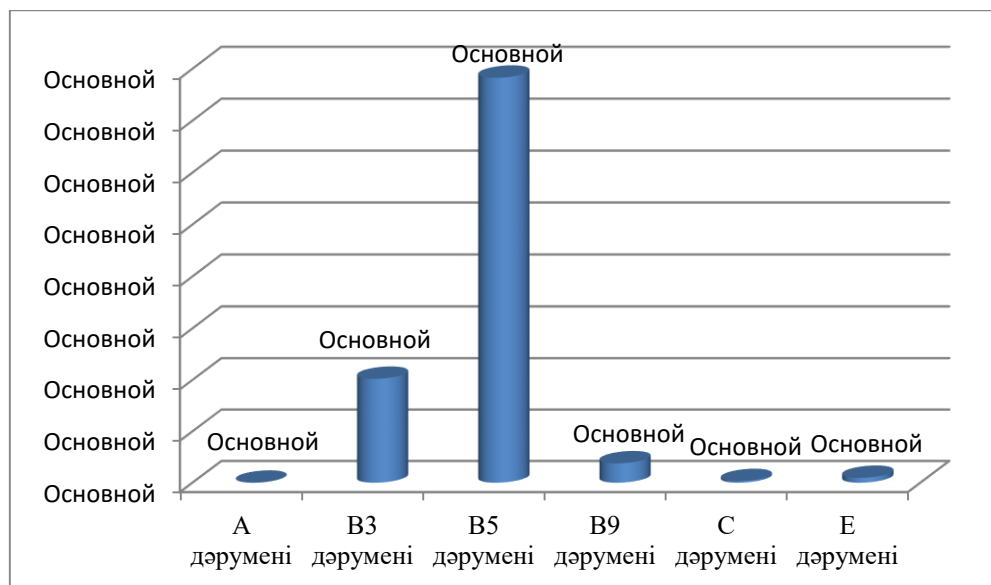
Дәрумен деп барлық тағам мен азық-түлік өнімдерінде, жем-шөпте шағын мөлшерде ғана кездесетін, ал адам мен жануарлар ағзасына бірқалыпты тіршілік үшін өте қажет төменгі молекулалы органикалық заттарды айтамыз. Дәрумендер зат алмасу процесіне, сондай-ақ адам ағзасының кейбір құрылымдарына жақсы ықпал тигізеді. Өсімдік шикізаты құрамынан дәрумендер мөлшері анықталды. Шикізат құрамында

дәрумендер мөлшері өте аз мөлшерде кездескенімен, ағза үшін тигізетін пайдасы өте көп. Нәтижесі 2-ші кестемен 2- суретте берілген.

Кесте 2 – Тікенді бозтіккен (*Acanthophyllum pungens*) өсімдік шикізатының дәрумендер құрамы

Дәрумен	Мөлшері, мкг/г
A	0.141
B1	-
B2	-
B3	1010.78
B5	3912.7
B6	-
B9	188.36
C	15.8
D	-
E	47.2

Жоғарыдағы кестеге сәйкес витаминнің қай түрі көп немесе аз екенін төмендегі графиктен қарап байқауға болады. Салыстырмалы түрде B3 пен B5 витамині жоғары екені, B6, B1, B2, D дәрумендері мүлде жоқ екендігі анықталған.



Сурет 2 – Тікенді бозтіккен (*Acanthophyllum pungens*) өсімдігіндегі дәрумендер мөлшері

Тікенді бозтіккен (*Acanthophyllum pungens*) өсімдік шикізатында көп мөлшерде суда еритін B тобы дәрумендері B3-никотин қышқылы, B5-

пантотен қышқылы, В9–фолий қышқылы және А, С, Е дәрумендері бар екені анықталды. Сонымен қатар салыстырмалы түрде В5 дәрумені (пантотен қышқылы) жоғары екені, В6, В1, В2, D дәрумендері мүлде жоқ екені айқындалды.

В5 дәрумені холестерин, гемоглобин, гистамин, ацетилхолин, ағзаға қажетті май қышқылдары синтезінде, көмірсу, аминқышқыл алмасуында маңызды рөл атқарады. А коферменті құрамына кіреді, организмдегі ацилдену және тотығу-тотықсыздану реакцияларына қатысады. Егер дәрумен жетіспесе, асқа деген тәбет жоғалады, өсу процесі тоқтап, денеге жара түседі. Бүйрек безі зақымданып, денедегі түктердің және шаштың түсі өзгереді.

4. Қорытынды

Газды хроматография нәтижесінде тікенді бозтікен (*Acanthophyllum pungens*) өсімдік шикізаты құрамынан анықталған май қышқылдарының 87% қанықпаған, ал 13% қаныққан май қышқылы екені анықталды. Қаныққан жоғары май қышқылдарына миристинді, пальмитинді, стеаринді, пентадеканды, алқанықпаған жоғары май қышқылдарына пальмитолеинді, олеинді, линолді, линоленді қышқылдар жатады. Сандық сараптама нәтижесінде олеин және линол қышқылы жоғары мөлшерде, ал линоленді қышқыл мөлшері әлдеқайда төмен болып шықты.

Тікенді бозтікен (*Acanthophyllum pungens*) өсімдігі құрамында суда еритін В3-никотин қышқылы, В5-пантотен қышқылы, В9–фолий қышқылы және А, С, Е дәрумендері бар екені анықталды. Сонымен қатар салыстырмалы түрде В5 дәрумені (пантотен қышқылы) жоғары екені, В6, В1, В2, D дәрумендері мүлде жоқ екені айқындалды.

Acanthophyllum pungens өсімдігі бүйрек ауруларына, тері ауруларына, өкпенің қабынуына, несеп айдауда, терлететін дәрі–дәрмек ретінде, ветеринарлық медицина саласында ішек құртты айдағыш ретінде қолданады.

Жоғарыда анықталған дәрумендер мен май қышқылдарының сандық мөлшері *Acanthophyllum pungens* өсімдігі үшін алғаш рет ұсынылып отыр.

Қаржыландыру. Бұл зерттеу сыртқы қаржыландыруды алған жоқ.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар бұл мақалада өзара мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЖИРНЫХ КИСЛОТ И ВИТАМИНОВ СОДЕРЖАЩИЕСЯ В РАСТЕНИЯХ КОЛЮЧЕЛИСТНИКА (*ACANTHOPHYLLUM PUNGENS*)

А.С. Абсейт¹, Н.С. Елибаева¹, Г.Г. Абдикарим^{1,*}, Ж.С. Абсейт¹, Фатих Думан²

¹Қазақский Национальный Университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

² Университет Эрджиес, Кайсери, Туркия

E-mail: gulzat.abdikarim@mail.ru

Резюме. Введение. В данной статье представлены результаты количественного определения жирных кислот и витаминов, содержащихся в растениях колючего колючелистника (*Acanthophyllum pungens*), принадлежащий к семейству гвоздичных (*Caryophyllaceae*), произрастающем в населенном пункте Хантаги, находящийся рядом с городом Кентау, Туркестанской области расположенный у подножия горы Каратау. В результате газовой хроматографии жирных кислот биологических активных веществ (БАВ) полученного в ходе исследования из растительного сырья установлено, что колючий колючелистник (*Acanthophyllum pungens*) содержит 87% ненасыщенных жирных кислот, а 13% насыщенных жирных кислот. К насыщенным высшим жирным кислотам относятся миристиновая, пальмитиновая, стеариновая, пентадекановая, а к ненасыщенным высшим жирным кислотам относятся пальмитолеиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая кислота. В результате количественного анализа оказалось, что олеиновая и линолевая кислота содержится в больших количествах, а содержание линоленовой кислоты значительно ниже. Было обнаружено, что растение колючего колючелистника (*Acanthophyllum pungens*) содержит водорастворимую В3-никотиновую кислоту, В5-пантотеновую кислоту, В9-фолиевую кислоту и витамины А, С, Е. Также было установлено, что относительно высокое содержание витамина В5 (пантотеновой кислоты), а содержание витаминов В6, В1, В2 и D вообще отсутствуют. Фитохимические исследования надземной части растения *Acanthophyllum pungens*, собранной в фазе бутонизации, проводились в соответствии с I методическими рекомендациями Государственной Фармакопеи РК. Газовая хроматография Clarus-600 использовалась при определении количества жирных кислот (высокоуглеродистых кислот), содержащихся в растении колючего колючелистника. Качественный анализ определялся новыми методами двухсистемной бумажной хроматографии (БХ) и газо-жидкой хроматографии (ГЖХ). Количество витаминов и жирных кислот, определенное выше, впервые рекомендуется по отношению к растению *Acanthophyllum pungens*.

Ключевые слова: Жирные кислоты, витамины, колючелистник, *Acanthophyllum pungens*, бумажной хроматографии (БХ) и газо-жидкой хроматографии (ГЖХ)

<i>Абсейт Алтынбек Серикбайұлы</i>	<i>Магистр естественных наук</i>
<i>Елибаева Назым Саидильдаевна</i>	<i>PhD</i>
<i>Абдиқарим Гулзат Галымжановна</i>	<i>Магистр естественных наук</i>
<i>Абсейт Жансия Серикбайқызы</i>	<i>Магистр химии</i>
<i>Фатих Думан</i>	<i>Профессор, доктор</i>

Әдебиеттер тізімі

1. Akhtayeva N.Z., Kisimova G. Diagnostic signs of medicinal plant *acanthophyllum pungens*. *Pharmacy of Kazakhstan*, **2018**, 1, No.145, 38-43
2. Tabrizi R.N., Javadi A., Sharifan A., Chew K.W., Lay C.H., Show P.L. Hydrothermally extraction of saponin from *Acanthophyllum Glandulosum* root Physico-chemical characteristics and antibacterial activity evaluation. *Biotechnology Reports*, **2020**, 27, 121-148. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00507>
3. Katane M., Kanazawa R., Kobayashi R., Oishi M., Nakayama K., Saitoh Y., Miyamoto T., Sekine M., Homma H. Structure–function relationships in human D-aspartate oxidase: characterisation of variants corresponding to known single nucleotide polymorphisms. *BBA - Proteins and Proteomics*, **2017**, 1865, 1129-1140 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2017.06.010>
4. Kaldybekova A.Zh., Amangazyeva A.T., Halmenova Z.B., Umbetova A.K. Development of technology for the complex isolation of biological active substances from plants of the genus *Haplophyllum* A. juss. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. **2018**, 5, No.431,74 – 81. DOI: <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1491>
5. Meratan A.A., Ghaffari S.M., Niknam V. In vitro organogenesis and antioxidant enzymes activity in *Acanthophyllum sordidum*. *Biological Plantarum* **2009**, 53, No.1, 5–10. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10535-009-0002-6>
6. Moldabergenova A.K. Amino and fatty acid composition of the aerial parts of *Echinops albicaulis*, growing in Kazakhstan. *International Journal of Biology and Chemistry*. **2016**, 9, No.2, 32–35

7. Shaban A., Sahu R.P. Pumpkin seed oil: An alternative medicine. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*. **2017**, 9, No.2, 223–227
8. Muzychkina R.A., Korul'kin D.Ju., Abilov Zh.A. Kachestvennyj i kolichestvennyj analiz osnovnykh grupp BAV v lekarstvennom rastitel'nom syr'e i fitopreparatov. **2004**, Almaty: *Kazakh University*, 260 (In Russ).
9. Ikhsanov Y.S., Kusainova K.M., Tasmagambetova G.Y., Andasova N.T., Litvinenko Y.A. Amino acid, fatty acid and vitamin composition of rosa canina I *News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. **2021**, 3, No.447, 39 – 43. DOI: <https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.47>
10. Battger S., Melzig M.F. Triterpenoid saponins of the Caryophyllaceae and Illecebraceae family. *Phytochemistry Letters*. **2001**, 4, No.2, 59-68

MODIFICATION OF BITUMENS WITH OIL INDUSTRY WASTE

Y.I. Imanbayev^{1}, Y.K. Ongarbayev^{1,2}, Y.A. Akkazin^{1,2}, A.Ch. Bussurmanova³,
A.N. Boranbayeva³, A.Sh. Akkenzheyeva³*

¹*Institute of Combustion Problems, Almaty, Kazakhstan*

²*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

³*Yessenov University, Aktau, Kazakhstan*

*E-mail: erzhan.imanbayev@mail.ru

Abstract. *Introduction.* A literature review on the topic of the study has shown that there is not much work with the use of oily waste in the modification of bitumen. Many methods of bitumen modification include the oxidation of a heavy oil residue to obtain the target product and its further compounding with the finished bitumen. Old oil sludge from oil sludge storage tanks has been used as the oil residue. Oil sludge is prepared by dehydration, the water content should not exceed no more than 5 wt. % and separation of mechanical impurities up to a content of not more than 16.4 wt. %. *Purpose of the work.* The main objective of the study is to develop a technology for modifying oil bitumen with industrial waste for the disposal of oil sludge, and to show the possibility of improving the physical-chemical, rheological characteristics of modified bitumen. *Results.* In the process of bitumen modification, the physical-chemical characteristics of the modified bitumen have been studied. It has been established that the composition of oil sludge from the Uzen and Zhetybai oilfield of the Mangistau region contains a significant amount of heavy oil residues and a small amount of mechanical impurities. From the conducted laboratory research, it has been found that oil sludge can be used as a filler in the modification of bitumen. *Conclusion.* Used oil sludge can be used as a bituminous base modifier without removing the mechanical impurities. Polymer-bitumen compositions have been prepared and the optimal parameters for the process of preparing polymer-bitumen binders have been determined.

Keywords: bitumen, oilsludge, modification, industrial waste disposal, modifiers

<i>Yerzhan Imanbayev Imanbayev</i>	<i>PhD, Associate Professor, Senior Researcher, E-mail: erzhan.imanbayev@mail.ru</i>
<i>Yerdos Ongarbayev Kallimullauly</i>	<i>Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Laboratory, E-mail: erdos.ongarbaev@kaznu.edu.kz</i>
<i>Yerzhan Akkazin Assetovich</i>	<i>PhD, Acting Associate Professor, Senior Researcher, E-mail: erzhan.akkazin@kaznu.edu.kz</i>
<i>Akkenzhe Bussurmanova Chansharovna</i>	<i>PhD, Acting Associate Professor, E-mail: akkenzhe.bussurmanova@yu.edu</i>
<i>Assiya Boranbayeva Nurlybaevna</i>	<i>Master of ecology, PhD Student, E-mail: assiya.boranbayeva@yu.edu.kz</i>
<i>Anar Akkenzheyeva Shynabayevna</i>	<i>PhD, Acting Associate Professor, E-mail: anar.akkenzheyeva@yu.edu.kz</i>

Citation: Imanbayev Y.I., Ongarbayev Y.K., Akkazin Y.A., Bussurmanova A.Ch., Boranbayeva A.N., Akkenzheyeva A.Sh Modifications of bitumen with oil industry waste.. *Chem. J. Kaz.*, **2023**, 2(82), 47-57. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.13>

МОДИФИКАЦИЯ БИТУМОВ ОТХОДАМИ НЕФТЕПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е.И. Иманбаев^{1*}, *Е.К. Онгарбаев*^{1,2}, *Е.А. Акказин*^{1,2}, *А.Ч. Бусурманова*³,
*А.Н. Боранбаева*³, *А.Ш. Аккенжеева*³

¹Институт проблем горения, Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

³Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова, Актау, Казахстан

*E-mail: erzhan.imanbayev@mail.ru

Резюме. *Введение.* Литературный обзор по теме исследования показал, что работы с применением нефтесодержащих отходов в модификации битумов не так много. Многие способы модификации битумов включает окисление тяжелого нефтяного остатка с получением целевого продукта и дальнейшим его компаундированием с готовым битумом. В качестве нефтяного остатка использовался застарелые нефтешламы из амбарных нефтешламо накопителей. Нефтешлам подготавливают путем обезвоживания, содержания воды не должен превышать не более 5 мас. % и отделения механических примесей до содержания не более 16,4 мас. %. *Цель работы.* Основная задача исследования – это разработка технологии модификации нефтяных битумов промышленными отходами для утилизации нефтешламов и показать возможность улучшения физико-химических, реологических характеристик дорожных битумов. *Результаты работы.* В процессе модификации битумов изучены физико-химические характеристики модифицированных битумов. Установлено, что в составе нефтешламовнефтяных месторождений Узени Жетыбай Мангистауской области содержатся значительное количество тяжелых нефтяных остатков и небольшое количество механических примесей. Из проведенного лабораторного исследования установлено, что можно применять нефтешламы в качестве наполнителя при модификации битумов. *Заключение.* Исползованные нефтешламы могут быть применены в качестве модификатора битумной основы без удаления механических примесей. Приготовлены полимер-битумные композиции и определены оптимальные параметры процесса приготовления полимер-битумных вяжущих.

Ключевые слова: нефтяные битумы, нефтешлам, модификация, утилизация промышленных отходов, модификаторы

<i>Ержан Иманбаевич Иманбаев</i>	<i>PhD, Ассоциированный профессор, старший научный сотрудник</i>
<i>Ердос Калимуллаулы Онгарбаев</i>	<i>Доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией</i>
<i>Ержан Асетович Акказин</i>	<i>Кандидат химических наук, и.о. доцента, старший научный сотрудник</i>
<i>Аккенже Чанишаровна Бусурманова</i>	<i>Кандидат химических наук, и.о. доцента</i>
<i>Асия Нурлыбаевна Боранбаева</i>	<i>магистр, докторант</i>
<i>Анар Шынабаевна Аккенжеева</i>	<i>Кандидат химических наук, и.о. доцента</i>

1. Введение

Нефтяная промышленность Казахстана является одной из ключевых отраслей республики и в большой степени определяет экономику страны, социальную политику и состояние окружающей среды. В Западном Казахстане осуществляют производственную деятельность более 10 крупных предприятий нефтегазодобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, а также транспорта углеводородного сырья. С каждым годом добыча нефти увеличивается. В процессе добычи и эксплуатации нефтяных месторождений, транспортировке и хранении нефтепродуктов

неизбежно образование нефтяных шламов, представляющих собой стойкие нефтяные эмульсии, свойства которых переменны во времени и зависят от множества факторов, в том числе начиная обводненности нефтяных скважин, способа добычи и компонентного состава нефти, наличия механических примесей и т.д. Нефтешламы хранятся длительное время в открытых амбарах и прудах, это приводит к возрастанию устойчивости нефтяных систем с примесями. Происходит это вследствие «старения» эмульсий, испарения легких фракций нефти, увеличения механических примесей за счет атмосферной пыли, осмоления нефтепродуктов и т.д. [1]

По анализам научных работ применение переработанных нефтяных отходов в дорожном строительстве является одной из востребованных и приоритетных областей, в которой использование нефтешлама представлена наиболее широко [2-5]. С этой целью нефтеотходы используются в составах асфальтобетонов, нефтегрунтов, шламобетона, цемент грунта в качестве замены или добавки к битумному связующему, улучшая качество асфальтобетонных смесей за счет повышения водоустойчивости, механической прочности, снижения водопоглощения, морозостойкости, смешиваемости, набухания дорожного покрытия.

Иранскими учеными были исследованы процесс модификация битума нефтешламами для производства асфальтобетонной смеси и для утилизации нефтяных отходов. По результатам исследований установлено, что снижается стабильности молекулы битума, температура воспламенения битума и сопротивление дорожного битума. При добавлении серы в битум с нефтешламами привело к снижению сопротивления и не привело к повышению прочности по Маршаллу. Вместе с тем для модификации был использован СБС-полимер что дало положительный эффект и повысило окислительную стойкость образцов. Результаты анализа показали, что стойкость асфальтобетонной смеси повышается при использовании от 25 до 50% серы и 2-7% СБС-полимера. Поэтому были приготовлены образцы асфальтобетонной смеси Маршалл с добавлением серы 30% с использованием битума и нефтешламов. Наилучшим экономически выгодным результатом стал 50% нефтешламов в битуме и 2% СБС полимеров и 15% нефтешламов с битумом [6].

В настоящее время разрабатываются и внедряются технологии, которые делают возможным утилизацию и переработку твердых нефтяных шламов [7-10]. Однако в республике существует проблемы утилизации, вторичного использования, раздельного сбора нефтяных отходов с целью их максимальной вовлеченности в комплексную переработку. Вместе с тем возникает необходимость применения нефтяных отходов для выявления пригодности нефтешламов для использования в качестве вторичного сырья.

2. Экспериментальная часть

Для установления соответствия приготовленных смесей полимербитумных вяжущих определены следующие основные физико-

механические характеристики: температура размягчения, глубина проникания иглы (пенетрация), растяжимость (дуктильность) и температура хрупкости по Фраасу. Температуру размягчения битума определяли методом «Кольцо и шар» по СТ РК 1227. Глубина проникновения иглы битумов определяли автоматическим пенетрометром по СТ РК 1226. Растяжимость битума определяли дуктилометром ЦКБ-974Н по СТ РК 1374. Температура хрупкости битума по Фраасу определяли на аппарате для определения температуры хрупкости битумов АТХ-04 по СТ РК 1229.

В работе в качестве объектов исследования использовались дорожный битум компании ТОО «СП «CASPIBITUM» и нефтешламы из нефтяных месторождений Узень и Жетибай в Мангистауской области. Основные характеристики битума нефтяного дорожного вязкого марки БНД 100/130 представлена в таблице 1. Результаты испытаний показали, что фактические показатели БНД 100/130, такие как температура размягчения по кольцу и шару 44 °С, растяжимость при 25 °С – ≥ 150 см, при 0 °С – 6.9 см, вязкость динамическая при 60 °С – 138 Па*с, вязкость кинематическая при 135 °С – 352 мм²/с, температура вспышки – 282 °С, хрупкость по Фраасу – 24 °С, содержание парафинов – 0.4 % и все показатели соответствуют требованиям по СТ РК 1373-2013.

Таблица 1– Характеристика битума нефтяного дорожного вязкого марки БНД 100/130

Наименование показателя	БНД 100/130	Факт. значение	Метод испытания
Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм	101-130	113	СТ РК 1226
Пенетрация при 0 °С, 0,1 мм	30	32	
Температура размягчения °С, не ниже	43	44	СТ РК 1227
Растяжимость, не менее: при 25 °С, см	90	>150	СТ РК 1374
Растяжимость, не менее: при 0 °С, см	4.0	6.9	
Вязкость динамическая при 60 °С, Па*с не менее	120	138	СТ РК 1211
Вязкость кинематическая при 135 °С, мм ² /с не менее	180	352	СТ РК 1210
Температура вспышки °С, не ниже	230	282	СТ РК 1804
Температура хрупкости по Фраасу °С, не выше	- 22	- 24	СТ РК 1229
Растворимость %, не менее	99.0	99.9	СТ РК 1228
Содержание парафинов %, не выше	2.5	0.4	СТ РК 1230

Были определены физико-химические составы нефтешламов. Результаты проведенных анализов приведены в таблице 2 и 3.

Из таблицы 2 видно, что содержание механических примесей (0,0025%), хлористых солей – 21.5 мг/дм³, а вода отсутствует. Увеличение концентрации механических примесей в отстойниках объясняется тем, что при коалесценции капель воды на границе раздела фаз происходит концентрирование механических примесей и частиц стабилизаторов в промежуточном слое, поскольку механические примеси, входящие в состав защитных оболочек глобул воды, не переходят в водную фазу. Выход фракции до 300 °С составил 38.2 % мас., это о том, что легкие фракции нефти не полностью испарился. Массовое содержание серы в нефти

составил 1.2 % мас., парафины 18.5 % мас. и характеризуется высокой плотностью (0.92 г/см³) и высокой кинематической вязкостью (140.4 мм²/сек).

Таблица 2– Основные физико-химические характеристики нефтешлама в месторождений Узень

Название параметров	Результат испытаний	Метод испытания
Плотность при 20 °С, кг/м ³	920.3	СТ РК 2.153-2008
Плотность при 15 °С, кг/м ³	924.1	СТ РК 2.153-2008
Содержание парафина, мас. %	18.5	ГОСТ 11851-85
Содержание воды, мас. %	0.0	ГОСТ 2477-65
Концентрация хлористых солей, мг/дм ³	21.5	ГОСТ 21534-76
Содержание механических примесей, мас. %	0.0025	СТ РК 2.153-2008
Выход фракции, % об.:		
до 200 °С	21.5	ГОСТ 2177-99
до 300 °С	38.2	ГОСТ 2177-99
Температура потери текучести, °С	– 6.0	ГОСТ 20287-91
Содержание серы, мас. %	1.2	ГОСТ Р 51947
Вязкость кинематическая при 50 °С, мм ² /сек	140.4	ГОСТ 31391-2009
Содержание сероводорода, ppm	0.0	СТ РК 1473-2005

Основными факторами, влияющими на изменения состава нефтешлама в значительной степени, зависит от условий залегания нефти в залежи, от способа разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, от применяемой и технологии добычи, технологических режимов работы (температура, давление, скорость движения жидкости, структура потока, состояние поверхности металла трубопроводов.), сбора и транспорта нефти на промыслах, а также от периода разработки, в котором находится эксплуатируемое месторождение.

Таблица 3– Основные физико-химические характеристики нефтешлама в месторождений Жетыбай

Наименование показателя	Результат испытаний	Метод испытания
Содержание воды, мас. %	38.9	ГОСТ 2477
Содержание механических примесей, мас. %	37.8	ГОСТ 6370
Содержание хлористых солей, мг/л	2339.4	ГОСТ 21534
Содержание парафина, мас. %	22.5	ГОСТ 11851
Содержание смол, мас. %	8.4	ГОСТ 11851
Содержание асфальтенов, мас. %	0.5	ГОСТ 11851

По результатам анализа (таблица 3) было установлено, что массовое содержание воды в нефтешламе месторождения Жетибай почти 39 мас. %, механических примесей в нефтешламе характеризуется высоким содержанием – 37.8 мас. %. Суммарное содержание смолисто-асфальтеновых компонентов составляет 8.9 мас. %. По результатам анализа видно, что оба нефтешлама по составу похожи на высокопарафинистые

нефти. На основе проведенных анализов нефтешламов установлено, что в них имеется значительное количество нефтепродуктов, которые представляет перед собой в основном тяжелые фракции нефти. Согласно полученным данным, основными составляющими нефтешлама являются устойчивая трехкомпонентная система (твердые частицы, масло, вода). Это говорит, что при разных условиях и источниках накопления нефтешламов, в результате их хранения и происходящих при этом физико-химических процессах происходит постепенное усреднение состава и свойств шламов.

Методика приготовления лабораторных образцов полимерно-битумных вяжущих: в битум, нагретый в реакторе до 175-180 °С добавляем определенное количество нефтешлама от 20 до 40 мас. % от массы битума, полимерного отхода от 0.5 до 3 мас. % от массы битума и модификатора затем смешиваем в течении 3 часов со скоростью 1000 оборотов в минуту. После остывания образцов были определены их физико-механические показатели.

3. Результаты и обсуждение

В таблицах 4 и 5 приведены физико-механические характеристики полученных образцов модифицированных битумов с модификатором СБС в количестве 5 мас. % и нефтешламами месторождений Узень (УНШ) и Жетибай (ЖНШ) в различных соотношениях. Полимер СБС применялся в качестве добавки для лучшего смешения нефтешламов с битумом.

Как видно из таблицы 4 с уменьшением количества нефтешлама наблюдается повышение, затем снижение глубины проникания иглы при 25 °С. С увеличением содержания нефтешлама растяжимость полимер-битумных вяжущих (ПБВ) понижается. Размягчение битумных вяжущих по КиШ уменьшается при содержании 35 % нефтешлама, затем резко повышается. Результаты испытаний показали, что из полученных образцов модифицированных битумов с нефтешламом из месторождений Узень при содержании 40 % соответствует фактическим показателям требованиям по ТУ ПБВ 40. Вяжущее с содержанием 20 % нефтешлама по показателям технически удовлетворяет требования ТУ на ПБВ 90.

Таблица 4– Физико-механические характеристики модифицированных битумов с нефтешламом месторождений Узень

Наименование показателя	ПБВ с добавкой УНШ					ПБВ 40	ПБВ 90
	40 %	35 %	30 %	25 %	20 %		
Температура размягчения, °С	59	46	58	63	71	Не менее 56	Не менее 51
Пенетрация, 0,1 мм	40	96	100	86	87	40	90
Растяжимость при 25 °С, см	14	17	27	24	30	Не менее 15	Не менее 30

Нефтьшлам месторождений Жетибай (ЖНШ) представляет собой малоподвижную массу с высоким содержанием парафинистых углеводородов. Результаты анализа показывают, что увеличение содержания, добавляемого нефтьшлага более 30 % по отношению к битуму, не привело к положительным результатам (Таблица 5). Вяжущее с содержанием 25 % нефтьшлага по показателям технически удовлетворяет требования ТУ на ПБВ 60. Как показывают табличные данные, с увеличением количества добавляемого нефтьшлага температура размягчения незначительно повышается, но затем при добавке 15-20 % снижается. Глубина проникновения иглы при 25 °С битумных вяжущих понижается, но затем при добавке 20 % повышается. Растяжимость полученных образцов достигает максимального значения при добавлении 20 % нефтьшлага. Вяжущее, с содержанием менее 15 % нефтьшлага по техническим показателям, соответствует нормативным значениям ПБВ 40.

Эти данные вероятно, обусловлено протеканием процессов структурирования битума, вызванных взаимодействием парафино-нафтеновых углеводородов с полимерной составляющей нефтьшлага. Высокое содержание механических примесей в составе нефтьшлага не повлияло на физико-механические характеристики битумного вяжущего, так как механические примеси представлены в основном в виде естественной атмосферной пыли, который образовался под действием природных ветер. Но повышенное содержание нефтьшлага более 30 % может привести к набуханию полимеров и разрушению структурирования битума в углеводородных растворителях. Необходимо отметить, что минимальные значения растяжимости битумов с увеличением содержания нефтьшлага свидетельствуют о наличии в готовом продукте парафиновых соединений. Повышение содержания нефтьшлага приводит к образованию наиболее прочной коллоидной системы битума.

Таблица 5– Физико-механические характеристики модифицированных битумов с нефтьшлагом месторождений Жетибай

Наименование показателя	Температура размягчения, °С	Пенетрация, 0,1 мм	Растяжимость при 25 °С, см	
Массовое содержание ЖНШ	5 %	54	49	21
	10 %	67	45	17
	15 %	53	40	22
	20 %	57	79	27
	25 %	73	61	20
	30 %	74	57	13
	35 %	78	51	9
	40 %	85	46	8
Требования по ТУ ПБВ 40	Не менее 56	40	Не менее 15	
Требования по ТУ ПБВ 60	Не менее 54	60	Не менее 25	

Далее проведены исследования с применением жидкого полимерного модификатора на основе стирол-бутадиеновой дисперсии (Butonal). Данный применяемый модификатор используются для улучшения свойств битума, битумных эмульсий и асфальтобетона. Модификатор относится к классу термоэластопластов типа SBR (StyreneButadieneRubber), содержание которого 63-71% от общей массы полимера. Физико-механические характеристики модифицированных битумов нефтешламами с модификатором Butonal приведены в таблице 6.

Таблица 6 характеризует битумные вяжущие, модифицированные модификатором Butonal при содержании 1 % удовлетворяет требования ТУ ПБВ 90 и улучшает физико-механические характеристики получаемого продукта. Увеличение содержание модификатора привело к уменьшению температуры размягчения до 40 °С, а глубина проникновения иглы увеличился до 194 при температуре 25 °С.

Таблица 6– Физико-механические характеристики модифицированных битумов с нефтешламом месторождений Узень и модификатором Butonal

Наименование показателя	Соотношение, мас. %: Битум/УНШ/Butonal					ПБВ 90
	75/25/5	70/30/3	70/30/1	80/20/3	80/20/1	
Температура размягчения, °С	47	42	45	40	71	Не менее 51
Пенетрация, 0,1 мм	157	194	165	107	103	90
Растяжимость при 25 °С, см	48	46.5	33	85	35.5	Не менее 30

Результаты анализа позволяет предположить, что присутствие модификатора в битуме препятствует прочному сцеплению битума с парафиновыми углеводородами и сформировать золь-гелевую структуру битума.

В таблице 7 показаны результаты анализа модифицированных битумов с нефтешламом из месторождений Жетибай и модификатором Butonal. Ранее из-за плохой совместимости модификатора Butonal с нефтешламом месторождений Узень исследования проводили в соотношении Битум/нефтешлам (80/20) в различном содержании модификатора Butonal. Из таблицы 13 видно, что в соотношении Битум/нефтешлам (80/20) в 3 % содержании модификатора модифицированный битум почти удовлетворяет требования ТУ ПБВ 90.

Таблица 7– Физико-механические характеристики модифицированных битумов с нефтешламом месторождений Жетибай и модификатором Butonal

Наименование показателя	Соотношение, мас. %: Битум/ЖНШ/Butonal			ПБВ 90
	80/20/5	80/20/3	80/20/1	
Температура размягчения, °С	57	46	42	Не менее 51
Пенетрация, 0.1 мм	80	88	107	90
Растяжимость при 25 °С, см	61	86,5	142	Не менее 30

Из проведенного лабораторного исследования установлено, что можно применять нефтешламы в качестве наполнителя при модификации битумов. В нескольких образцах показано повышение качества смеси, увеличивается прочность, кроме того решаются экологические вопросы по утилизации отходов нефтепроизводства с наименьшими экологическими нагрузками на окружающую среду.

4. Заключение

По результатам исследования можно сделать вывод, что в качестве заменителя компонента битумного вяжущего, нефтешлам применим для модификации битумов только при присутствии полимерного модификатора. У всех образцов снижается температура размягчения и растяжимость, повышается глубина проникновения иглы (свыше 20 мас. % нефтешлама в образце, битумное вяжущее ведет себя нестабильно, который приведет к волатильности показателей). В некоторых случаях добавление нефтешламане дает каких-либо улучшений эксплуатационных свойств полимер-битумного вяжущего. При применении нефтешламов необходим тщательный анализ группового состава, содержания механических примесей и металлов, очистка нефтешлама от воды, если использовать его при непосредственной модификации битумов.

Установлено, что наиболее подходящим с точки зрения содержания различных примесей является образец нефтешлама месторождения Узень, так как сниженное содержание воды и механических примесей облегчает первичную подготовку нефтешлама к компаундированию с битумом. Использование нефтешламов месторождения Жетібай без предварительной подготовки приводит к набуханию битумного вяжущего. Поэтому предлагается предварительная очистка нефтешлама от воды.

По результатам исследования были определены оптимальные соотношения и физико-механические характеристики модифицированных битумов нефтешламами. Для производственных процессов предлагается следующая рецептура добавлением нефтешлама: 20 мас. % нефтешлама, 5 % СБС модификатора или 1 % Butonal, остальное битумная масса.

МҰНАЙ ӨНЕРКӘСІПТІК ҚАЛДЫҚТАРМЕН БИТУМДЫ МОДИФИКАЦИЯЛАУ

Е.И. Иманбаев^{1}, Е.К. Оңғарбаев^{1,2}, Е.А. Аққазин^{1,2}, А.Ч. Бусурманова³,
А.Н. Боранбаева³, А.Ш. Аккенжеева³*

¹Жану проблемалар институты, Алматы, Қазақстан

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

³Ш.Есенов атындағы Каспий технологиялар және инженеринг университеті, Ақтау, Қазақстан

*E-mail: erzhan.imanbayev@mail.ru

Түйіндемe. Кіріспе. Зерттеу тақырыбы бойынша әдебиеттерге шолу битумды модификациялауда мұнайлы қалдықтарды пайдалану бойынша жұмыстың көп жүргізілмейтінін көрсетті. Битумды модификациялаудың көптеген әдістеріне мақсатты өнімді алу үшін ауыр мұнайқалдықтарын

тотықтыру және оны дайын битуммен әрі қарай біріктіру жатады. Мұнай қалдығы ретінде мұнайшламын сақтайтын резервуарлардағы ескі мұнай шламы пайдаланылды. Мұнай шламы сусыздандырудың мөлшері 5 мас. % аспауы керек және 16.4 мас. % аспайтын құрамдағы механикалық қоспаларды бөлу арқылы дайындалады, *Жұмыс мақсаты*. Зерттеудің негізгі мақсаты – мұнайшламын кәдеге жарату үшін мұнай битумын өндірістік қалдықтармен модификациялау технологиясын жасау және модификацияланған битумын физика-химиялық, реологиялық сипаттамаларын ақсарту мүмкіндігін көрсету. *Жұмыс нәтижелері*. Битумды модификациялау процесінде модификацияланған битумын физика-химиялық сипаттамалары зерттелді. Маңғыстау облысының Өзен және Жетібай мұнайкен орындарының мұнайшламының құрамында мұнайдың ауырқалдықтарының едәуір мөлшері мен механикалық қоспалардың аз мөлшері бар екені анықталды. Жүргізілген зертханалық зерттеулерінің нәтижесінде мұнайшламын битумды модификациялауда толтырғыш ретінде пайдалануға болатыны анықталды. *Қорытынды*. Пайдаланылған мұнайшламын механикалық қоспаларды кетірмей, битумды негізді модификатор ретінде пайдалануға болады. Полимер-битум композициялары дайындалды және полимер-битум байланыстырғыштарын дайындау процесінің оңтайлы параметрлері анықталды.

Түйінді сөздер: мұнай битумы, мұнай шламы, модификация, өндірістік қалдықтарды кәдеге жарату, модификаторлар

<i>Ержан Иманбайұлы Иманбаев</i>	<i>PhD, Қауымдастырылған профессор, аға ғылыми қызметкер</i>
<i>Ердос Калимуллаұлы Оңғарбаев</i>	<i>Химия ғылымдарының докторы, профессор, зертхана меңгерушісі</i>
<i>Ержан Әсетұлы Акказин</i>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты, доцент м.а., аға ғылыми қызметкер</i>
<i>Аккенже Чаншарқызы Бусурманова</i>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты, доцент м.а.</i>
<i>Асия Нұрлыбайқызы Боранбаева</i>	<i>магистр, докторант</i>
<i>Анар Шынабайқызы Аккенжеева</i>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты, доцент м.а.</i>

Список литературы:

1. Боковикова Т.Н., Шпербер. Е.Р. Использование нефтешламов при строительстве дорог. *Экология и промышленность России*, **2010**, № 4, 34-35.
2. Дикинис А.В., Илларионов А.В., Шилов Д.В. Аспекты выбора технологий обезвреживания и утилизации опасных отходов. *Экология и промышленность России*, **2010**, № 11, 52-55.
3. Иманбаев Е.И., Боранбаева А.Н., Серикбаева А.К., Бусурманова А.Ч., Аккенжеева А.Ш. Получение битумов с применением промышленных нефтяных шламов. *Технологии нефти и газа*, **2022**, № 1, 46-48. <https://doi.org/10.32935/1815-2600-2022-138-1-46-48>
4. Интернет ресурс: <https://kazpravda.kz/n/prevrashchaya-othody-v-dohody-32/>
5. Karami E., Behbahani T.J. Upgrading Iranian petroleum sludge using polymers. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, **2018**, vol. 8, 1319-1324. <https://doi.org/10.1007/s13202-017-0416-1>
6. Bary E.M.A., Farag R.K., Ragab A.A., Abdel-Monem R.M., Abo-Shanab Z.L., Saleh A.M.M. Greenasphalt construction with proved stability and dynamic mechanical properties. *Polymer Bulletin*, **2020**, Vol. 77, 1729-1747. <https://doi.org/10.1007/s00289-019-02821-z>
7. Al-Jumaili M.A.H. Sustainability of asphalt paving materials containing different waste materials. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, **2018**, Vol. 454, 12176. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/454/1/012176>
8. Da Silva L.J., Alves F.C., de França F.P. A review of the technological solutions for the treatment of oily sludges from petroleum refineries. *Waste Management & Research*, **2012**, Vol. 30 (10), 1016-1030. <https://doi.org/10.1177/0734242X12448517>
9. Юшков Б.С., Минзуренко А.А. Оприменении отходов нефтяной отрасли в дорожном строительстве. *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*, **2010**, № 6, 41-45.

10. Hago A.W., Hassan H.F., Al Rawas A., Taha R., Al-Hadidi S. Characterization of concrete blocks containing petroleum-contaminated soils. *Construction and Building Materials*, **2007**, Vol. 21(5), 952-957. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2006.04.006>

References

1. Bokovikova T.N., Shperber. E.R. Ispol'zovanie nefteshlamov pri stroitel'stve dorog. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, **2010**, No. 4, 34-35.
2. Dikinis A.V., Illarionov A.V., Shilov D.V. Aspekty vybora tehnologii obezvrejivaniya i utilizacii opasnyh othodov. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, **2010**, No. 11, 52-55.
3. Imanbayev E.I., Boranbayeva A.N., Serikbayeva A.K., Busurmanova A.CH., Akkenjeyeva A.SH. Poluchenie bitumov s primeneniem promyshlennyh neftyanyh shlamov. *Tehnologiynefti i gaza*, **2022**, No. 1, 46-48. <https://doi.org/10.32935/1815-2600-2022-138-1-46-48>
4. Internetresurs: <https://kazpravda.kz/n/prevrashchaya-othody-v-dohody-32/>
5. Karami E., Behbahani T.J. Upgrading Iranian petroleum sludge using polymers. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, **2018**, vol. 8, 1319-1324. <https://doi.org/10.1007/s13202-017-0416-1>
6. Bary E.M.A., Farag R.K., Ragab A.A., Abdel-Monem R.M., Abo-Shanab Z.L., Saleh A.M.M. Greenasphalt construction with improved stability and dynamic mechanical properties. *Polymer Bulletin*, **2020**, vol. 77, 1729-1747. <https://doi.org/10.1007/s00289-019-02821-z>
7. Al-Jumaili M.A.H. Sustainability of asphalt paving materials containing different waste materials. *IOP Conferenc eSeries: Materials Science and Engineering*, **2018**, vol. 454, 12176. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/454/1/012176>
8. Da Silva L.J., Alves F.C., de França F.P. A review of the technological solutions for the treatment of oily sludges from petroleum refineries. *Waste Management & Research*, **2012**, vol. 30 (10), 1016-1030. <https://doi.org/10.1177/0734242X12448517>
9. Yushkov B.S., Minzurenko A.A. O primeneni othodov neftyanoi otrasli v dorojnom stroitel'stve. *Zaschita okrujayuschei sredy v neftegazovom komplekse*, **2010**, No. 6, 41-45.
10. Hago A.W., Hassan H.F., Al Rawas A., Taha R., Al-Hadidi S. Characterization of concrete blocks containing petroleum-contaminated soils. *Construction and Building Materials*, **2007**, Vol. 21(5), 952-957. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2006.04.006>

POTENTIAL OF IMIDAZOLE-CONTAINING DERIVATIVES FOR PRACTICAL APPLICATION (Review)

A.B. Kaldybayeva ^{1,2}, K.D. Praliyev ¹, A. Sergazy ², A.E. Malmakova ¹, V.K. Yu ¹

¹JSC «A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences», Almaty, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: altin_28.94@mail.ru

Abstract. *Introduction.* The imidazole ring is becoming a popular structural fragment in synthetic pharmaceuticals, being an ionizing and aromatic component, which activates pharmacokinetic properties. The imidazole cycle is present in many antiprototic, antifungal and antihypertensive drugs, antibiotics and others. These structures are effective against various strains of microorganisms. The imidazole block is contained in the anticancer drug mercaptopurine, which has an effect by interfering with the DNA activity in the treatment of leukemia. *Purpose:* to review imidazole derivatives with various types of physiological and/or other actions published in the scientific literature over the last twenty years. *Objects of research:* imidazole derivatives. *Results.* An imidazole fragment is contained in a large number of natural products and clinically active drug molecules. Most of the publications relate to the study of the therapeutic possibilities of new structures of the class of imidazole derivatives for medical use. However, the potential of imidazole-containing molecules is not limited only to BAS, their other properties are interesting, in particular such one as corrosion inhibition. *Conclusion:* The introduction of a highly active imidazole fragment into an organic molecule stimulated the appearance of notable achievements in the field of chemotherapeutic and antibacterial agents. The active synthetic search for highly active imidazole compounds continues not only in the field of biologically active compounds, but also as the potential anticorrosive and other agents.

Keywords: imidazole derivatives, biological activity, antiviral, antifungal, anti-inflammatory, analgesic, anticancer activity

<i>Kaldybayeva Altynay Bekbolkyzy</i>	<i>Ph.D., Researcher, Lecturer, E-mail: altin_28.94@mail.ru</i>
<i>Praliyev Kaldybay Djailovich</i>	<i>Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, E-mail: praliyevkd@mail.ru</i>
<i>Sergazy Aida</i>	<i>Student, E-mail: sergazyaida@gmail.com</i>
<i>Malmakova Aigul Yerbosynovna</i>	<i>Ph.D., Leading Researcher, E-mail: malmakova@mail.ru</i>
<i>Yu Valentina Konstantinovna</i>	<i>Deputy Head of the laboratory, Doctor of Chemical Sciences, Professor acting, E-mail: yu_vk@mail.ru</i>

Citation: Kaldybayeva A.B., Praliyev K.D., Sergazy A., Malmakova A.E., Yu V.K. Potential of imidazole-containing derivatives for practical application (Review). *Chem. J. Kaz.*, **2023**, 2(82), 58-78. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.14>

ПОТЕНЦИАЛ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПРИМЕНИМОСТИ ИМИДАЗОЛСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ (Обзор)

А.Б. Калдыбаева^{1,2}, К.Д. Пралиев¹, А. Сергазы², А.Е. Малмакова¹, В.К. Ю¹

¹АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

E-mail: altin_28.94@mail.ru

Резюме. *Введение.* Имидазолное кольцо становится популярным структурным фрагментом в синтетических фармацевтических препаратах, являясь ионизирующим и ароматическим компонентом, которое активирует фармакокинетические свойства. Имидазольный цикл присутствует во многих антипротозойных, противогрибковых и гипотензивных препаратах, антибиотиках и других. Данные структуры эффективны против различных штаммов микроорганизмов. Имидазольный блок содержится в противоопухолевом препарате меркаптопурин, оказывающим действие путем вмешательства в активность ДНК при лечении лейкемии. *Цель.* Провести обзор производных имидазола с различными типами физиологического и/или другого действия, опубликованных в научной литературе за последнее двадцатилетие. *Объекты исследования* производные имидазола. *Результаты.* Фрагмент имидазола содержится в большом количестве натуральных продуктов и клинически активных молекул лекарственных средств. Большая часть публикаций относится к исследованию терапевтических возможностей новых структур класса производных имидазола для медицинского применения. Однако, потенциал имидазол-содержащих молекул не ограничивается только биологической активностью; интересны другие их свойства, в частности, такие как ингибирование коррозии. *Заключение.* Внедрение высокоактивного имидазольного фрагмента в органическую молекулу стимулировало появление заметных достижений в области химиотерапевтических и антибактериальных средств. Активный синтетический поиск высокоактивных имидазольных соединений продолжается не только в области биологически активных соединений, но и как потенциальных противокоррозийных и других средств.

Ключевые слова: производные имидазола, биологическая активность, противовирусная, противогрибковая, противовоспалительная, обезболивающая, противораковая активность

<i>Калдыбаева Алтынай Бекболқызы</i>	<i>PhD, научный сотрудник, преподаватель</i>
<i>Пралиев Калдыбай Джайлович</i>	<i>Академик Национальной академии наук Республики Казахстан</i>
<i>Сергазы Аида</i>	<i>Студент</i>
<i>Малмакова Айгуль Ербосыновна</i>	<i>PhD, ведущий научный сотрудник</i>
<i>Ю Валентина Константиновна</i>	<i>Исполняющий обязанности заведующего лабораторией, доктор химических наук, профессор</i>

1. Введение

Биологически значимые молекулы, включая большое число лекарственных средств, имеют в своем составе гетероциклический фрагмент. Часто присутствие гетероатомов и/или функционально-замещенных групп придает преимущественную специфичность их биологическим свойствам. Химия гетероциклических соединений и изучение их биодействия представляет перспективную научную область исследований, а имидазол является одним из компонентов, который

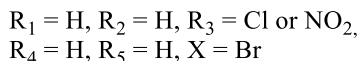
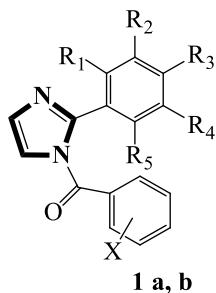
привлекает внимание ученых из-за его растущего потенциала для медицинской химии [1].

В настоящем обзоре предпринята попытка собрать и проанализировать информацию за период последнего двадцатилетия по биологически активным производным имидазола.

2. Биологические свойства производных имидазола

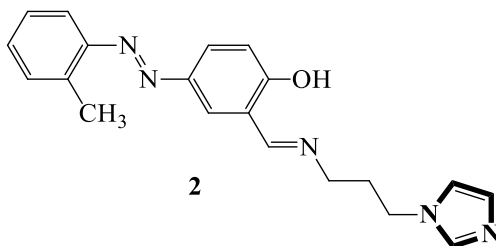
2.1 Новые производные имидазола с противовирусной и противогрибковой активностью

Sharma D. и коллеги синтезировали (замещенный фенил)-[2-(замещенный фенил)имидазол-1-ил]метаноны (1 a, b) и провели скрининг против вирусных штаммов. В соответствии с полученными результатами биоскрининга 1 a, b выбраны в качестве сильнейших противовирусных средств [2].



1 a, b

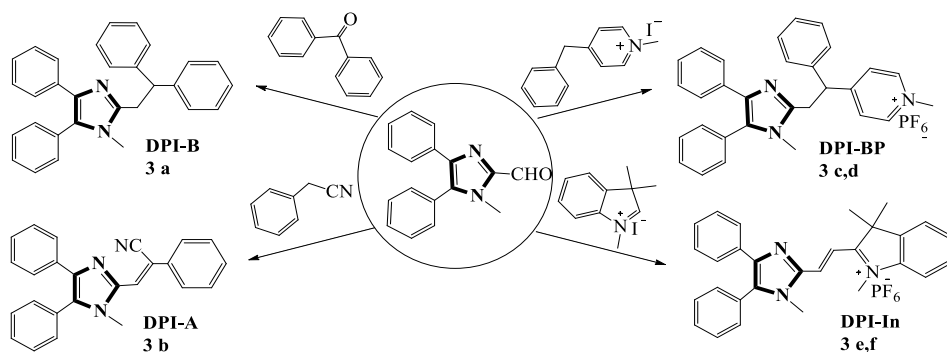
В работе [3] при оценке противогрибковой активности производных имидазола показан высокий результат способности лиганда (2) ингибировать рост грибов *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus* и *Scedosporium apiospermum*. Стоит отметить, что 2 обладает высокой активностью в отношении *Candida albicans* даже при концентрации 0,1 мкг/мл, что в 10 раз ниже контрольной концентрации противогрибкового amphotericin B. (1 мкг/мл).



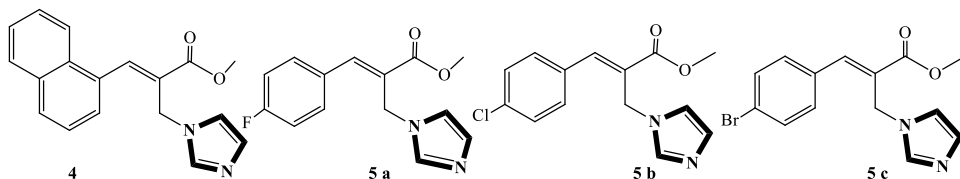
2

С учетом биологической безопасности для противогрибковых исследований производных имидазола в качестве репрезентативных видов, авторами [4] выбраны непатогенные грибы и дрожжи. Исследования

проведены путем мониторинга изменений оптической плотности (OD) дрожжей, инкубированных с четырьмя производными имидазола DPI-B, DPI-A, DPI-ВР и DPI-In (3 a-f) в водной фазе. Благодаря наличию фрагмента пиридиния в DPI-ВР производные (3 с, d) благоприятствуют митохондриям для получения изображений специфических органелл с высоким разрешением. DPI-In (3 e, f) является наиболее мощным противогрибковым средством среди исследованных структур, демонстрируя лучшую эффективность, чем коммерчески доступный противогрибковый препарат миконазол [4].

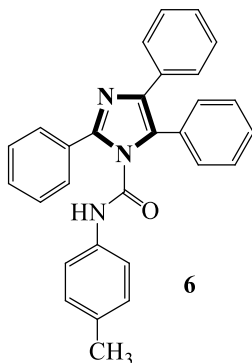


Авторами [5] активность производных имидазола (4, 5 а-с) против грибка *Cryptococcus neoformans* изучалась дисковым методом Кирби-Бауэра, который дает быструю и качественную информацию по биологической активности молекул. Согласно результатам исследования, все производные (4, 5 а-с) могли быть активными в области значений торможения (1-3,7 см) от хороших до средних (1 см означает, что торможения не было). Дополнительно для 4, 5 а-с определены значения минимальной концентрации ингибирования (МКИ).



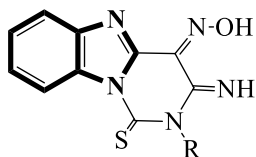
Синтезирован новый ряд производных 2,4,5-трифенил-1H-имидазол-1-ила и протестирована *in vitro* их фармакологическая активность с использованием клотримазола (противогрибковая), ципрофлоксацина (противомикробная) и фенилбутазона (противовоспалительная) в качестве стандартных препаратов сравнения. Все производные протестированы на активность в отношении грибов *Candida albicans*, а также микроорганизмов *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli* при этом соединение (6)

показало наибольшую активность. Установлено, что соединение (6), при концентрации 100 мг/кг, представляет 76,11 % ингибирования объема отека крысиной лапы через 4 часа, тогда как стандартный препарат фенилбутазон в это время показал 85,07 % ингибирования объема отека крысиной лапы [6].



2.2 Противовоспалительные и обезболивающие производные имидазола и бензимидазола

Обнаружено, что новые производные пиридино [1,6-а] бензимидазола и пиридиноимидазо [4,5-б] пиридина являются сильными противовоспалительными и обезболивающими средствами. Соединение (7 а) показало наибольшую противовоспалительную и обезболивающую активность, а производное (7 б) оказалось наиболее активным противомикробным средством [7].

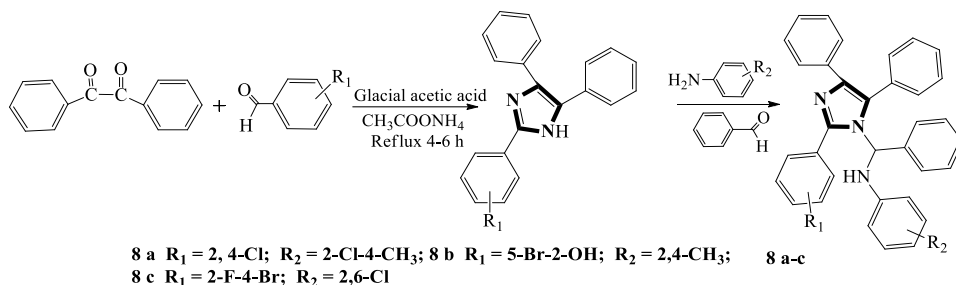


7 а R = C₆H₄Cl

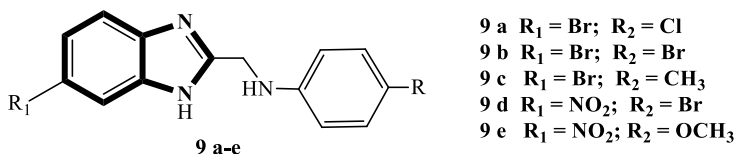
7 б R = C₂H₅

7 а, б

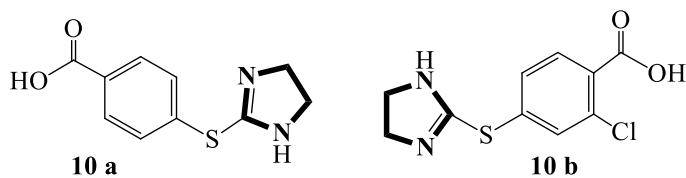
Производные по аминогруппе N-[(2-замещенного фенил)-4,5-дифенил-1H-имидазол-1-ил](фенилметил)амин (8 а-с) синтезированы из производных 2-замещенного 4,5-дифенилимидазола, исходя из бензила и ароматического альдегида [8]. Синтезированные соединения проверены на анальгетическую и противовоспалительную активность на крысах методами горячей пластинки (55 ± 0,5 °C) и введением каррагинана (0,1 мл 2 % мас./об.). Оказалось, что 8 а-б продемонстрировали противовоспалительную активность, в то время как 8 а-с показали хороший анальгетический эффект при концентрации 50 мг/кг массы тела. В качестве стандартного препарата были использованы диклофенак натрия (противовоспалительная) и нимесулид (анальгетическая).



Показано [9], что серия производных 2-метиламинобензимидазола (9 а-е), в частности (9 а), показала хороший анальгетический эффект по сравнению со стандартным препаратом нимесулидом.



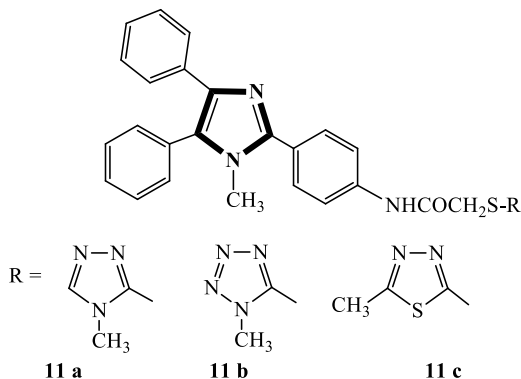
Новые имидазолы были синтезированы и оценены на противовоспалительную и обезболивающую активность. Противовоспалительную активность новых соединений определяли по вызванному каррагинаном отеку задней лапы с использованием индометацина в качестве стандарта, а анальгетическую активность оценивали методом горячей пластины; было обнаружено, что в программе iGEMDOCK соединения (10 а) и (10 б) хорошо сочетаются с белком циклооксигеназой (ЦОГ-1) [10].



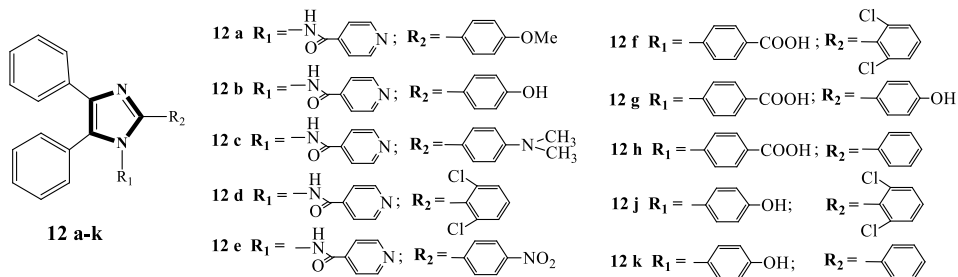
2.3 Производные имидазола, обладающие противораковой и противотуберкулезной активностью

Özkay Y., Iskar I., Incesu Z., Akalin G.E. доказали, что производные имидазола-(бенз)азола и имидазолаэпиперазина (11 а-с) проявляют противоопухолевую активность в отношении клеток HT-29 и MCF-7 в диапазоне концентраций 0,64–80 мг/мл. Исследование проводили с методом межрегиональным транзиттелеком (МТТ) и с применением цисплатина как

стандарта. Значение IC_{50} 11 а-с составляет 10.7-3.2, 1.6-4.5, 2.7-3.2 мкг/мл против клеток HT-29 и MCF-7, соответственно [11].

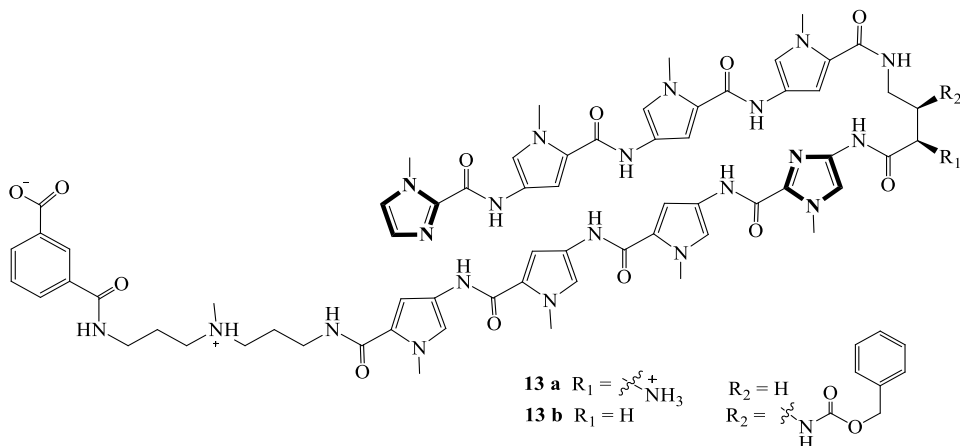


Десять арилимидазолов **12 (a-k)** с химиотерапевтическими фармакофорами синтезированы и проведена оценка их антибактериальной и противоопухолевой активности. Оказалось, что эти соединения обладали хорошим действием против бактерий *Klebsiella pneumoniae* и *Escherichia coli* в концентрациях 8-16 мкг/мл. Кроме того, описанные производные имидазола проявили выраженную цитотоксическую активность на клетках *Ehrich Ascites Carcinoma (EAC)* и *Dalton Lyphoma Ascites (DLA)*. Соединение (**12 c, e**) вместе со CTC_{50} (*Common toxicity criteria 50*) со значением 500 и 489,34 мкг/мл показало наилучшие результаты против рака клеток *EAC* и *DLA* в дозировке 98,56 и 31,25 мкг/мл [12].

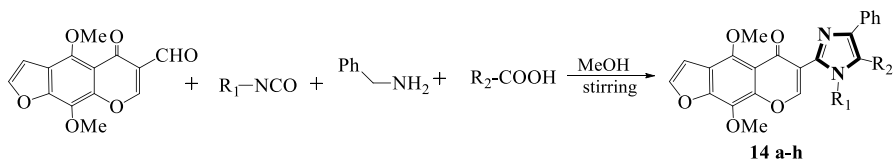


В следующей работе [13] полиамиды (**13 a, b**), связывающие с малой бороздкой, точнее с более узкой из двух борозд в двойной спирали ДНК шпильку (последовательность нуклеотидов) пиррол-имидазол (Py-Im), препятствовали активности РНК-полимеразы II (RNAP2) в культуре клеток. Обработка клеток с полиамидами активировала передачу сигналов p53 в клетках рака предстательной железы LNCaP без заметного повреждения ДНК и при этом проявляли противоопухолевую активности в модели

ксенотрансплантата опухоли предстательной железы с ограниченной токсичностью со значением IC_{50} 7.0 ± 2.8 мкМ.



Полученные производные фуохрома и оксазоцина оценены на активность на двух линиях клеток человека - против гепатоцеллюлярной карциномы (Нер G2) и рака молочной железы (MCF7). Результаты показали, что производные фуохрома (**14 a-h**) активны против MCF7 по сравнению со стандартным препаратом доксорубицином [14]. Кроме того, молекулярная стыковка новых производных фуохрома и оксазоцина показала хорошую корреляцию со своими биологическими результатами при изучении характера их связывания и близости к активному сайту EGFR (PDB ID:5CAV) методом молекулярного докинга с использованием программы MOE 2008.10.

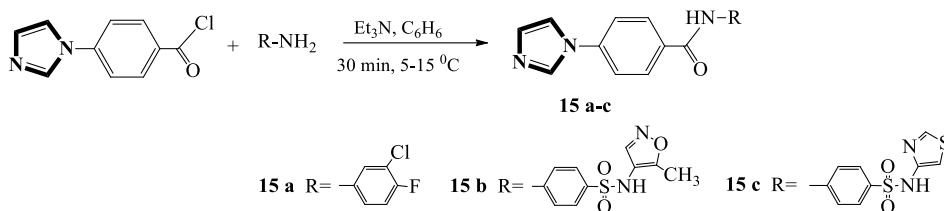


- 14 a** $R_1 = R_2 = \text{Ph}$; **14 b** $R_1 = \text{C}_6\text{H}_{11}$, $R_2 = \text{Ph}$
14 c $R_1 = \text{Ph}$, $R_2 = 4\text{-NH}_2\text{-C}_6\text{H}_4$; **14 d** $R_1 = \text{C}_6\text{H}_{11}$, $R_2 = 4\text{-NH}_2\text{-C}_6\text{H}_4$
14 e $R_1 = \text{Ph}$, $R_2 = 4\text{-NO}_2\text{-C}_6\text{H}_4$; **14 f** $R_1 = \text{C}_6\text{H}_{11}$, $R_2 = 4\text{-NO}_2\text{-C}_6\text{H}_4$
14 g $R_1 = \text{Ph}$, $R_2 = \text{C}_5\text{H}_4\text{N}$; **14 h** $R_1 = \text{C}_6\text{H}_{11}$, $R_2 = \text{C}_5\text{H}_4\text{N}$

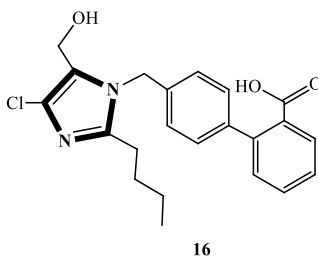
2.4 Имидазолсодержащие производные с антимикробным и антибактериальным действием

Функционализацией различных анилинов и сульфаниламидов синтезированы производные 1-замещенного имидазола и испытаны на противоопухолевую и противомикробную активность. Соединение (**15 a**) показало высокую противоопухолевую, соединение (**15 b**) -

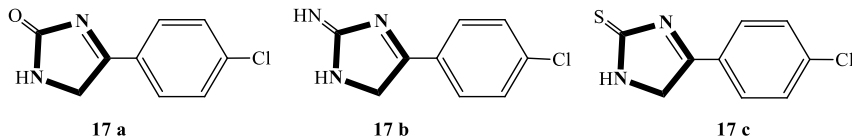
противогрибковую, а соединение (**15 c**) - антибактериальную активность [15].



Найдено, что 4'-{(2-Бутил-4-хлор-5-(гидроксиметил)-4,5-дигидро-1-[(4-хлор-5-(гидроксиметил)-4,5-дигидро-1*H*-имидазол-1)-ил]метил}бифенил-2-карбоновая кислота (**16**) в концентрации 100 мкг/мл в питательной агаризованной среде обладает антибактериальной активностью в отношении *Staphylococcus aureus* и *Bacillus subtilis* [16].

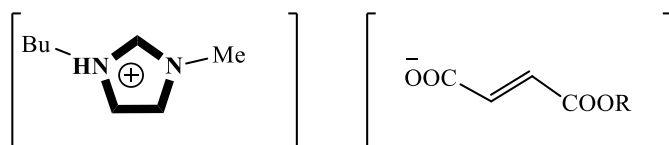


Синтезированы соединения (4-хлорфенил)-1*H*-имидазол-2(5*H*)-он/имин/тион (**17 a-c**) и оценена их антимикробная активность [17]. Производные изучены в отношении микробов *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Proteus vulgaris*. Оказалось, что *Proteus vulgaris* проявлял чувствительность практически ко всем синтезированным гетероциклам, тогда как в отношении *Staphylococcus aureus* наблюдалась низкая чувствительность. Установлено, что производные имидазола обладают хорошей активностью в отношении *Escherichia coli* и умеренной - в отношении *Salmonella typhi*.



Антимикробные свойства фумаратных анионных производных имидазола [BMIM] [MRF] (**18 a-d**) изучали на дрожжах *Saccharomyces cerevisiae*, положительном штамме *Bacillus subtilis* и отрицательном штамме *Escherichia coli*, оценивая активность путем измерения диаметра зоны

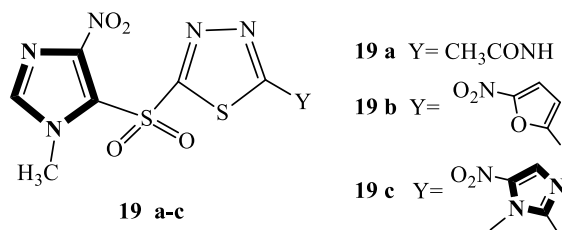
ингибирования роста штаммов микроорганизмов. Показано, что [BMIM][MRF] (**18 a-d**) был более активен, чем коммерчески доступный сорбат калия (диаметр зоны <9,2 мм для всех протестированных штаммов). Производные с другими анионами (хлорид, оксалат, малеат и тартраты), как и ожидалось, тестируемые штаммы не проявляли чувствительность к ним [18].



18 a-c [BMIM][MRF]

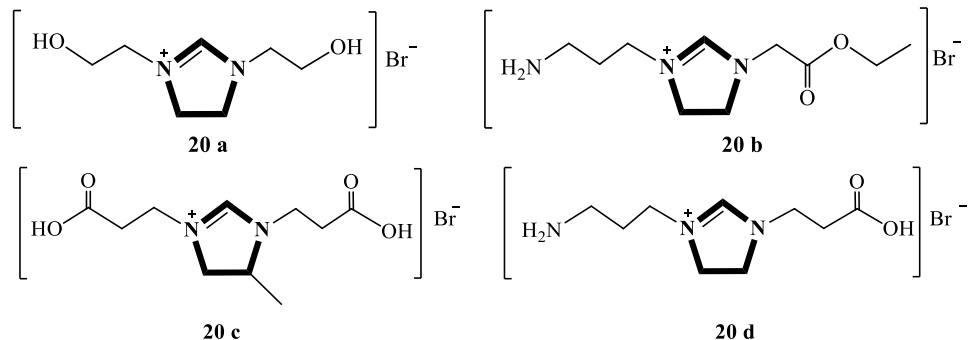
18 a R = CH₃; **18 b** R = (CH₂)₃CH₃; **18 c** R = (CH₂)₇CH₃; **18 d** R = (CH₂)₁₁CH₃

В работе [19] описана активность производных (**19 a-c**) против грамположительных (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*) и грамотрицательных бактерий (*Kelebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*), которая определялась методом разбавления. Соединения (**19 b**) и (**19 c**) показали более высокую активность против грамположительных бактерий по сравнению с грамотрицательными в дозах 2-8 мкг/мл и 8-16 мкг/мл, но уступали таковой у эталонного препарата норфлоксацина. Производное (**19 a**) не проявляло заметной антибактериальной активности.

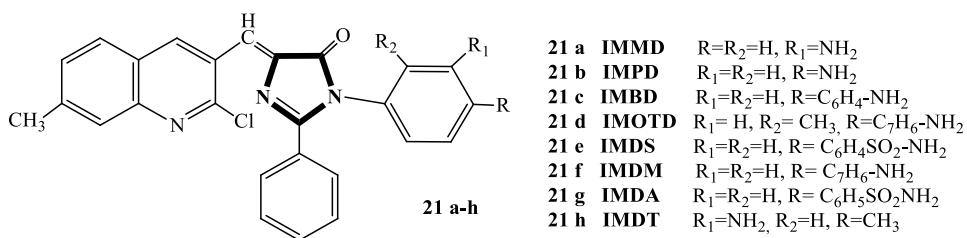


Uluçam G. и его коллеги [20] определяли биологическую активность солей имидазолсодержащих производных (**20 a-d**) *in vitro* на бактериях и некоторых линиях раковых клеток методом разбавления в соответствии с рекомендациями Института клинических и лабораторных стандартов [21]. Бромид 1,3-бис(2-гидроксиэтил)имидазолидиния (**20 a**) и бромид 3-(2-этокси-2-оксоэтил)-1-(3-аминопропил)-1*H*-имидазолидиния (**20 b**) показали эффективность против *Bacillus cereus* American Type Culture Collection (ATCC 11778) при концентрации 1,6 мкМ (значение IC₅₀ составило 17 и 29 мкМ против *Bacillus cereus*), в то время как 1,3-бис(2-карбоксиэтил)-4-метил-1*H*-имидазол-3-иум бромид (**20 c**) был эффективен в отношении линии раковых клеток (*HeLa*) шейного отдела человека, а 3-(2-

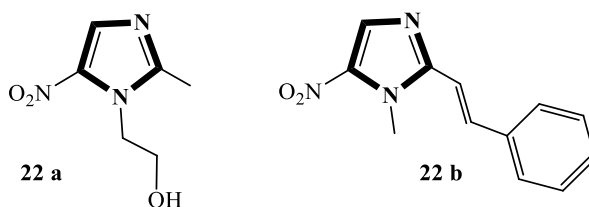
карбоксиэтил)-1-(3-аминопропил)-1*H*-имидазол-3-иум бромид (**20 d**) - линий рака печени человека (*Hep G2*).



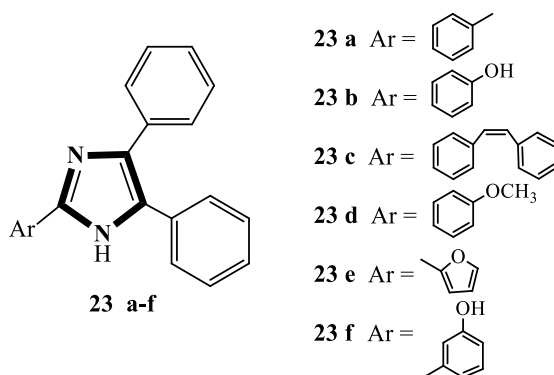
Parab R.H. и Dixit B.C. исследовали производные (**21 a-h**) на *in vitro* противомикробную активность [22]. Оказалось, что из 8 соединений имидазола IMMD (**21 a**), IMBD (**21 c**), IMDM (**21 f**) показали умеренное ингибирование в отношении грамотрицательных бактерий, в частности *Escherichia coli*, тогда как IMBD (**21 c**), IMDM (**21 f**) и IMOTD (**21 d**) проявляли максимальную активность на штаммах большинства взятых в эксперимент грамотрицательных микроорганизмов в дозах 12-35 мкг/мл. А для грамположительных организмов почти все производные продемонстрировали максимальное ингибирование, особенно IMPD (**21 b**) и IMBD (**21 c**) показали самое высокое ингибирование против *Bacillus megaterium*, а IMMD (**21 a**) и IMDT (**21 h**) - против *Candida albicans*.



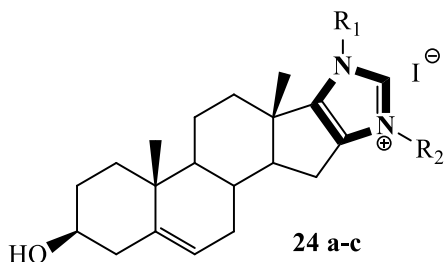
Показано [23], что 2-(2-метил-5-нитро-1*H*-имидазол-1-ил)этанол (**22 a**) и 1-метил-5-нитро-2-[(*E*)-2-фенилэтинил]-1*H*-имидазол (**22 b**) в концентрациях 2.1 и 39 мкМ, соответственно, в анаэробных условиях обладает антимикробной активностью в отношении *Giardia lamblia*.



Антимикробная активность с использованием метода диффузии агара на чашечках 2,4,5-тризамещенных производных имидазола (**23 a-f**) в отношении положительных (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*) и отрицательных бактерий (*Escherichia coli*) подтверждена в исследовании [24]. Оказалось, что 5-(4-метоксифенил)-2,4-дифенил-1*H*-имидазол (**23 d**) проявлял наибольшую активность против *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli* при 23 и 24 мкг/мл, соответственно.



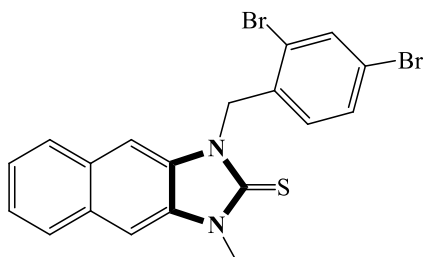
Hryniewicka A. и ее коллеги определяли антибактериальную и противогрибковую активность имидазолиевых солей (**24 a-c**) в концентрации от 2 до 128 мкг/мл против бактериальных (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, экологических штаммов *Corynebacterium spp.* и *Brevibacterium spp.*) и грибковых (*Candida albicans*) видов с методом микродиффузии бульона в 96-луночных планшетах [25]. Выявлено, что соединения показали высокую активность в отношении грамположительных бактерий и *Candida albicans* в диапазоне концентраций от 4 до 64 мкг/мл, а также хорошую совместимость с представителями клеток-хозяев в количествах, соответствующих значению минимальных ингибирующих концентрации (MIC).



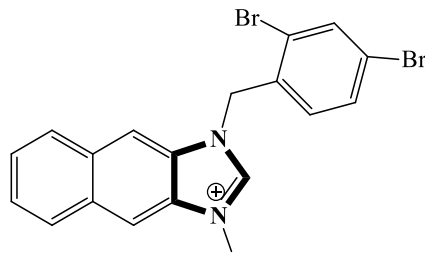
- 24 a** $R_1 = \text{CH}_3$; $R_2 = \text{CH}_3$
24 b $R_1 = \text{C}_3\text{H}_7$; $R_2 = \text{C}_3\text{H}_7$
24 c $R_1 = \text{CHC}_6\text{H}_5$; $R_2 = \text{CHC}_6\text{H}_5$

Производные имидазола, полученных из замещенных пириимидина оценены на активность против трех изолятов двух типов бактерий (*Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*) и двух типов грибов (*Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*) с использованием трех различных концентраций (5, 10, 20 мкг/мл). Показано, что производные имидазола обладают высокой эффективной активностью по отношению ко многим типам бактерий и грибов [26].

Оказалось, что некоторые производные имидазола обладают способностью обнаруживать гипохлорит (HOCl/ClO^-) *in vivo*, которое используется для выявления и визуализации инфекции. В работе [27] сообщается об использовании имидазолин-2-тионов ($R_1\text{SR}_2$), которые как позволяют выявить ClO^- , так и уничтожить бактерии. Кроме того, DIM (**25 a**), который был получен в результате обработки DSM (**25 b**) гипохлорит-анионом (ClO^-) в дозах 1-8 и 20-140 мкМ, продемонстрировал антибактериальную эффективность не только в отношении кишечной палочки (*Escherichia coli*) и золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*), но и в отношении метициллинрезистентного золотистого стафилококка (MRSA) и продуцирующей β -лактамазу *Escherichia coli* расширенного спектра действия (ESBL-EC), то есть устойчивых к антибиотикам бактерий.



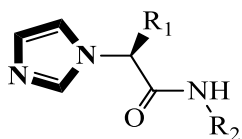
DSM 25 a



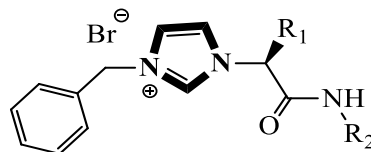
DIM 25 b

Антибактериальная активность имидазолов и имидазолиевых солей (**26-28 a-c**) в значительной степени зависит от их липофильности, которую можно регулировать путем введения различных гидрофобных заместителей на атомах азота имидазольного или имидазолиевого кольца молекулы.

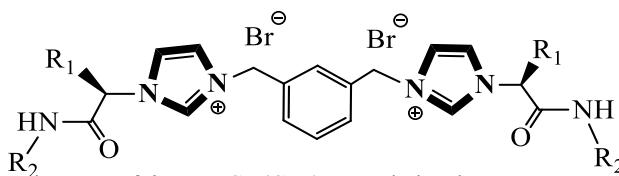
Принимая это во внимание, авторы исследования [28] синтезировали серию имидазолов и имидазолиевых солей и протестировали их антибактериальную активность против двух модельных штаммов бактерий - грамотрицательных *Escherichia coli* и грамположительных *Bacillus subtilis* со значениями IC_{50} 0.8-61 мкг/мл. Результаты показали, что соединения (**26 a, b** и **28 a, b**) были наиболее активны в отношении *Bacillus subtilis* в концентрации 16 мкг/мл или ниже.



26 a $R_1 = CH(CH_3)_2$; $R_2 = \text{dodecyl}$
27 a $R_1 = CH(CH_3)_2$; $R_2 = \text{butyl}$
28 a $R_1 = CH_2Ph$; $R_2 = \text{dodecyl}$

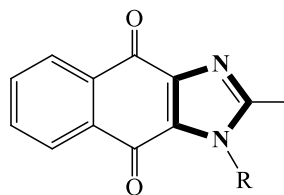


26 b $R_1 = CH(CH_3)_2$; $R_2 = \text{dodecyl}$
27 b $R_1 = CH(CH_3)_2$; $R_2 = \text{butyl}$
28 b $R_1 = CH_2Ph$; $R_2 = \text{dodecyl}$



26 c $R_1 = CH(CH_3)_2$; $R_2 = \text{dodecyl}$
27 c $R_1 = CH(CH_3)_2$; $R_2 = \text{butyl}$
28 c $R_1 = CH_2Ph$; $R_2 = \text{dodecyl}$

Исследовано [29] антибактериальное и противогрибковое действие имидазолильных 1,4-нафтохинонов (**29**) (1-1-I-4; 1-алкил-2-метил-1*H*-нафто[2,3-*d*]имидазол-4,9-дион (алкил=C-C₄)). Показано, что эти производные имидазола проявляют широкий спектр антибактериальной активности в отношении тестируемых штаммов бактерий (*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*) в концентрациях 8-64 мкг/мл.



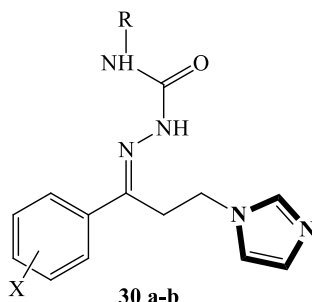
29 I 1-4

29 I1 $R = CH_3$
29 I2 $R = C_2H_5$
29 I3 $R = C_3H_7$
29 I4 $R = C_4H_9$

2.5 Производные имидазола с другой активностью

Оценен противосудорожный потенциал и нейротоксичность некоторых арилсемикарбазонов (**30 a-b**), содержащих имидазоловый фрагмент [30]. Соединение (**30 b**) имело активность как наиболее активный суррогат,

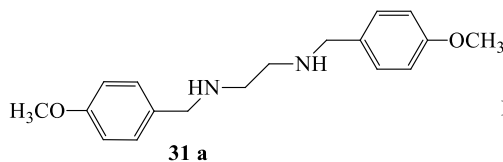
демонстрирующий 100% защиту в дозе 636 мкмоль/кг без нейротоксичности при скрининге scPTZ.



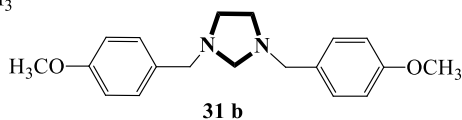
30 a-b

30 a R = C₆H₅; X = Br30 b R = C₆H₅; X = OCH₃

Интересные результаты получены по биологической активности *in vitro* отношении видов *Leishmania* в рядпроизводных N,N'-дизамещенных этилендиаминов [31]. Синтезированные соединения показали хорошую активность против промастигот *Leishmania amazonensis* и *Leishmania major*. 1,2-Бис(*n*-метоксibenзил)этилендиамин (**31 a**) и 1,3-бис(*p*-метоксibenзил)имидазолидин (**31 b**) в дозах от 30.0 до 2.0 мкг/мл оказались эффективными внутриклеточными амастиготами с IC₅₀ 2,0 и 9,4 мкг/мл.



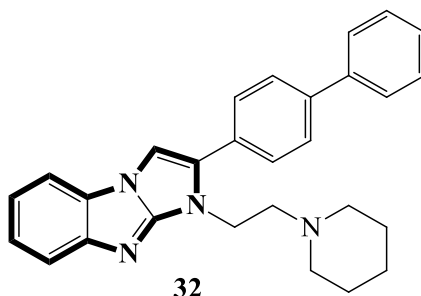
31 a



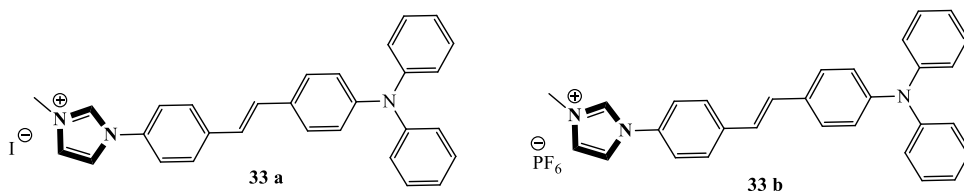
31 b

Исследовано антикоррозийное действие алкалоидного экстракта растения Boraginaceae *Trichodesma indicum* (Linn) на сталь С38 в 1 М растворе HCl методом потери веса при различных температурах (30-60 °С) в сопоставлении с имидазольными соединениями. Показано [32], что алкалоидная часть экстракта с имидазолом и бензимидазолом действует как хороший ингибитор коррозии. Максимальный ингибирующий эффект (94,5 %) наблюдался при 30 °С в концентрации 75 мг/л экстракта.

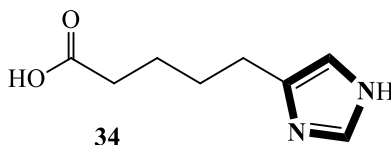
Оказалось, что производное имидазола (**32**; 30 мг/кг) может быть эффективным лечебным средством при патологических заболеваниях костей, лечении и/или профилактике потери костной массы, в том числе при остеопорозе и периодонтите [33].



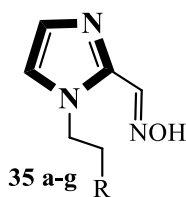
Показано, что синтезированные производные имидазола (**33 a, b**) имеют более высокую степень распределения в водном внутриклеточном микроокружении в диапазоне концентраций от 10 до 20 мкМ. Это свойство связывания может стать полезным инструментом для мониторинга и исследования внутриклеточных процессов, таких как сортировка «грузов», перемещение органелл, деление клеток и транспорт в живой ткани [34].



Результаты исследования [35] на мышах подтвердили, что пропионат имидазола (**34**) вырабатывается из гистидина в кишечнике в более высоких концентрациях при использовании фекальной микробиоты и ухудшает толерантность к глюкозе. Кроме того, пропионат имидазола при концентрации 50 мкМ уменьшает передачу сигналов инсулина на уровне субстрата рецептора инсулина посредством активации p38γ MAPK.



Имидазолильные альдоксимы (**35 a-g**) [36] синтезированы для увеличения скорости реактивации конъюгата органофосфата-бутирилхолинэстеразы человека (OP-hBChE). Выяснилось, что полученные альдоксимы при 0.67 мМ обладают потенциальной способностью привлекать hBChE и инициировать каталитическую деградацию ОР непосредственно в пораженной ткани и вызывает последствия холинергического перевозбуждения.



35 a R = CH₂CH=CH₂

35 b R = C(CH₃)₃

35 c R = CH₂C₆H₅

35 d R = CH(CH₃)₂

35 e R = CH₂N₃

35 f R = CH₂CH₂N₃

35 g R = (CH₂)₆CH₃

Оказалось, что имидазол в последние годы является фрагментом, используемым для синтеза различных соединений, обладающих активностью против микробов [37] и бактерий [38, 39], для лечения дефектов нервной и сердечно-сосудистой системы [40-42], против рака и туберкулеза [43], а также обладающих противокоррозийными и антиагрегантными свойствами [44, 45].

3. Заключение

Имидазольный фрагмент присутствует во многих биологически активных гетероциклических соединениях и комплексах, которые представляют широкий интерес из-за их разнообразных биологических и клинических свойств. Показано, что структурно простое имидазольное кольцо занимает важное место в медицинской химии. Разработаны фармакологические средства на основе имидазола, выведены на рынок и широко используются в клинике для профилактики и лечения различных типов заболеваний с низкой токсичностью, высокой биодоступностью, хорошей биосовместимостью и эффективным лечебным действием. Все это убедительно свидетельствует о безграничном потенциале производных имидазола. Таким образом, литературный обзор показал, насколько велики перспективы применения производных имидазола при лечении различных патологических состояний, а также и для других целей.

Финансирование: Научно-исследовательская работа осуществлена в рамках ПЦФ BR18574042 Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов между авторами, требующего раскрытия в данной статье.

ИМИДАЗОЛҚҰРАМДЫ ТУЫНДЫЛАРДЫҢ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНУ ӘЛЕУЕТІ (ШОЛУ)

А.Б. Қалдыбаева^{1,2}, *К.Д. Пралиев*¹, *А. Серғазы*², *А.Е. Малмакова*¹, *В.К. Ю*¹

¹ «Ә.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдарының институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

² әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: altin_28.94@mail.ru

Түйіндеме. *Кіріспе.* Имидазол сақинасы фармакокинетикалық қасиеттерді белсендіретін иондаушы және ароматты компонент бола отырып, синтетикалық фармацевтикалық препараттардағы танымал құрылымдық бөлікке айналды. Имидазол циклі көптеген антипротозальді, зендерге және гипертензияға қарсы препараттарда, антибиотиктерде және басқаларында болады. Бұл құрылымдар микроағзалардың әртүрлі штаммдарына қарсы тиімділікке ие. Имидазол блогы лейкозды емдеуде ДНҚ белсенділігіне араласу арқылы әсер ететін ісікке қарсы меркаптопурин препараты құрамына кіреді. *Мақсаты.* Соңғы жиырма жылдағы ғылыми әдебиеттерде жарияланған имидазол туындыларына физиологиялық және/немесе басқа әрекеттердің әр түрлеріне шолу жасау. *Зерттеу нысандары* имидазол туындылары. *Нәтижелері.* Имидазол фрагменті көптеген табиғи өнімдерде және клиникалық белсенді дәрілік молекулаларда кездеседі. Басылымдардың көп бөлігі медициналық қолдану үшін имидазол туындылары класының жаңа құрылымдарының емдік мүмкіндіктерін зерттеуге қатысты. Алайда, құрамында имидазол бар молекулалардың потенциалы тек ББЗ-пен ғана шектелмейді, коррозияны тежеу сияқты басқа да қызықты қасиеттер тән. *Қорытынды.* Органикалық молекулаға жоғары белсенді имидазол фрагментін енгізу химиотерапия және бактерияға қарсы препараттар саласындағы елеулі жетістіктердің пайда болуын ынталандырды. Белсенділігі жоғары имидазол қосылыстарының синтетикалық жолын іздеу тек биологиялық белсенді қосылыстар саласында ғана емес, сонымен қатар коррозияға қарсы және басқа агенттер ретінде жалғасуда.

Түйінді сөздер: имидазол туындылары, биологиялық белсенділік, вирусқа қарсы, зенге қарсы, қабынуға қарсы, анальгетиктер, ісікке қарсы белсенділік

<i>Қалдыбаева Алтынай Бекболқызы</i>	<i>PhD, ғылыми қызметкер, оқытушы</i>
<i>Пралиев Калдыбай Джайлович</i>	<i>химия ғылымдарының докторы, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының академигі</i>
<i>Сергазы Аида</i>	<i>студент</i>
<i>Малмакова Айгуль Ербосыновна</i>	<i>PhD, жетекші ғылыми қызметкер</i>
<i>Ю Валентина Константиновна</i>	<i>химия ғылымдарының докторы, зертхана менеджері міндетін атқарушы</i>

Список литературы:

1. Malhotra V., Pathak S.R., Nath R., Mukherjee D., Shanker K. Substituted imidazole derivatives as novel cardiovascular agents. *Bioorg. Med. Chem.*, **2011**, 21, 936–939. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2010.12.062>
2. Sharma D., Narasimhan B., Kumar P., Judge V., Narang R., De Clercq E., Balzarini J. Synthesis, antimicrobial and antiviral evaluation of substituted imidazole derivatives. *Eur. J. Med. Chem.*, **2009**, 44, 2347–2353. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2008.08.010>
3. Slassi S., Fix-Tailler A., Larcher G., Amine A., El-Ghayoury A. Imidazole and azo-based schiff bases ligands as highly active antifungal and antioxidant components. *Heteroat. Chem.*, **2019**, Article ID 6862170. <https://doi.org/10.1155/2019/6862170>
4. Song Zh., Zhang W., Jiang M., Sung H.H., Kwok R.T., Nie H., Williams I.D., Liu B., Tang B.Zh. Synthesis of imidazole-based aiegens with wide color tunability and exploration of their biological applications. *Adv. Funct. Mater.*, **2016**, 26, 824–832. <https://doi.org/10.1002/adfm.201670035>
5. Nelson G.L., Williams M.J., Jonnalagadda Sh., Alam M.A., Mereddy G., Johnson J.L., Jonnalagadda S.K. Synthesis and evaluation of baylis-hillman reaction derivedimidazole and triazolecinnamates as antifungal agents. *Int. J. Med. Chem.*, **2018**, Article ID 5758076. <https://doi.org/10.1155/2018/5758076>
6. Zala S.P., Badmanaban R., Sen D.J., Patel C.N. Synthesis and biological evaluation of 2,4,5-triphenyl-1H-imidazole-1-yl derivatives. *J. Appl. Pharm. Sci.*, **2012**, 2, 202–208. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2012.2732>

7. Nawwar G.A., Grant N.M., Swellem R.H., Elseginy S.A. Design, synthesis, docking and evolution of fused imidazoles as anti-inflammatory and antibacterial agents. *Der. Pharma. Chemica.*, **2013**, 5, 241-255. <http://derpharmacemica.com/archive.html> (Accessed on October 2013).
8. Shalini K., Kumar N., Sharma P.K. Synthesis of N-((2-substituted phenyl)-4,5-diphenyl-1H-imidazol-1-yl)(phenyl)methyl substituted amine derivatives, spectral characterization and their pharmacological evaluation. *Biointerface Res.*, **2011**, 1, 184-190. https://biointerfaceresearch.com/?page_id=24 (accessed on October 2011).
9. Achar C.S., Hosamani K.M., Seetharamareddy H.R. *In-vivo* analgesic and anti-inflammatory activities of newly synthesized benzimidazole derivatives. *Eur. J. Med. Chem.*, **2010**, 45, 2048-2054. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2010.01.029>
10. Rajam S., Dileepan B., Maruthamuthu B. Spectral characterization and biological activity of newly synthesized imidazole derivative. *WJPPS*, **2020**, 4, No. 4, 887-897. <https://www.researchgate.net/publication/340931576> (accessed on April 2020).
11. Özkay Y., Isikdag I., Incesu Z., Akalin G. Synthesis of 2-substituted-N-[4-(1-methyl-4,5-diphenyl-1H-imidazole-2-yl) phenyl]acetamide derivatives and evaluation of their anticancer activity. *Eur. J. Med. Chem.*, **2010**, 45, 3320-3328. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2010.04.015>
12. Sharma G.K., Sharma N.K., Pathak D. Microwave assisted synthesis of some substituted imidazole derivatives as potential antibacterial and anti cancer agents. *Indian J. Chem.*, **2013**, 52B, 266-272. [http://nopr.niscares.res.in/bitstream/-123456789/15903/1/IJCB%2052B\(2\)%20266-272.pdf](http://nopr.niscares.res.in/bitstream/-123456789/15903/1/IJCB%2052B(2)%20266-272.pdf) (accessed on February 2013).
13. Yang F., Nickolsa N.G., Lia B.C., Marinovc G.K., Saidd J.W., Dervan P.B. Antitumor activity of a pyrrole-imidazole polyamide. *PNAS*, **2013**, 110, No. 5, 1863-1868. <https://doi.org/10.1073/pnas.1222035110>
14. Borik R.M. One-pot synthesis of novel furochromone and oxazocine derivatives as promising antitumor agents with their molecular docking studies. *J. Chem.*, **2020**, Article ID 1474050. <https://doi.org/10.1155/2020/1474050>
15. Prasanthy G.K., Venkata R.V., Koti R.K., Ramesh K.N. Synthesis and biological evaluation of 1-substituted imidazole derivatives. *Int. J. Pharma.*, **2011**, 1, 92-99. <https://www.pharmascholars.com/articles/synthesis-and-biological-evaluation-of-1-substituted-imidazole-derivatives.pdf> (accessed on July 2011).
16. Shreenivas M.T., Swamy B.E., Srinivasa G.R., Sherigara B.S. Synthesis and antibacterial evaluation of some novel aminothiazole derivatives. *Der Pharma Chem.*, **2011**, 3, No. 2, 156-161. <https://www.derpharmacemica.com/pharma-chemica/synthesis-and-antibacterial-evaluation-of-some-novel-aminothiazole-derivatives.pdf> (accessed on October 2011).
17. Dandale S.G., Sonar A.S., Solanki P.R. Antimicrobial study of 4(substituted phenyl)-1H-imidazol-2(5H)-one/thione/imine. *Int. J. Chem. Environ. Pharm. Res.*, **2012**, 3, 47-51. <https://doi.org/2013.253.260>
18. He B., Ou G., Zhou Ch., Wang M., Chen S. Antimicrobial ionic liquids with fumarate anion. *J. Chem.*, **2013**, Article ID 473153. <https://doi.org/10.1155/2013/473153>
19. Letafats B., Mohammadhosseini N., Asadipour A., Foroumadi A. Synthesis and in vitro antibacterial activity of new 2-(1-methyl-4-nitro-1H-imidazol-5-ylsulfonyl)-1,3,4-thiadiazoles. *Eur. J. Med. Chem.*, **2011**, 8, No. 3, 1120-1123. <https://doi.org/10.1155/2011/642071>
20. Uluçam G., Turkyilmaz M. Synthesis, structural analysis, and biological activities of some imidazolium salts. *Bioinorg. Chem. Appl.*, **2018**, Article ID 1439810. <https://doi.org/10.1155/2018/1439810>
21. Weinstein M.P., Lewis J.S. The clinical and laboratory standards institute subcommittee on antimicrobial susceptibility testing: background, organization, functions, and processes. *J. Clin. Microbiol.*, 2020, 58, No. 3. <https://doi.org/10.1128/JCM.01864-19>
22. Parab R.H., Dixit B.C. Synthesis, characterization and antimicrobial activity of imidazole derivatives based on 2-chloro-7-methyl-3-formylquinoline. *Eur. J. Med. Chem.*, **2012**, 9, No. 3, 1188-1195. <https://doi.org/10.1155/2012/164235>
23. Miyamoto Y., Eckmann L. Drug development against the major diarrhea-causing parasites of the small intestine, cryptosporidium and giardia. *Front. Microbiol.*, **2015**, 6, 22-45. Article 1208. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01208>

24. Nerkar A., Magar S.D., Dighe N.S., Dighe A.S., Magar P.G. Synthesis and anti-microbial activity of imidazole derivatives. *CTPPC*, **2019**, *1*, No. 4, 19-26. <https://doi.org/339591570>
25. Hryniewicka A., Niemirowicz-Laskowska K., Wielgat P., Car H., Hauschild T., Morzycki J.W. Dehydroepiandrosterone derived imidazoliumsalts and their antimicrobial efficacy. *Bioorg. Chem.*, **2021**, *108*, Article 104550. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2020.104550>
26. Fadhil A., Qhanim H. Antimicrobial studying of (Imidazole) derivative from pyrimidine. *Int. J. Pharm. Res.*, **2020**, *12*, 913-917. <https://doi.org/10.31838/ijpr/2020.12.04.128>
27. Pham C.T., Nguyen V., Choi Y., Kim D., Jung O., Lee D.J., Kim H.J., Lee M.W., Yoon J., Kim H.M., Lee S. Hypochlorite-activated fluorescence emission and antibacterial activities of imidazole derivatives for biological applications. *Front. Chem.*, **2021**, Article 713078. <https://doi.org/10.3389/fchem.2021.713078>
28. Valls A., Andreu J.J., Falomir E., Luis S.V., Atrian-Blasco E., Mitchell S.G. Imidazole and imidazolium antibacterial drugs derived from amino acids. *Pharmaceuticals*, **2020**, *13*, Article 482. <https://doi.org/10.3390/ph13120482>
29. Choudhari D., Salunke S.A., Chakravarty D., Shaikh S.R. Synthesis and biological activity of imidazole based 1,4-naphthoquinones. *New J. Chem.*, **2020**, *44*, No. 17, 6889-6901. <https://doi.org/10.1039/C9NJ04339J>
30. Attia M.I., Aboul-Enein M.N., El-Azzouny A.A., Maklad Y.A., Ghabbour H.A. Anticonvulsant potential of certain new (2E)-2-[1-Aryl-3-(1H-imidazol-1-yl)propylidene]-N-(aryl/H)hydrazinecarboxamides. *Sci. World J.*, **2014**, Article ID 357403. <https://doi.org/10.1155/2014/357403>
31. Carvalho G.S., Machado P.A., Paula D.T., Coimbra E.S., Silva A.D. Synthesis, cytotoxicity and antileishmanial activity of N,N'-disubstitutedethylenediamine and imidazolidine derivatives. *Sci. World J.*, **2010**, *10*. 1723-1730. <https://doi.org/10.1100/tsw.2010.176>
32. Mangai S.A., Ravi S. Comparative corrosion inhibition effect of imidazole compounds and of trichodesmaindicum(linn) on C38 Steel in 1 M HCl Medium. *J. Chem.*, **2013**, Article ID 527286. <https://doi.org/10.1155/2013/527286>
33. Ihn H.J., Lee T., Lee D., Bae J., Kim S., Jang I.H., Bae Y.Ch., Shin H., Park E.K. Inhibitory effect of KP-A038 on osteoclastogenesis/ inflammatory bone loss is associated with downregulation of blimp1. *Front. Pharmacol.*, **2019**, *10*, Article 367. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.00367>
34. Zhu Y., Xiao L., Zhao M., Zhou J., Zhang Q., Wang H., Li Sh., Zhou H., Wu J., Tian Y. A Series of imidazole derivatives: synthesis, two-photon absorption, and application for bioimaging. *Biomed. Res. Int.*, **2015**, Article ID 965386. <https://doi.org/10.1155/2015/965386>
35. Koh A., Molinaro A., Stahlman M., Khan M.T., Schmidt C., Holm L.M., Wu H., Carreras A., Jeong H., Olofsson L.E., Bergh P., Gerdes V., Hartstra A., Brauw M., Perkins R., Nieuwdorp M., Bergstrom G., Backhed F. Microbially produced imidazole propionate impairs insulin signaling through mTORC1. *Cell*, **2018**, *175*, 947-961. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.09.055>
36. Sit R.K., Fokin V.V., Amitai G., Sharpless K.B., Taylor P., Radic Z. Imidazole aldoximes effective in assisting butyryl cholinesterase catalysis of organophosphate detoxification. *J. Med. Chem.*, **2014**, *57*, 1378-1389. <https://doi.org/10.1021/jm401650z>
37. Vidhya M.R., Malar S.J. Imidazole derivatives – potential compounds with antimicrobial and antioxidant efficacy. *Int. J. Adv. Sci. Tech.*, **2020**, *29*, No. 5, 183-189. <http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/7071> (Accessed on March 2020).
38. Gas S.A., Boda F.A., Roxana P.R. Imidazole derivatives and their antibacterial activity - a mini-review. *Mini-Rev. Med. Chem.*, **2020**, *20*, No. 11, 1380-1392. <https://doi.org/10.2174/1389557520999201209213648>
39. Wang P.Y., Wang M.W., Zeng D., Xiang M., Rao J.R., Liu Q.Q., Liu L.W., Wu Z.B., Li Z., Song B.A. Rational optimization and action mechanism of novel imidazole (or imidazolium)-labeled 1,3,4 oxadiazolethioethers as promising antibacterial agents against plant bacterial diseases. *J. Agric. Food Chem.*, **2019**, *67*, 3535-3545. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b06242>
40. Tolomeu H.V., Fraga C.A.M. Imidazole: synthesis, functionalization and physicochemical properties of a privileged structure in medicinal chemistry. *Molecules*, **2023**, *28*, No. 2., 838. <https://doi.org/10.3390/molecules-28020838>

41. Eliewi A.G., Al-Garawi Z.S., Al-Kazzaz F.F., Atia A.J. Multi target –directed imidazole derivatives for neurodegenerative diseases. *J. Phys.*, **2021**, 1853. Article 012066. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1853/1/012066>
42. Al-Daemi R.N., Ghanim H.T. Synthesis and characterization some of imidazol derivatives. *NeuroQuantology*, **2020**, 18, No. 9, 107-124. <https://doi.org/10.14704/nq.2020.18.9.NQ20223>
43. Patel J.A., Patel N.B., Maisuriya P.K., Tiwari M.R., Purohit A.C. Structure activity design, synthesis and biological activity of newer imidazole-triazine clubbed derivative as antimicrobial and antitubercular agents. *Lett. Org. Chem.*, **2021**, 18. <https://doi.org/10.2174/1570178618666210521150011>
44. Alaoui Kh., Dkhireche N., Touhami M.E., Kacimi Y.E. Review of application of imidazole and imidazole derivatives as corrosion inhibitors of metals. *New Challenges and Industrial Applications for Corrosion Prevention and Control*, **2020**, 101-131. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2775-7.ch005>
45. Gurevich K., Urakov A.L., Basantsev A.V., Samorodov A.V., Danilin A.A., Purygin P.P., Klenova N.A., Bashirov I.I., Bashirova L.I. Synthesis of new N-mono- and N,N-dialkylated imidazole derivatives and their antiplatelet and anticoagulation activity. *Pharma. Chem. J.*, **2021**, 55, No. 2, 119-122. <https://doi.org/10.1007/s11094-021-02395-z>

FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF CADMIUM-BASED ELECTROPLATING COATINGS

G.Zh. Sdikova*, A.Zh. Shamilova

M.Utemissov West Kazakhstan University, Uralsk, Kazakhstan

*E-mail: sdikova.guliya@mail.ru

Abstract. *Introduction.* The rapid economic, scientific and technical development of the Republic of Kazakhstan in order to achieve the modern level of technological development requires a wide production of metal products and equipment, using technically and economically effective methods. For this purpose, one of the main ways of producing corrosion-resistant and efficient metal products and parts is cadmium plating. Cadmium plating is flexible, easily amenable to rolling, stamping, bending. Freshly prepared sheathing is better welded on acid-free fluxes than zinc. *Goals and objectives.* A study of the technology of cadmium tape, made of stainless steel, grade 2X18H10T. A comparative analysis of the types and composition of cadmium electrolytes has been carried out. The factors affecting the quality of the resulting packaging are investigated, the calculation of the observed main indicators of products after electrolysis has been carried out. *Results.* Before coating the surface of metal products, geometric calculations of the surface of the coated products have been carried out, and their results have been processed to correctly select the density and current strength for a given operating mode. It has been established that the quality of the coating undergoes changes depending on the composition of the electrolyte, its temperature and current density. The surfactant has contributed to the production of a durable packaging layer with the possibility of increasing potency during use, including the work with such surfactants as dextrin, gelatin, carpentry glue. *Conclusion.* It has been shown that the cadmium-coated tape has no gloss unless a surfactant is used. It has been found that when the current is overvoltage, the tape is covered with fine-grained granules and darkens. When the tape has been cadmated, the cadmium layer has deposited on the surface of the tape increasing with a time increase.

Keywords: electroplating coatings, cadmium plating, cadmium coating, metal products, electrolyte, surfactants, electrolysis, current density

Sdikova Guliya Zhumgatiyevna

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, M.Utemissov West Kazakhstan University, E-mail: sdikova.guliya@mail.ru

*Shamilova Almagul
Zholamanovna*

Master of Chemical Sciences, Department of Chemistry, M.Utemissov West Kazakhstan University, E-mail: shamilova9494@mail.ru

1. Introduction

The Republic of Kazakhstan is one of the most developed countries of galvanic production. The development of galvanic industries is high, as various coatings are used in order to protect metal products from corrosion. Cadmium coatings are in demand most of all for corrosion protection of steel parts, because cadmium is stable to corrosion in the atmospheric and marine conditions. Cadmium coatings are stable (especially in alkaline environments) and have different colors, as well as high ductility of the protective layer. The products for galvanic plating are usually contaminated with lubricants as a result of mechanical processing, and covered with oxides after heat treatment, or as a result of an atmospheric exposure.

Cadmium plating is a material deposition process that coats products with a thin protective layer of cadmium metal. Coatings are applied in several ways, including immersing receptacles in vials of cadmium salt solution through which an electric current flows. Cadmium plating processes involve mechanical and vacuum methods for smaller items and the transfer of highly uniform coatings. Cadmium is a popular coating material because it provides the products with high corrosion resistance, low friction coefficients and high degree of electrical conductivity. The use of cadmium coating material has been brought under strict control due to the environmental problems [1, 2].

Cadmium coating is a durable and versatile metallic coating. Cadmium is a soft white metal that acts as a “sacrificial coating”, which corrodes in front of the substrate material when applied on steel, cast iron, ductile iron, copper and powder metal. To increase the corrosion protection of the cadmium coating, chromate conversion coatings that give a golden color can be applied over the plated metal. Other colors are also available, such as an olive color [3].

Different types of cadmium plating compositions and processes are known, but many of them are not adapted for commercial use due to their existing cost or complexity of processing or difficulty in maintaining product uniformity. Galvanic coating always begins with the surface preparation, which is an integral part of the entire process, i.e. cleaning the surface of the coated products from fat and oxides [4, 5]. Thorough surface cleaning is an indispensable condition for the further galvanic operations.

2. Experimental part

An inexpensive and easy way to clean things before electroplating is to wash them in alkaline baths, containing hydroxides, carbonates, phosphates, polyphosphates, metasilicates, surfactants and detergents. Most of the cadmium coating is carried out in alkaline cyanide baths, prepared by dissolving (cadmium oxide in the sodium cyanide solution. Sodium hydroxide and sodium carbonate are formed as a result of reactions in the composition, and are part of them [6]. Cadmium balls suspended in steel wire meshes serve as cladding anodes. Sodium hydroxide has a high washability, but is aggressive to copper, zinc and aluminum alloys. Due to the possibility of silica formation in the parts to be cleaned, it

cannot be used as an additive for electrolytic anode degreasing [7]. The composition of alkaline solutions for chemical degreasing is presented in Table 1.

Table 1 - Solution for electrochemical degreasing

Component, g/l	Type of solution		
	No.1	No.2	No.3
Sodiumhydroxide	200	-	35
Liquidglass	500	35	-
Sodiumphosphate	280	15	14
Anhydrouscarbonicacid	-	-	62
Humidifier	30	2	6

The solution No.1 is applied to steel and cast iron products. All components are dissolved in 0.6 L of water, and water is added to 1 L of volume. In practical use, the resulting concentrated solution should be diluted in the ratio of 1:10 to 1:30. Solution No.2 dissolves all components in 0.6 L of water and add additional water in a volume of 1 L. Solution No.3 is used for copper parts and its alloys. All components are dissolved in a small amount of water, and water is added in a volume of 1 L [8, 9].

In the course of experimental work, a tape made of non-oxidizing steel has been used according to the dimensions of the electrolyzer (tape of the brand 12X18H10T). The very first step in making work is to clean it with rat paper, the granules of which come in different sizes (coarse or fine). At first, the work has been carried out on processing products with coarse-grained rat paper. To completely eliminate large scratches on the surface of the product, the parts have been thoroughly washed with distilled water and degreased with sodium hydroxide. Later cleaned with a weak solution of sulfuric or hydrochloric acid. After processing, the tape has been dried in a desiccator and wrapped in white clean paper.

The degreasing process has been carried out in the presence of sodium hydroxide, with a current of 0.36 A/dm² for a period of 10 min. Electrochemical purification has carried out with sulfuric acid (H₂SO₄) with a current of 0.36 A/dm² in the presence of 20 min. In electrochemical cadmiling, the tapes made of non - oxidizing steel grade 12X18H10T have been used as cathodes (the total area of the tape is 8 cm²). Graphite has been taken as an insoluble anode. Cadmium electrolyte containing cadmium salt, ammonium salt and various additives, such as NF dispersant, Carpenter's glue, undecylphosphinic acid diethanolamine salt, is known. The disadvantage of this electrolyte is that at the stage of formation of electrode plates of alkaline batteries, active materials exfoliate due to a dense smooth glossy precipitate.

3. Results and discussion

To prepare simple acid electrolytes, all components are dissolved separately in warm water, and galvanic baths are filled with water up to half. Later, the salt

solutions are gradually added to it, after first carefully pouring sulfuric acid into it.

It is necessary to calculate the entire surface of the product to be coated, the formulas and values of the geometric calculation are presented in Table 2.

Table 2 - Geometric calculation formulas and values of the product surface

No	Formula			Values
1	Rectangle surface area	$F = ab$	F - area, sm^2 a - tape length, sm; b - tape width, sm.	8 cm^2
2	Rectangle face	$S = \frac{20P(a+b)}{ab}$	S - surface area of the product, sm^2 ; P - product weight, g; a - tape length, mm; b - tape width, mm	23.968 cm^2
3	Weight of the metal to be coated	$G = 10S\alpha\gamma$	G - weight of deposited metal, g; S - the surface to be coated, dm^2 ; a - thickness of the deposited metal shell, mm; γ - specific weight of the deposited metal, g/sm^3	6.183 g
4	Weight of the metal deposited at the cathode	$P = CI\eta/100$	P - weight of the metal deposited at the cathode, g; I - transmitted current strength, A; t - electrolysis time, hours; η - output by current	0.64 g
5	Volume of deposited metal	$V = P/\gamma$	P - weight of the metal deposited at the cathode, g; γ - specific weight of the deposited metal, g/sm^3	0.074 cm^3
6	Coating thickness	$h = V/S$	S - surface area of the product, sm^2	31 mk
7	Current density	$i = I/S$	i - current density, A/dm^2 I - transmitted current strength, A	0.36 A

The use of the proposed electrolyte allows you to give the surface of the product specific physical and chemical properties: to obtain good adhesion of the precipitate and its loose (porous) structure in a short exposure time. This makes it possible to obtain galvanic coarse-grained casings with a developed surface for use in the technology of manufacturing cadmium electrodes in nickel-cadmium lamellate alkaline batteries [10, 11].

The surface area of the product and any parts has been calculated in order to correctly select the current density and the required current strength during the installation of the operating mode before the metal bags. The area of the parts is first calculated separately and then summed up. The coating of the product or parts performs the task of obtaining a protective layer of metal of a certain thickness provided for by the technical specifications. It is also necessary to determine the time, required to obtain a precipitate of the same specific thickness, or the thickness of the precipitate, obtained at a certain time of electrolysis. To determine the effect of surfactants on cadmium coating, the applications that are

not involved in the cathodic process, but have good electrical conductivity are added, to increase the electrical conductivity of electrolytes.

Salts of acid ions of the same name can be added to acidic electrolytes, and NaOH, KOH can be added to alkaline electrolytes. Weakly acid, neutral, and weakly base electrolytes include salts of alkaline or alkaline earth metals so that electroconducting applications do not alter the acidity of the electrolyte.

Since many electrolytes work in the known pH interval, the buffered applications are introduced for monitoring. Most often, boric acid, sodium acetate, acetic acid, etc. are used [12, 13]. By adding surfactants to the electrolyte during the cadmiling process, a high-quality, smooth product can be obtained. In the industrial conditions, the surfactants such as sintanol DS-10, gelatin, glue, DCU fixative, starch, op-10, dispersant NF-5, thiocarbamide are added to the electrolyte solutions. During this experiment, gelatin, dextrin and carpentry glue have been used.

The sedimentation rate of cadmium, depending on the cathode density and the dependence of the applied current at different current yields, is shown in table 3.

Table 3 - Cadmium sedimentation rate (mkm/hours) depending on the current output

Current density, Dk, A/dm ²	Current output, %					
	75	80	85	90	95	100
0.5	9.1	9.7	10.3	10.9	11.5	12.1
1.0	18.2	19.4	20.6	21.8	23.1	24.2
2.0	36.4	38.8	41.2	43.6	46.2	48.4
3.0	54.6	58.3	61.8	65.4	69.3	72.6
4.0	72.8	77.6	82.5	87.2	92.4	98.8
5.0	91.0	97.0	103	109	115	121
6.0	109.2	116.6	124.0	130.8	138.6	145.2
7.0	127.4	136.0	144.6	152.6	161.7	169.4
8.0	145.6	155.2	165.0	174.4	184.8	197.6
10.0	182.0	194.0	206.0	218.0	231.0	242.0

In all electrolytes, cadmium is present in a divalent form, and its electrochemical equivalent is 2.2 g/A hours. The sedimentation rate of cadmium varies depending on the current density of the cathode being used and the current output [14]. Further, the change in the structure of cadmium precipitates upon changing the current density is tracked.

Change in the current density in the electrolyte solution with 3 drops of dextrin solution:

1A/dm²: a gray film is formed on the surface of the tape. A coarse-grained film is formed on the metal base, which is well integrated.

1.5 A/dm²: a whitish-gray film is formed on the surface of the tape. The surface of the tape is coated almost evenly.

2 A/dm²: a gray film is formed on the surface of the tape. The formed film is poorly fused to the surface of the tape, and the plate surface is flaky.

Depending on the composition, temperature, mixing intensity of the electrolyte, the current density can be used in the interval of 0.5-5 A/dm². With an average approximate cadmium concentration of 20 g/l, the current density is 1.5 - 2 A/dm², with the cadmium concentration of 40 g/l, the current density is 3-4 A/dm². In the usual simple mode, the anode current density, which ensures a stable electrolyte composition, should not exceed 2 A/dm². Often the temperature is kept in the range of 20-35°C, but it can be increased, if necessary. The current output varies between 85-98%, which often corresponds to 90-95%. The output of cadmium in the electrolyte in terms of current increases if the concentration, temperature, and mixing intensity are increased. With an increase in temperature, a concentrated electrolyte is used, because the solubility of the initial components increases. Besides, the electrical conductivity of the electrolyte increases and the passivation of the anode decreases. All these factors require the use of high current densities. But, due to an increase in temperature, the processes of dissociation and diffusion increase, leading to a decrease in the cathodic potential of the sludge. The effect of temperature, combined with an increase in the current density, leads to the formation of fine crystal packs. At the temperature of 30°C, a gray film with a metallic sheen is formed on the surface of the tape. This film is not well combined with the metal base, and covers only part of the tape. The temperature of 45°C resulted in a gray color with a metallic sheen on the surface of the tape. The shell is not evenly coated. Well combined with a metal base. A dense, fine crystalline precipitate can be obtained with the high temperature at the current density and continuous mixing. Mixing is carried out with continuous or periodic filtration, as undissolved particles settle at the cathode with a convection flow, which leads to the formation of a poor-quality coating.

To control the quality of the coating, the first assessment is made, using daylight or artificial light, based on the appearance. Lighting should not be lower than 300 lk. According to the results of the appearance assessment, it can be attributed to one of the valid, defective, unsuitable groups. A part is considered defective if it is necessary to remove poor-quality packaging and carry out repeated planting, and if it is included in the above list of parts, which require complete processing without removing the packaging. Defective parts include the foci of corrosion, mechanical and other defects.

The corrosion resistance of a metal will depend on the ability to withstand chemical or electrochemical disturbances, caused by the environmental influences due to its transport. A more correct opinion on the corrosion resistance of parts can be obtained by testing under natural operating conditions. But it is not suitable for use in the industrial conditions due to the long duration of conducting such a sample. This is because in the production conditions, the 3 fast-performing test types are used. To speed up the test, it is necessary to mix the solvent, as well as hold the sample in the solution one by one. The principle of repeated removal of the sample into the solution is performed automatically in some installations.

The simplest and most affordable method for determining the corrosion resistance of metals in electrolytes is testing in an open container, which allows one to use most of the corrosion indicators. The samples are hung on a glass hook or nylon thread and tested by full, partial or alternating immersion in a stationary or mixed corrosive solution, through which air, oxygen, nitrogen or other gas passes. During testing, the samples of each metal to be tested are placed in a separate container. The model is sometimes mounted using a glass or plastic stand.

The thickness of the resulting galvanic coating is determined by the drip method, for which the solutions are gradually dripped onto the metal-coated product and dissolved by holding it for a certain period of time. The operation is performed by wiping the dripped areas with filter paper until an entire area of the base metal is visible. The drop method differs from the removal method by the fact that in the drop method the thickness of the coating in a certain area of the part can be determined. The disadvantage of this method is that for thick-layer coatings, such a test is carried out at the long intervals. The drip method is not suitable for measuring the thickness of the coating on the surface of complex shapes and small parts. This is because the solution flows without being caught during the drip period. Although this method is simple in terms of technical execution, it only gives errors when determining the thickness of a thin coating. For a coating with a layer thickness of 2 mm, the accuracy of this method is variable in the area of $\pm 30\%$.

On the tape covered with a layer of cadmium, a solution of potassium iodide has been dripped every 30 s according to the results of the drip method, the thickness of the coating has been 31 microns.

In accordance with the state standard 9.303-84, cadmium-coated products are allowed to be used for protective purposes during the experiment.

4. Conclusion

A study has been conducted on the technology of cadmiling of stainless steel tapes of the 12X18H10T brand. A detailed description of the cadmiling process and metal products covered with cadmium coating has been presented, its technological features have been noted. A comparative analysis of the types and composition of cadmium electrolytes has been carried out. The factors affecting the quality of the resulting coating have been studied, and the calculation of the main observed indicators of the products after electrolysis has been carried out (surface area, metal weight, current density, volume of deposited metal, coating thickness, weight of deposited metal at the cathode, current density). It has been found that the quality of the coating undergoes changes depending on the composition of the electrolyte, its temperature and current density. The surfactant (dextrin, gelatin, carpentry glue) is able to increase the potential during the use, and has helped to obtain a strong coating layer. If the surfactant is not used, the cadmium-coated tape has no shine. It has been found that when the current is supplied in excess, the tape becomes coated with fine granules and darkens. In the

process of cadmiling the tape, as the time value increases, the layer of cadmium deposited on the surface of the tape increases.

Funding: The article was paid for from the author's personal funds.

Conflict of interest: There were no conflicts of interest during the study.

КАДМИЙ НЕГІЗІНДЕГІ ГАЛЬВАНИКАЛЫҚ ҚАПТАМАЛАРДЫ ЕНГІЗУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Г.Ж. Сдикова, А.Ж. Шамилова*

М.Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті, Орал, Қазақстан

**E-mail: sdikova.guliya@mail.ru*

Түйіндемe. *Кіріспе.* Қазіргі заманғы технологиялық даму деңгейіне қол жеткізу үшін Қазақстан Республикасының экономикалық, ғылыми-техникалық қарқынды дамуы техника-экономикалық жағынан тиімді әдістерді қолданып, металл бұйымдары мен құрылғыларын кеңінен өндіруді қажет етеді. Сол мақсатта коррозияға төзімді, әрі тиімді металл бұйымдары мен бөлшектерін өндірудің негізгі жолдарының бірі - кадмийлеу болып табылады. Кадмий қаптамасы икемді, жаншып қаптауға, штампылауға, бүгілуге жеңіл ұшырап, жаңадан түзілген қаптамалары мырышқа қарағанда қышқылсыз флюстарда жақсы дәнекерленеді. *Мақсат пен міндеттері.* 2X18N10T маркалы болаттан жасалған тотықпайтын таспаны кадмийлеудің технологиясына зерттеу жүргізілді. Кадмий электролиттерінің түрлері мен құрамына салыстырмалы талдау жүргізілді. Алынатын қаптаманың сапасына әсер ететін факторлар зерттеліп, бұйымдардың электролизден кейінгі байқалатын негізгі көрсеткіштеріне есептеу жүргізілді. Қаптаманың сапасы электролиттің құрамына, оның температурасына және ток тығыздығына байланысты өзгеріске ұшырайтыны анықталды. *Нәтижелер.* Бұйымдардың беттік ауданын металмен қаптар алдында жұмыс режимін орнату барысында ток тығыздығын және қажетті ток күшін дұрыс таңдап алу үшін қапталатын бұйымның беттік ауданы есептеліп, кейін жиынтықталды. Қаптаманың сапасы электролиттің құрамына, оның температурасына және ток тығыздығына байланысты өзгеріске ұшырайтыны анықталды. Беттік активті зат пайдалану барысында потенциал арту мүмкіндігіне ие болып, берік қаптама қабатын алуға септігін тигізді. Соның ішінде декстрин, желатин, столяр желімі сияқты беттік-активті заттармен жұмыс жасалды. *Тұжырымдар.* Беттік-активті зат қолданылмаған жағдайда кадмиймен қапталған таспаның жылтырлығының болмайтыны көрінді. Ток шамадан тыс берілген кезде таспа майда түйіршіктермен қапталып, қарайып кететіндігі анықталды. Таспаны кадмийлеу барысында уақыттың мәні артқан сайын таспа бетіне шөгілген кадмий қабаты арта түскені байқалды. МемСТ 9.303-84 сәйкес тәжірибе барысында кадмиймен қапталған бұйым қорғаныштық мақсатта қолданылуға рұқсат етіледі. Қаптаманың қалыңдығы қапталған бұйымға ерітінділерді біртіндеп тамшылатып, белгілі бір уақыт аралығында оны ұстау арқылы ерітуге негізделген. Тамшылату әдісінің нәтижесінде алынған қаптаманың қалыңдығы 31 мкм екені анықталды.

Түйінді сөздер: гальваникалық қаптамалар, кадмийлеу, кадмийленген қаптама, металл бұйымдар, электролит, БАЗ, электролиз, ток тығыздығы

Сдикова Гулия Жумғатиевна

Химия ғылымдарының кандидаты, доцент

Шамилова Алмагуль Жоламановна магистр

ОСОБЕННОСТИ НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ КАДМИЯ

Г.Ж. Сдикова*, А.Ж. Шамилова

Западно-Казахстанский университет имени М.Утемисова, Уральск, Казахстан

*E-mail: sdikova.guliy@mail.ru

Резюме. *Введение.* Для достижения современного технологического уровня, стремительного экономического и научно-технического развития Республики Казахстан требуется широкое производство металлических изделий и оборудования с применением эффективных с технико-экономической точки зрения методов. Для этого одним из основных способов получения коррозионностойких и эффективных металлических изделий и деталей является кадмирование. Кадмированное покрытие гибкое, легко поддается смятию, штамповке, изгибу, лучше паяется в неокислотных флюсах, чем покрытия на основе цинка. *Цели и задачи.* Проведены исследования по технологии кадмирования детали из нержавеющей стали 2Х18Н10Т. Проведен сравнительный анализ типов и состава кадмиевых электролитов. Изучены факторы, влияющие на качество получаемого покрытия, рассчитаны основные показатели, наблюдаемые после электролиза. *Результаты.* Перед нанесением покрытия поверхности металлоизделий были проведены геометрические расчеты поверхности покрываемых изделий обработаны их результаты, для правильного подбора плотности силы тока при заданном режиме работы. Установлено, что качество покрытия меняется в зависимости от состава электролита, температуры и плотности тока. Во время использования ПАВ потенциал увеличился что способствовало получению прочного слоя покрытия. В качестве поверхностно-активных веществ были использованы декстрин, желатин, столярный клей. *Заключение.* Было обнаружено, что пластинка с кадмиевым покрытием не имеет блеска в отсутствие поверхностно-активного вещества, при чрезмерном употреблении тока металлическая пластинка покрывается мелкими вкраплениями и чернеет. При нанесении гальванического покрытия на основе кадмия отмечено, что слой кадмия, осажденный на поверхности пластинки увеличился по истечению времени. В соответствии с ГОСТ 9.303-84 допускается использование полученного в ходе эксперимента кадмированного изделия в защитных целях. Толщина покрытия основана на растворении покрытого изделия путем капельного метода с помощью растворов и выдержки в течение определенного периода времени. Было определено, что толщина покрытия, полученного в результате капельного метода, составляет 31 мкм.

Ключевые слова: гальванические покрытия, кадмирование, кадмированное покрытие, металлоизделия, электролит, ПАВ, электролиз, плотность тока

Сдикова Гулия Жумгатовна

Кандидат химических наук, доцент

Шамилова Алмагуль Жоламановна

Магистр, преподаватель

References

1. Baldwin K.R., Smith C.J. Advances in replacements for cadmium plating in aerospace applications. *The internat.j. of surface engineering and coatings*. No.6, 1996, 202-209, <https://org/10.1080/00202967.1996.11871127>
2. Scott P. What is involved in cadmium plating. *About mechanics*. September 03, 2022. Availableat: <https://www.aboutmechanics.com>
3. Barrows W.P., Williams K.D. Cadmium plating. *J/of the American society for naval engineers*. Volume 48, issue 1. 1936 59-67. Availableat: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1559-3584.1936.tb05633.x>
4. M. Nathaniel Mead. Cadmium confusion: Do consumers need protection. *Environhealthperspect*. Dec, 2010. 118(12), 528-534. <https://org/10.1289/ehp.118-a528>

5. Frank Altmayer. Is cadmium finished. *Plating & Surface Finishing. Advice&counsel*. March, **2007**. 22-26. Availableat: <https://www.nmfr.org/pdf/psf2007/030722.pdf>
6. Cadmium plating by hughmorro. Volume 93. Issue 1, Supplement 1, January, **1995**. 201-204. <https://www.sciencedirect.com/journal/metal-finishing>.
7. Chigrinova N.M., Chiigrinov V.E., Radchenko A.A. Technologii sozdaniya dekorativno-iznosostojkih materialov. *Sozdanie novyh i sovershenstvovanie dejstvuyushchih tekhnologij i oborudovaniya naneseniya gal'vanicheskikh i ih zameshchayushchih pokrytij: materialy dokladov respublikanskogo nauchno-tekhnicheskogo seminara*. Minsk, BGTU, **2011**, 130-138. (In Russ.).
8. Hranilov YU.P. Ekologiya i gal'vanotekhnika: problemi resheniya. Kirov, VyatGU, **2010**, 97 p. (In Russ.).
9. Joseph Menke. Themany sides of cadmium plating. *Corrosion*. San Diego, California, **2003**. Availableat: <https://onepetro.org/NACECORR/proceedings-abstract/CORR03/All-CORR03/NACE-03020/114788>
10. Waldfried Plieth. *Electrochemistry for Materials Science*. **2008**. P. 195-229. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52792-9.X5001-5>.
11. Semyonova I.V., Florianovich G.M., Horoshilov A.V. Korroziya i zashchita ot korrozii. M., Fizmatlit, **2010**. 416.
12. Kudreyeva L.K. Gal'vanikalyk kaptamalar alu tekhnologiyasy. Almaty, Kazak universiteti, **2013**. 187 p. (In Kazakh.).
13. Vysockaya N.A., Kabyzbekova B.N., Ajkozova L.D., Bekzhigitova K.A. Kachestvokadmiyhpokrytij, poluchennyhizelektrolitov s sero- ifosforsoderzhashchimipoverhnostno-aktivnymiveshchestvami. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy*, **2020**, No.1, 58-62. (In Russ.).
14. Shluger M.A. *Gal'vanicheskie pokrytiya v mashinostroenie*. M., Mashinostroenie, **2013**. 240 p. (In Russ.).

SYNTHESIS AND ROOT FORMING ACTIVITY OF THE INCLUSION COMPLEXES OF HETEROCYCLIC THIOANHYDRIDES WITH ARABINOGLACTAN

Ye.S. Sycheva¹, I.N. Anuarbekova¹, D.B. Markina^{1,2}, M.S. Mukanova^{1,2*},
G.S. Mukanova³

¹A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

³RSE "Institute of Botany and Phytointroduction" CFW MEGNR RK, Almaty, Kazakhstan

*E-mail: chem_mukan@mail.ru

Abstract. *Introduction.* Nitrogen-containing heterocycles are structural elements of many synthetic and endogenous biologically active substances. In this regard, they have particular interest as objects of study of the relationship between the structure and biological activity. *The aim* of this work is the development of new plant growth stimulants, based on nitrogen-containing heterocyclic dithiocarbamic acids and their inclusion complexes with arabinogalactan, and the study of their root-forming activity. *Results and discussion.* Synthesis of sodium dithiocarbamate of 5-amino-1,3,4-thiadiazole-2-thiol and its carbonyl derivatives cyclopropane, 4-fluoro- and 4-methoxybenzoic thioanhydrides has been carried out. Conditions for synthesis of the inclusion complexes of thioanhydrides 2-4 with arabinogalactan (AG) have been developed. The synthesis of the bioorganic inclusion complexes of substrates with AG has been carried out in the mass ratio of the initial reagents 1:1 in dimethyl sulfoxide, the duration of the reactions has been 8 hours at the temperature of 55-60 °C. The inclusion complexes with arabinogalactan have been obtained with the yield of 62-88%. The structure of the synthesized heterocyclic thioanhydrides has been established based on IR and ¹H and ¹³C NMR spectroscopy. Field tests have been carried out to identify the root-forming activity of the obtained compounds and to determine the effect of the growth stimulants on the growth of the root system of vanguard spirea cuttings. *Conclusion.* It has been found that biocomplex 4-methoxybenzoic (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbamothioic thioanhydride with arabinogalactan 7 increases the rooting and survival of the planting material and at the concentration of 100 mg/l shows a high yield of the rooted spirea cuttings (90%), as compared with the control (13%) and standards Kornevin (20%) and AN-16 (36%).

Key words: 5-amino-1,3,4-thiadiazole-2-thiol, dithiocarbamate, thioanhydrides, biocomplex, root forming activity

Sycheva Yelena Sergeyevna

*Candidate of Chemical Sciences,
E-mail: yelena-sycheva@yandex.kz*

Anuarbekova Indira Niayzbekkyz

*PhD of Chemical Sciences, E-mail:
Indikosh_1987@mail.ru*

Markina Dariay Bazarbekovna

Master of Engineering Sciences, E-mail: dimels_946@list.ru

Citation: Sycheva Ye.S., Anuarbekova I.N., Markina D.B., Mukanova M.S., Mukanova G.S. Synthesis and root forming activity of inclusion complexes of heterocyclic thioanhydrides with arabinogalactan. *Chem. J. Kaz.*, 2023, 2(82), 89-98. DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.16>

<i>Mukanova Meruyert Sissenbekovna</i>	Candidate of Chemical Sciences, E-mail: chem_mukan@mail.ru
<i>Mukanova Gaukhar Sissenbekovna</i>	Candidate of Biological Sciences, E-mail: appleforest_protection@mail.ru

1. Introduction

At present, an interest in arabinogalactan (AG) has been increased significantly due to the high content in plant materials and unique properties [1, 2]. AG occupies a special place among polysaccharides. In recent years, studies of biological activity of AG have intensified sharply. This is facilitated by its properties such as high solubility in water and biological activity, uniquely low viscosity of solutions and biodegradability. AG can serve as a targeted carrier for the delivery of diagnostic and therapeutic agents, as well as enzymes, nucleic acids, vitamins or hormones to specific cells [3-6]. AG is used in medicine in the treatment of various gastrointestinal diseases [7], has adhesive properties and exhibits antimicrobial [8], antimycobacterial [9], antioxidant and immunological [10], antiviral [11] and anticancer [12] activity.

If earlier AG was used mainly as an auxiliary substance in the production of various dosage forms, now due to a detailed study of the properties of AG, it is considered as an independent biologically active additive. Using AG in veterinary medicine is very promising. Feeds with the addition of AG maintain the level of bifidobacteria and lactobacilli in the gastrointestinal tract of animals, thereby improving nutritional efficiency, increasing weight gain and reducing the need for conventional antibiotics [13].

Another direction of using AG is its use as a matrix for creating bioorganic complexes of growth-stimulating action to improve solubility and improve the quality of germination, productivity and yield of plants and crops [14].

2. Experimental part

The progress of the reactions and the purity of the products were monitored by thin-layer chromatography on Silufol UV-254 plates with the display of spots of the compounds with iodine vapor, an eluent was ethanol. IR spectra were recorded on a Nicolet 5700 spectrometer in a thin layer. The melting points of the compounds were determined on a Hanon MP450 instrument. The ^1H and ^{13}C NMR spectra of the compounds were recorded on a JNM-ECA 400 spectrometer (Jeol) with the operating frequency of 400 (^1H) and 100 MHz (^{13}C) of the deuterated pyridine- d_5 solution. All reagents and solvents were received from Sigma-Aldrich and used without further purification. An elemental analysis was carried out on a Rapid Micro N Cube elemental analyzer (Elementar, Germany, 2015).

Sodium (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbomodithioate (I). A solution of 2.4 g (0.075 mol) of NaOH in 5 ml of distilled water was added to a mixture of 10 g (0.075 mol) 5-amino-1,3,4-thiadiazole-2-thiol in 40 ml of ethanol. Then a

solution of 5.7 g (0.075 mol) carbon disulfide was added dropwise. The reaction mixture was stirred at r.t. at 22°C for 4 h. The solvent was distilled off in a water-jet pump vacuum. The product was purified by recrystallization from acetonitrile. The yield of the compound 1 was 13.21 g (76%), R_f 0.79 (ethanol). Found, %: C 15.69; H 1.02; N 18.29; S 55.29. $C_3H_2N_3NaS_4$. Calculated, %: C 15.58; H 0.87; N 18.17; S 55.45. IR spectra, ν , cm^{-1} : 3309 (N–H), 1018 (C=S), 686 (C–S). NMR 1H spectra (pyridine- d_5), δ , ppm: 7.93 (broad singlet, 2H, SH; NH). NMR ^{13}C spectra (pyridine- d_5), δ , м.д.: 164.7 (SH–CH=N; S–CH=N); 179.3 (C=S).

Cyclopropanecarboxylic (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbamothioic thioanhydride (2). A solution of 0.9 g (0.0086 mol) of cyclopropane chloride was added dropwise to a solution of 2 g (0.0086 mol) sodium (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbamodithioate in 25 ml of chloroform with stirring. The mixture was stirred at the room temperature of 22°C for two hours. The solvent was distilled off in a water-jet pump vacuum, the product was isolated by recrystallization from ethanol. The yield was 1.55 g (65%), m.p. 225 °C. Found, %: C 30.45; H 2.37; N 15.27; S 46.41. $C_7H_7N_3OS_4$. Calculated, %: C 30.31; H 2.54; N 15.15; S 46.23. IR spectra, ν , cm^{-1} : 3236 (N–H), 1712 (C=O), 1068 (C=S), 690 (C–S). NMR 1H spectra (pyridine- d_5), δ , ppm: 0.78 (t, 2H, CH_2); 1.04 (t, 2H, CH_2); 1.82 (m, 1H, CH); 8.07 (br. s, 2H, SH; NH). NMR ^{13}C spectra (pyridine- d_5), δ , м.д.: 9.1 (2 CH_2), 14.5 (CH), 153.7 (S–CH=N); 162.7 (SH–CH=N); 173.1 (C=O); 185.7 (C=S).

4-Fluorobenzoic (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbamothioic thioanhydride (3) was synthesized in a similar way. The yield was 2.52 g (88%), m.p. 223 °C. Found, %: C 36.37; H 1.95; N 12.80; S 38.55. $C_{10}H_6FN_3OS_4$. Calculated, %: C 36.24; H 1.82; N 12.68; S 38.70. IR spectra, ν , cm^{-1} : 3221 (N–H), 1666 (C=O), 1060 (C=S), 671 (C–S). NMR 1H spectra (pyridine- d_5), δ , ppm: 6.97 (t, 2H, Ar); 8.24 (t, 2H, Ar); 8.11 (br. s, 1H, SH; 1H, NH). NMR ^{13}C spectra (pyridine- d_5), δ , ppm: 115.5, 130.9, 131.2, 163.8 (Ar); 162.8 (SH–CH=N); 163.9 (S–CH=N); 166.4 (C=O); 183.3 (C=S).

4-Methoxybenzoic (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbamothioic thioanhydride (4) was synthesized in a similar way. The yield was 2.37 g (81%), m.p. 225 °C. Found, %: C 38.61; H 2.83; N 12.54; S 37.55. $C_{11}H_9FN_3O_2S_4$. Calculated, %: C 38.47; H 2.64; N 12.23; S 37.34. IR spectra, ν , cm^{-1} : 3278 (N–H), 1651 (C=O), 1026 (C=S), 636 (C–S). NMR 1H spectra (pyridine- d_5), δ , ppm: 3.61 (s, 3H, OCH_3); 6.89-7.11 (m, 4H, Ar); 8.16 (br. s, 1H, SH; 1H, NH). NMR ^{13}C spectra (pyridine- d_5), δ , ppm: 55.4 (OCH_3); 114.2, 130.1, 130.7 (Ar); 162.7 (SH–CH=N), 163.6 (S–CH=N); 166.3 (C=O); 183.4 (C=S).

Complex of cyclopropanecarboxylic (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbamothioic thioanhydride with arabinogalactan (5). A mixture of 0.6 g of AG and 0.6 g of cyclopropanecarboxylic (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbamothioic thioanhydride (2) in the mass ratio of 1:1 were dissolved in 10 ml of DMSO and stirred at the temperature of 55-60°C within 8 hours. After completion of the reaction, the complex was precipitated with acetone. The

formed precipitate was filtered off and dried. An inclusion complex with AG 5 was obtained as a white powder, the yield was 1.06 g (88%).

Complex 4-fluorobenzoic (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbamothioic thioanhydride with arabinogalactan (6) was synthesized in a similar way. The yield was 1.02 g (78%).

Complex 4-methoxybenzoic (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbamothioic thioanhydride with arabinogalactan (7) was synthesized in a similar way. The yield was 0.86 g (62%).

Field tests were carried out in the Institute of Botany and Phytointroduction to determine the root-forming activity of the new synthesized compounds.

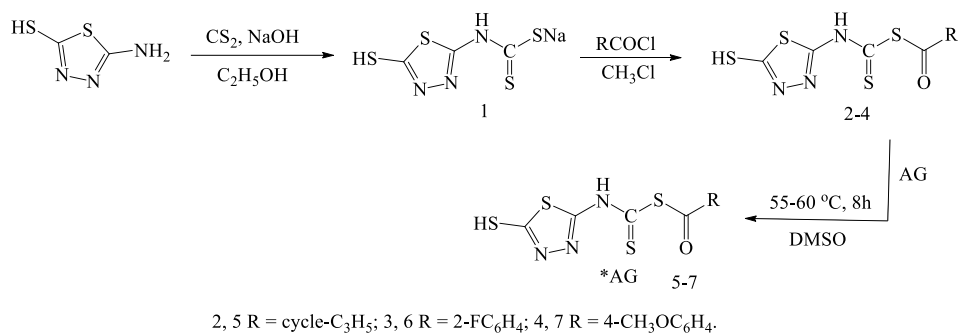
Cuttings of spirea vanhutta (*Spiraeaxvanhouttei*) were used in the experiment. Semi-lignified cuttings of spirea 8-9 cm long with three buds in an amount of 30 pieces were soaked in the solutions of substances with concentrations (50 mg/l, 100 mg/l) for 6 hours. The cuttings were planted in a greenhouse with a prepared substrate (soil:sand). The duration of the experiment was 5 months. The survival rate of the planted cuttings was determined one month after planting. The following parameters: the number of rooted cuttings; the formed roots; the length of the roots were used to determine the biological activity.

The scheme of the experiments on cuttings:

1. Control (Water);
2. Kornevin (standard), (50 mg/l, 100 mg/l);
3. EN-16 (standard), (50 mg/l, 100 mg/l);
4. Compound 5 (50 mg/l, 100 mg/l);
5. Compound 6 (50 mg/l, 100 mg/l);
6. Compound 7 (50 mg/l, 100 mg/l).

3. Results and discussion

In order to synthesize new carbonyl dithiocarbamine derivatives, heterocyclic thioanhydrides have been synthesized from sodium (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbamodithioate. Acylation of dithiocarbamate has been carried out by reacting sodium (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbamodithioate 1 with acid chlorides (cyclopropane, 4-fluorobenzoic and 4-methoxybenzoic) in chloroform at the room temperature for 3 hours. Heterocyclic thioanhydrides 2-4 have been obtained in the form of crystals with the yield of 65-88%.



AG is a promising synthon for the synthesis of water-soluble complexes on its basis due to its diverse biological activity and the content of hydroxyl groups in its structure. The synthesis of the supramolecular inclusion complexes of heterocyclic thioanhydrides with arabinogalactan has been carried out in dimethyl sulfoxide at the temperature of 55-60°C for 10 hours. As a result, the inclusion complexes with arabinogalactan have been obtained with the yield of 62-88%.

The structure of the synthesized compounds 2-4 has been established based on elemental analysis, IR spectroscopy and ¹H and ¹³C NMR spectroscopy.

There is an absorption band of stretching vibrations of the C=S group in the region of ν 1026-1068 cm⁻¹ in the IR spectra of thioanhydrides 2-4. Stretching vibrations of the C-S bond are manifested in the region of ν 636-690 cm⁻¹ and absorption bands are also observed in the regions of ν 3221-3278 cm⁻¹, which are characteristic for the NH group. The presence of a characteristic absorption band in the region ν 1651-1712 cm⁻¹ confirms the introduction of the C=O group into the molecules of the new compounds.

In the ¹³C NMR spectra of compounds 2-4, the signals for the carbon atoms of the C=O and C=S groups are found in the low field region δ 166.3-173.1 ppm and 183.3-185.7 ppm, respectively.

The study of the effect of root-forming activity of the synthesized compounds on cuttings of spirea vanhoutte (*Spiraeaaxvanhouttei*) has been carried out in the field.

The treatment of cuttings with the compounds has led to an increase in the survival rate of the rooted cuttings. A more stable positive trend of root formation has been noted in variants 6 and 7, taking into account the applied concentration and the degree of development of the root system.

A high percentage of rooting of semi-lignified cuttings has been recorded at the concentration of 100 mg/l for the compound 7-90%, which exceeds the control by 6.9 times, and the reference standard (Kornevin) by 4.5 times and (AN-16) by 2.5 times (Figure 1).

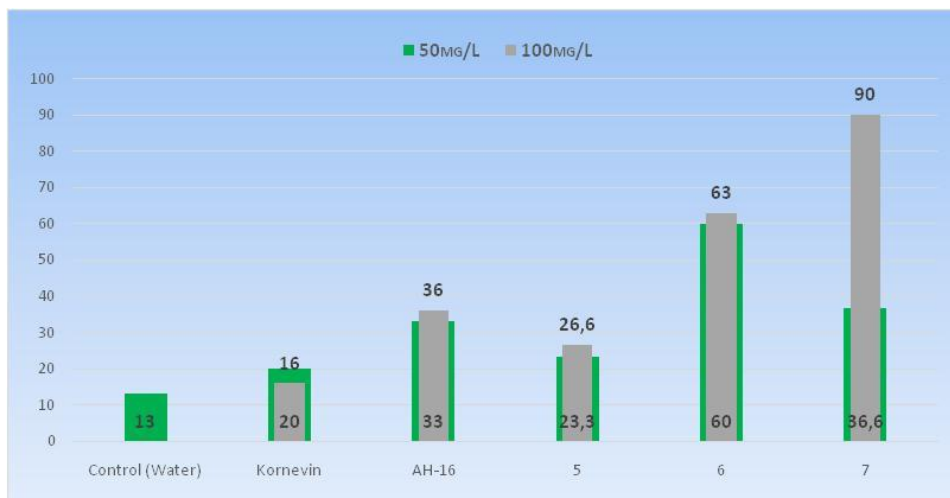


Figure 1 – Influence of the compounds 5-7 on the number of rooted cuttings of spirea vanhouttei (Spiraeaxvanhouttei) at the concentrations of 50 and 100 mg/l.

An analysis of the test results has shown that the compound 7 at the concentration of 50 mg/l exhibits a high root-forming activity on the cuttings as compared with the control and standards (Kornevin and AN-16). The number of roots and the length of the formed roots at the concentration of 50 mg/l have been: for the control 2.75 pcs and 4.01 cm, respectively; for Kornevin standard 3.67 pieces and 3.4 cm; for AN-16 4 pcs and 2.42 cm and using the compound 7, 4.62 pcs and 2.29 cm.

The compounds 5, 6 have shown the same root-forming activity at the level of the reference standard AN-16 (Figure 2).

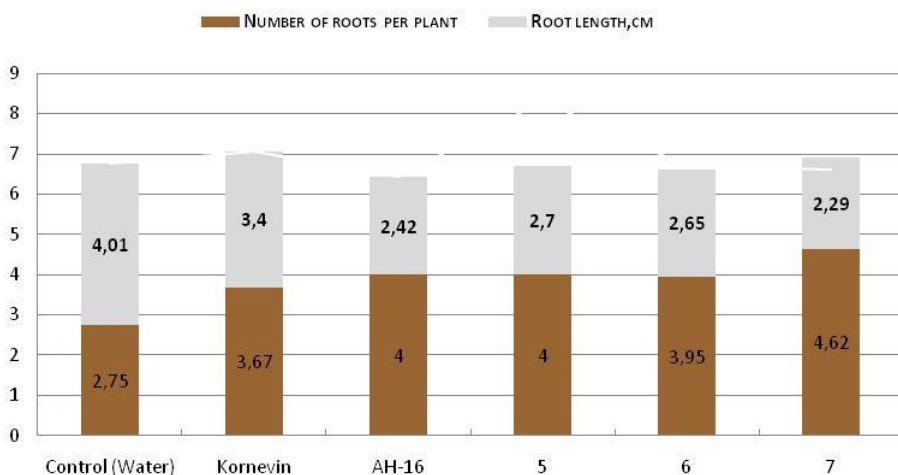


Figure 2 – The effect of the compounds 5-7 on the number and length of roots of spirea vanhouttei (Spiraeaxvanhouttei) at a concentration of 50 mg/l.

The compound 7 has shown a high number of root-forming centers (4.88 pcs) at the concentration of 100 mg/l as compared with the control (2.75 pcs), Kornevin standard (3.2 pcs) and AN-16 (3.5 pcs) (Figure 3).

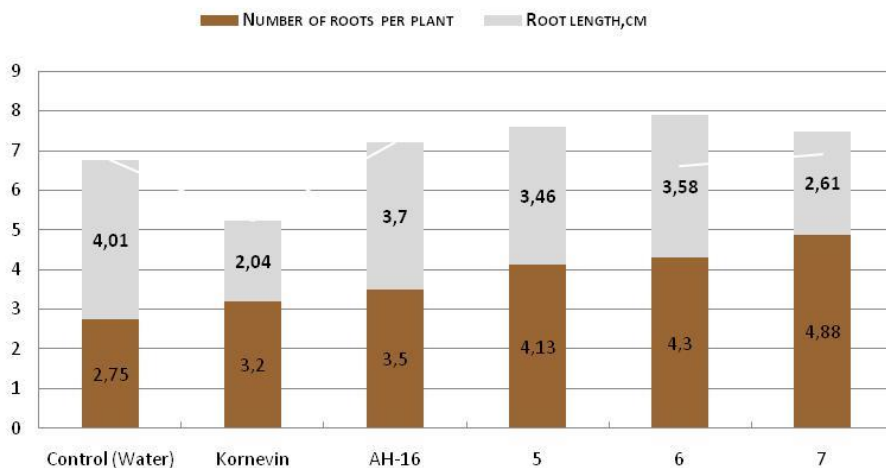


Figure 3 – An influence of the compounds 5-7 on the number and length of roots of spirea vanhouttei (*Spiraeaaxvanhouttei*) at a concentration of 100 mg/l.

4. Conclusion

New heterocyclic thioanhydrides of dithiocarbamic acids, based on sodium (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbomodithioate, and their supramolecular inclusion complexes with the natural polysaccharide arabinogalactan have been synthesized as a result of the performed study.

It has been established that using the inclusion complexes of heterocyclic thioanhydrides with arabinogalactan increases the rooting and survival of the planting material. The complex of 4-methoxybenzoic (5-mercapto-1,3,4-thiadiazol-2-yl)carbamothioic thioanhydride with arabinogalactan at the concentration of 50 mg/l has provided up to 90% survival of semi-lignified spirea cuttings, and contributed to the increased root formation in the initial period of growth.

Acknowledgements: The SC MSHE RK supported this work within the framework of the grant project for young scientists No. AR09057956 (2021-2023) “Development of bioorganic complexes with natural polysaccharides as an ecologically safe plant protection product”.

Conflict of Interest: All authors declare that they have no conflict of interest.

АРАБИНОГАЛАКТАНМЕН ГЕТЕРОЦИКЛДІ ТИОАНГИДРИДТЕРДІҢ КЕШЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ТАМЫРТҮЗГІШ БЕЛСЕНДІЛІГІ

Е.С. Сычева¹, И.Н. Әнуарбекова¹, Д.Б. Маркина^{1,2}, М.С. Муканова^{1,2*}, Г.С. Муканова³¹Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты, Алматы, Қазақстан²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан³РМК «Ботаника және фитоинтродукция институты» ҚР ЭГТРМ ОШЖДК, Алматы, Қазақстан

*E-mail: chem_mukan@mail.ru

Түйіндемe. *Кіріспе.* Құрамында азот бар гетероциклдер көптеген синтетикалық және эндогендік биологиялық белсенді заттардың құрылымдық элементтері болып табылады. Осыған байланысты олар құрылым мен биологиялық белсенділіктің байланысын зерттеу объектілері ретінде ерекше қызығушылық тудырады. *Жұмыстың мақсаты* құрамында азот бар гетероциклді дитиокарбамин қышқылдары, олардың арабиногалактанмен кешенді қосылыстары негізінде жаңа өсімдіктің өсуін ынталандырғыштар алу және олардың тамыртүзгіш белсенділігін зерттеу болып табылады. *Нәтижелер және талқылау.* 5-амин-1,3,4-тиадиазол-2-тиол натрий дитиокарбаматының және оның карбонилді циклопропан, 4-фтор- және 4-метоксибензой тиоангидридтері туындыларының синтезі жүзеге асырылды. 2-4 тиоангидридтердің арабиногалактанмен (АГ) кешенді қосылыстарын синтездеу жағдайлары жасалынды. Арабиногалактанмен субстраттардың биоорганикалық кешенді қосылыстарының синтезі диметилсульфоксидтегі бастапқы реагенттердің 1:1 массалық қатынасында жүргізілді, реакциялардың ұзақтығы 55-60 °С температурада 8 сағатты құрады. Синтезделген гетероциклді тиоангидридтердің құрылымы ИҚ спектроскопиясы және ¹H және ¹³C ЯМР спектроскопиясы мәліметтері негізінде анықталды. Алынған қосылыстардың тамыртүзгіш белсенділігін анықтау және вангутта спиреясы кесінділерінің тамыр жүйесіне өсуін ынталандыратын әсерін анықтау үшін далалық сынақтар жүргізілді. *Қорытынды.* Карбамотно қышқылы 4-метоксибензой (5-меркапто-1,3,4-тиадиазол-2-ил) тиоангидридінің арабиногалактанмен 7 биокешені отырғызу материалының тамырлануы мен жерсінуін арттырады және 100 мг/л концентрацияда бақылаумен (13%), Корневин (20%) және АН-16 (36%) стандарттарымен салыстырғанда спиреяның тамырлы кесінділерінің жоғары шығымдылығын (90%) көрсетті.

Түйін сөздер: 5-амино-1,3,4-тиадиазол-2-тиол, дитиокарбамат, тиоангидридтер, биокешендер, тамыртүзгіш белсенділік

<i>Сычева Елена Сергеевна</i>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Әнуарбекова Индира Ниязбекқызы</i>	<i>PhD</i>
<i>Маркина Дария Базарбековна</i>	<i>Техникалық ғылымдар магистрі</i>
<i>Муканова Меруерт Сисенбековна</i>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Муканова Гаухар Сисенбековна</i>	<i>Биология ғылымдарының кандидаты</i>

СИНТЕЗ И КОРНЕОБРАЗУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСОВ ВКЛЮЧЕНИЯ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ ТИОАНГИДРИДОВ С АРАБИНОГАЛАКТАНОМ

Е.С. Сычева¹, И.Н. Ануарбекова¹, Д.Б. Маркина^{1,2}, М.С. Муканова^{1,2*}, Г.С. Муканова³¹Институт химических наук имени А.Б. Бектұрова, Алматы, Казахстан²Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан³РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭГПР РК, Алматы, Казахстан

*E-mail: chem_mukan@mail.ru

Резюме. *Введение.* Азотсодержащие гетероциклы являются структурными элементами многих синтетических и эндогенных биологически активных веществ. В связи с этим, они представляют особый интерес как объекты изучения взаимосвязи структуры и биологической активности. *Целью* данной работы является разработка новых стимуляторов роста растений на основе азотсодержащих гетероциклических дитиокарбаминовых кислот, их комплексов включения с арабиногалактаном и изучение их корнеобразующей активности. *Результаты и обсуждение.* Осуществлен синтез дитиокарбамата натрия 5-амино-1,3,4-тиадиазол-2-тиола и его карбонильных производных циклопропанового, 4-фтор- и 4-метоксibenзойных тиоангидридов. Разработаны условия синтеза комплексов включения тиоангидридов 2-4 с арабиногалактаном (АГ). Синтез биоорганических комплексов включения субстратов с АГ проводили при массовом соотношении исходных реагентов 1:1 в диметилсульфоксиде, продолжительность реакций составила 8 часов при температуре 55-60 °С. Комплексы включения с арабиногалактаном получены с выходами 62–88%. Строение синтезированных гетероциклических тиоангидридов установлено на основании данных ИК спектроскопии и спектроскопии ЯМР ¹H и ¹³C. Проведены полевые испытания по выявлению корнеобразовательной активности полученных соединений и определению действия стимуляторов роста на рост корневой системы черенков спиреи вангутта. *Заключение.* Установлено, что биокомплекс 4-метоксibenзойного (5-меркапто-1,3,4-тиадиазол-2-ил) тиоангидрида карбамотиевой кислоты с арабиногалактаном 7 повышает укореняемость и приживаемость посадочного материала и в концентрации 100 мг/л показывает высокий выход укорененных черенков спиреи (90%) по сравнению с контролем (13%), стандартами Корневин (20%) и АН-16 (36%).

Ключевые слова: 5-амино-1,3,4-тиадиазол-2-тиол, дитиокарбамат, тиоангидриды, биокомплексы, корнеобразующая активность

<i>Сычева Елена Сергеевна</i>	<i>Кандидат химических наук</i>
<i>Ануарбекова Индира Ниязбекқызы</i>	<i>PhD</i>
<i>Маркина Дария Базарбековна</i>	<i>Магистр технических наук</i>
<i>Муканова Меруерт Сисенбековна</i>	<i>Кандидат химических наук</i>
<i>Муканова Гаухар Сисенбековна</i>	<i>Кандидат биологических наук</i>

References

1. Saeidy S., Petera B., Pierre G., Fenoradosoa T.A., Djomdi D., Michaud P., Delattre C. Plants arabinogalactans: From structures to physico-chemical and biological properties. *Biotechnol. Adv.* **2021**, 53, 107771. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2021.107771>
2. Chen R., Xu J., Wu W., Wen Y., Lu S., El-Seedi H. R., Zhao C. Structure immunomodulatory activity relationships of dietary polysaccharides. *Curr. Res. Food Sci.* **2022**, 5, 1330-1341. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.08.016>
3. Wang J.-Q., Liu X.-X., Zhang J.-J., Zhang S., Jiang C., Zheng S.-W., Wang Z., D.-Y. Li, Li W., Shi D.-F. Amelioration of Cisplatin-Induced kidney injury by Arabinogalactan based on network pharmacology and molecular docking. *J. Funct. Foods.* **2023**, 104, 105504. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105504>
4. Tang S., Wang T., Huang C., Lai C., Fan Y., Yong Q. Arabinogalactans from *Larix principis-rupprechtii*: An investigation into the structure-function contribution of side-chain structures. *Carbohydr. Polym.* **2020**, 227, 115354. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115354>
5. Gao T., Ma Sh., Song J., Bi H., Tao Y. Antioxidant and immunological activities of water-soluble polysaccharides from *Aconitum kusnezoffii* Reichb. *Int. J. Biol. Macromol.* **2011**, 49, No.4, 580-586. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2011.06.017>
6. Singh B., Sharma V. Designing galacturonic acid arabinogalactan crosslinked poly(vinyl pyrrolidone)-co-poly(2-acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid) polymers: Synthesis, characterization and drug delivery application. *Polym.* **2016**, 91, 50-61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2016.03.037>

7. Abe Tanaka L.Y., De Oliveira A.J.B., Gonçalves J.E., Cipriani T.R., De Souza L.M., Marques M.C.A., De Werner M.F.P., Baggio C.H., Gorin P.A.J., Sasaki G.L., Iacomini M. An arabinogalactan with anti-ulcer protective effects isolated from *Cereus peruvianus*. *Carbohydr. Polym.* **2010**, *82*, No.3, 714-721. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.05.043>
8. Shurygina I.A., Sukhov B.G., Fadeyeva T.V., Umanets V.A., Shurygin M.G., Ganenko T.V., Kostyuro Y.A., Grigoriev E.G., Trofimov B.A. Bactericidal action of Ag(0)-antithrombotic sulfated arabinogalactan nanocomposite: coevolution of initial nanocomposite and living microbial cell to a novel nonliving nanocomposite. *Nanomed.: Nanotechnol., Biol. Med.* **2011**, *7*, No.6, 827-833. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2011.06.004>
9. Mugunthan G., Sriram D., Yogeewari P., Kartha K.P.R. Synthetic analogues of mycobacterial arabinogalactan linkage-disaccharide part II: synthesis and preliminary screening of lipophilic *O*-alkyl glycosides. *Carbohydr. Res.* **2011**, *346*, No.15, 2401-2405. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carres.2011.08.027>
10. Gao T., Ma S., Song J., Bi H., Tao Y. Antioxidant and immunological activities of water-soluble polysaccharides from *Aconitum kusnezoffii* Reichb. *Int. J. Biol. Macromol.* **2011**, *49*, No.4, 580-586. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2011.06.017>
11. De Oliveira A.J.B., Cordeiro L.M.C., Gonçalves R.A.C., Ceole L.F., Ueda-Nakamura T., Iacomini M. Structure and antiviral activity of arabinogalactan with (1→6)-β-D-galactan core from *Stevia rebaudiana* leaves. *Carbohydr. Polym.* **2013**, *94*, No.1, 179-184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.12.068>
12. Shakhtshneider T.P., Kuznetsova S.A., Zamay A.S., Zamay T.N., Spivak E.A., Mikhailenko M.A., Malyar Yu.N., Kuznetsov B.N., Chesnokov N.V., Boldyrev V.V. New composites of betulin esters with arabinogalactan as highly potent anti-cancer agents. *Nat. Prod. Res.* **2016**, *30*, No.12, 1382-1387. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2015.1060591>
13. Grieshop C. M., Flickinger E.A., Fahey G. C. Oral Administration of Arabinogalactan Affects Immune Status and Fecal Microbial Populations in Dogs. *J. Nutr.* **2002**, *132*, No.3, 478-482. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/132.3.478>
14. Coskun Y., Duran R.E., Savaskan C., Demirci T., Hakan M.T. Efficient Plant Regeneration with Arabinogalactan-Proteins on Various Ploidy Levels of Cereals. *J. Integrat. Agricult.* **2013**, *12*, No.3, 420-425. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60242-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60242-7)

INFLUENCE OF SOLID LIQUID STATES RATIOS ON THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF HUMATE-CONTAINING ORGANO-MINERAL FERTILIZERS

U.Zh. Dzhusipbekov, G.O. Nurgaliyeva*, Z.K. Bayakhmetova

A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, the Republic of Kazakhstan

*E-mail: N_gulzipa@mail.ru

Abstract. *Introduction.* Human economic activity leads to removal of nutrients from the soil along with the crop. Nutrients losses also occur because of natural processes (erosion, leaching, etc.). It is necessary to replenish the missing nutrients with the use of humate-containing organomineral fertilizers to preserve soil fertility and increase productivity. *The purpose* of this work is to study the processes of iron (III) phosphates interaction with potassium humate and to obtain humate-containing organomineral fertilizers. *Methodology.* Chemical analysis, infrared spectroscopy, X-ray phase analysis methods have been used. *Results and discussion.* The processes of obtaining humate-containing organomineral fertilizers by the interaction in the systems “iron dihydrogen phosphate - potassium humate”, “iron hydrogen phosphate - potassium humate” and “iron orthophosphate - potassium humate” have been studied. It has been determined that an increase in the S:L ratio from 1:3 to 1:6 leads to an increase in the content of the digestible forms of P₂O₅ up to 44.70%, nitrogen up to 1.85% and the output of humic substances up to 79.23%. An analysis of the IRS data indicates the multicomponentness and complexity of the composition of humate-containing organomineral fertilizers samples. *Conclusion.* It has been shown that the absorption bands of humic compounds of various functional groups and various substitutions phosphates are superimposed, while the shape of the absorption bands distorted, and their maxima have shifted to the high- or low-frequency area. It has been found that, regardless the phosphate ion nature, an increase in the ratio of S:L leads to a decrease in the absolute content of total, water-soluble and assimilable forms of P₂O₅. Concurrently, the phosphate part almost completely converted into the assimilated form. It has been defined that adding of the potassium humate, makes all phosphorus, which is in the indigestible form in the iron phosphates, almost completely pass into a mobile and assimilable form. It has been revealed that the addition of potassium humate into the systems with iron phosphates of various degrees of substitution makes it possible to neutralize the residual acidity of the pulp, and the neutralization process proceeds without P₂O₅ retrogradation. The resulting products have good physical, mechanical and fertilizer properties.

Key words: iron dihydrophosphate, iron hydrophosphate, iron orthophosphate, potassium humate, humate-containing organomineral fertilizers

Dzhusipbekov Umirzak

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Zhumasilovich

E-mail: jussipbekov@mail.ru

Nurgaliyeva Gulzipa Oryntayevna

Doctor of Chemical Sciences, E-mail: N_gulzipa@mail.ru

Bayakhmetova Zamira

Candidate of Chemical Sciences,

Kenesbekovna

E-mail: zamirabkz@mail.ru

Citation: Dzhusipbekov U.Zh., Nurgaliyeva G.O., Bayakhmetova Z.K. Influence of T:L ratios on the composition and properties of humate-containing organo-mineral fertilizers. *Chem. J. Kaz.*, 2023, 2(82), 99-108. (In Kaz.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.17>

ҚҰРАМЫНДА ГУМАТЫ БАР ОРГАНОМИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ ҚҰРАМЫ МЕН ҚАСИЕТТЕРІНЕ ҚАТТЫ СҮЙЫҚ КҮЙЛЕРІНІҢ ҚАТЫНАСЫНЫҢ ӘСЕРІ**Ө.Ж. Жүсіпбеков, Г.О. Нұрғалиева*, З.К. Баяхметова***«Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан***E-mail: N_gulzipa@mail.ru*

Түйіндемe. *Кіріспе.* Адамның шаруашылық әрекеті үдерісінде егінмен бірге топырақтан қоректік заттар жойылады, олардың жоғалуы табиғи үдерістердің де (эрозия, шайылу және т.б.) әсерінен болады. Топырақтың құнарлылығын сақтау және өсімдіктердің өнімділігін арттыру үшін құрамында гуматы бар органикалық тыңайтқыштарды қолдану арқылы жетіспейтін қоректік заттарды толықтыру қажет. *Жұмыстың мақсаты* – темір (III) фосфаттарының калий гуматымен әрекеттесу үдерістерін зерттеу және құрамында гуматы бар органикалық тыңайтқыштарды алу. *Әдістері.* Химиялық талдау, инфрақызыл спектроскопия, рентгендік фазалық талдау әдістері қолданылды. *Нәтижелер мен талқылау.* «Темір дигидрофосфаты – калий гуматы», «темір гидрофосфаты – калий гуматы» және «темір ортофосфаты – калий гуматы» жүйелеріндегі әрекеттесу арқылы құрамында гуматы бар органикалық тыңайтқыштарды алу үдерісі зерттелді. Қ:С қатынасының 1:3-тен 1:6-ға жоғарылатқанда P_2O_5 сіңірімді түрлерінің мөлшері 44.70%-ға, азоттың 1.85%-ға және гуминдік заттардың шығымының 79.23%-ға дейін артатыны айқындалды. ИҚС мәліметтерін талдау құрамында гуматы бар органикалық тыңайтқыштардың үлгілерінің құрамының көпкомпоненттілігін және күрделілігін көрсетеді. Гуминді қосылыстардың әртүрлі функционалды топтарының және негізділігі әртүрлі фосфаттардың жұтылу жолақтары қабаттасатыны, содан жұтылу жолақтарының пішіні өзгеріп, олардың максимумдары жоғары немесе төмен жиілікті аймаққа ығысатыны анықталды. *Қорытынды.* Фосфат ионының табиғатына қарамастан, Қ:С қатынасының жоғарылауы P_2O_5 -тің жалпы, суда еритін және сіңірімді түрлерінің абсолютті мәнінің төмендеуіне әкелетіні анықталды. Бұл жағдайда фосфат бөлігі толығымен дерлік сіңірімді түрге айналады. Калий гуматын енгізген кезде темір фосфаттарындағы сіңірілмейтін күйдегі барлық фосфор толығымен дерлік жылжымалы және сіңіргіштік түрге өтетіні көрсетілді. Негізділігі әртүрлі темір фосфаттары бар жүйелерге калий гуматын қосу қойыртпаның қалдық қышқылдығын бейтараптандыруға мүмкіндік беретіні, бейтараптандыру үдерісі P_2O_5 ретроградациясынсыз жүретіні анықталды. Алынатын өнімдердің жақсы физика-механикалық және тыңайтқыштық қасиеттерге не екендігі анықталды.

Түйінді сөздер: темір дигидрофосфаты, темір гидрофосфаты, темір ортофосфаты, калий гуматы, құрамында гуматы бар органикалық тыңайтқыштар

<i>Жүсіпбеков Өмірзақ Жұмасыұлұлы</i>	<i>Техника ғылымдарының докторы, профессор</i>
<i>Нұрғалиева Гүлзипа Орынтайқызы</i>	<i>Химия ғылымдарының докторы</i>
<i>Баяхметова Замира Кеңесбекқызы</i>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты</i>

1. Кіріспе

Қазіргі уақытта халық санының қарқынды өсуіне, су ресурстарының тапшылығы, топырақтың ластануы мен тұздануына байланысты халықты азық-түлікпен қамтамасыз ету үшін ауыл шаруашылығында құрамында гуматы бар органикалық тыңайтқыштарды қолдану қажет [1, 2]. Қазақстанда осындай тыңайтқыштарды алуға керекті шикізат бар: фосфориттер, өндіріс қалдықтары, құрамында өсімдіктің өсуі мен дамуына қажетті қоректік заттар (фосфор, калий, марганец, бор, гуминді қосылыстар және т.б.) бар қоңыр көмірлер.

Авторлар [3-5] органикалық тыңайтқыштарды фосфоритті азот және фосфор қышқылдарымен, сондай-ақ осы қышқылдардың қоспасымен

ыдырату үдерісіне құрамында гумин қосылыстары бар қарашірікті қосу арқылы алу әдістерін зерттеді. Бұл минералды қышқылдардың стехиометриядан төмен мөлшерін қолдануға мүмкіндік береді, яғни қышқыл реагенттің шығынын 50%-ға азайтады. Қарашіріктің құрамындағы гумин қышқылдары кальциймен әрекеттесуі нәтижесінде фосфордың цитратта және суда еритін түрлерінің түзілуіне сәйкес келетін $\text{CaO/P}_2\text{O}_5$ қатынасын реттеуге болатындығын көрсетті. Ал [6, 7] жұмыстарда минералды тыңайтқыштар менгуминді қосылыстар әрекеттескенде кальций мен магнийдің гуматтары түзілетіндіктен топырақтағы фосфаттың фиксациясы азайып, фосфордың сіңірілуін арттыруға болатындығы анықталған. [8] жұмыста гуматтың әртүрлі суперфосфаттармен әрекеттесуі қарастырылып, түзілетін фосфат-металлгумат кешендері тыңайтқыштағы фосфордың тұрақты және өсімдіктерге сіңірімді түрдегі қосылыстары болып табылатындығы айқындалған.

Жалпы, ғылыми әдебиеттерге жасалған талдау органоминаралды тыңайтқыштар фосфатты шикізатты қышқылмен ыдырату кезінде немесе өндірісте шығарылатын минералды тыңайтқыштарға қарашірік, қоңыр көмір немесе гуматтарды қосу арқылы алынатындығын көрсетті. Алайда, бастапқы фосфатты шикізаттың құрамында кальцийдің, магнийдің, темірдің және алюминийдің мөлшерінің жоғары болуына байланысты қышқылдық реагенттер көп жұмсалады және фосфордың өсімдіктерге сіңірімді түрге өтуі қиын болады. Бұл технологиялық үдерістердің айтарлықтай күрделенуіне әкеледі және алынған өнімдерінің сапасына кері әсерін тигізеді. Осы мәселелерді гуминді қосылыстарды қолдану арқылы шешуге болады.

Жұмыстың мақсаты темір (III) фосфаттарының калий гуматымен әрекеттесу үдерістерін зерттеу және құрамында гуматы бар органоминаралды тыңайтқыштарды алу.

2. Тәжірибелік бөлім

Тәжірибе жасау үшін бастапқы компоненттер ретінде Ойқарағай (Алматы обл.) кен орнының қоңыр көмірінен калий гидроксидімен экстракциялау арқылы алынған калий гуматы, құрамы (мас. %): Na^{daf} – 80.35; A^{a} – 18.80; W^{a} – 13.35, темірдің дигидрофосфаты, құрамы (мас. %): P_2O_5 – 61.38; Fe_2O_3 – 23.05, гидрофосфаты, құрамы (мас. %): P_2O_5 – 53.25; Fe_2O_3 – 40.0 және ортофосфаты, құрамы (мас. %): P_2O_5 – 47.02; Fe_2O_3 – 52.98 қолданылды.

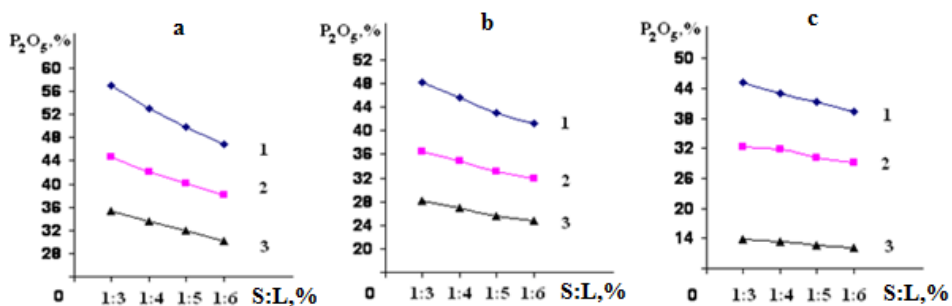
Темірдің дигидро-, гидро- және ортофосфаттарының калий гуматымен әрекеттесу үдерісіне К:С қатынасының әсері зерттелді, тәжірибе 60°C температурада 60 мин жүргізіліп, қойыртпаның қалған қышқылдығы 5% аммиактың сулы ерітіндісімен рН 3.5-4.0 дейін бейтарапталды. Одан кейін алынған қойыртпа $75-80^\circ\text{C}$ температурада салмағы бірқалыпты болғанға дейін кептірілді. Алынған өнімнің құрамындағы P_2O_5 -тің жалпы, суда еритін

және сіңірімді түрлерінің, азоттың мөлшерлері [9] және гумин қышқылдарының шығымы NA^{daf} [10] химиялық әдістермен анықталды.

Үлгілердің ИҚ-спектроскопиялық зерттеуі ИҚ-Фурье-спектрометрінде (Nicolet 5700, АҚШ) $4000\text{-}400\text{ см}^{-1}$ толқындар диапазонында жүргізіліп, ИҚ-спектрлердегі жұтылу жолақтарын талдау әдеби деректерге сәйкес жүзеге асырылды [11-13]. Үлгілердің ИҚ-спектрлерін алу үшін 0.5-1.0 мг мөлшердегі зат өлшендісіне калий бромидін (0.25 мг) қосып мұқият араластырылды және таблеткаға престелді. Алынған үлгілердің фазалық құрамы «ДРОН-3» дифрактометрінде (MoK_α - шағылуы) анықталды, ток күші –20мА және кернеуі – 25 кВ. Үлгілердің рентгенограммаларының идентификациясы эталондық рентгенограммалармен және әдебиеттік мәліметтермен салыстыру арқылы жүргізілді [14].

3. Нәтижелер және талқылау

«Темір дигидрофосфаты – калий гуматы», «темір гидрофосфаты – калий гуматы» және «темір ортофосфаты – калий гуматы» жүйелеріндегі әрекеттесу үдерісіне Қ:С қатынасының әсерін зерттеу кезінде алынған нәтижелер 1-суретте көрсетілген.



1 – P_2O_5 жалпы, 2 – P_2O_5 сіңіріп, 3 – P_2O_5 суда ер., жүйе: а – «темір дигидрофосфаты – калий гуматы»; б – «темір гидрофосфаты – калий гуматы»; с – «темір ортофосфаты – калий гуматы»

Сурет 1 – P_2O_5 -тің әртүрлі түрлері мәндерінің Қ:С қатынасына байланысты өзгеруі

Қ:С қатынасын 1:3-тен 1:6-ға дейін жоғарылатқанда фосфат ионының табиғатына қарамастан P_2O_5 -тің жалпы, суда еритін және сіңірімді түрлерінің абсолютті мәндерінің төмендейтіндігі анықталды. Мысалы, 2.5% калий гуматының ерітіндісі темір дигидрофосфатымен әрекеттескенде жалпы P_2O_5 -тің мөлшері 56.94-тен 46.91%-ға дейін, сіңірімді P_2O_5 – 44.70-тен 38.13%-ға дейін және суда еритін P_2O_5 – 35.37-тен 30.14%-ға төмендейді (1а-сурет, 1-3 қисықтар), темір гидрофосфатымен, сәйкесінше – 48.15-тен 41.27%-ға дейін, 36.58-ден 31.83%-ға дейін және 28.13-тен 24.79%-ға дейін (1б-сурет, 1-3 қисық сызықтар), ал темір ортофосфатымен, сәйкесінше

45.09-дан 39.42%-ға дейін, 32.37-ден 29.21%-ға және 13.85-тен 13.54%-ға дейін (1в-сурет, 1-3 қисық сызықтар) төмендейді. Алайда катион алмасу реакцияларының нәтижесінде темір гуматтары және калийдің дигидро- және гидрофосфаттары түзілетіндіктен суда ерігіштік коэффициенті 34.34-64.18%-ға, ал сіңірімділік коэффициенті 74.09-81.28%-ға дейін артады.

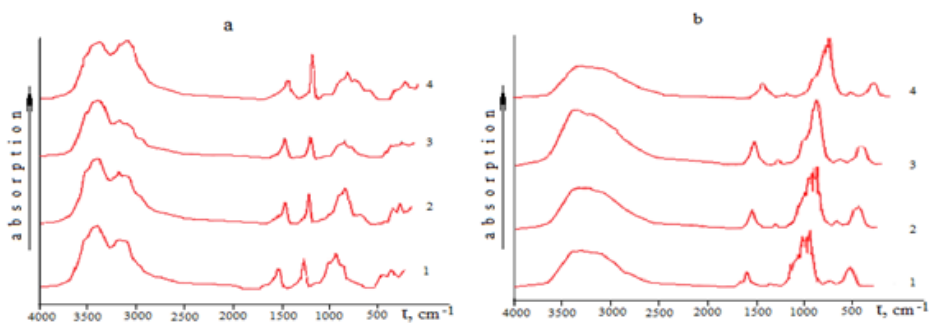
Тәжірибе нәтижелері Қ:С қатынасының 1:3-тен 1:6-ға дейін артқанда гумин қышқылдарының шығымы артып, азот мөлшерінің төмендейтіндігін көрсетті (кесте). Мысалы, калий гуматы темір дигидрофосфатымен әрекеттескенде гуминді қосылыстардың мөлшері (HA^{daf}) 78.89%-ға дейін, темір гидрофосфатымен – 79.23%-ға дейін және темір ортофосфатымен – 78.50%-ға дейін артады. Ал азот мөлшері сәйкесінше 1.32 және 0.71%-ға дейін төмендейді, (кесте 1). Бұл ортаның қышқылдығын бейтараптандыруға жұмсалатын аммиак шығынының төмендеуіне әкелетін гуминді заттардың бейтараптандыру қабілетіне байланысты. Ал темір ортофосфаты бар жүйедегі ортаның қалдық қышқылдығы калий гуматымен бейтарапталады анықталды. Сондай-ақ, аммиак, бор және басқа да бейтараптандырғыш заттарды қолданудан айырмашылығы, калий гуматын пайдаланғанда бейтараптандыру үдерісі P_2O_5 ретроградациясыз жүреді. Алынған өнімдер жақсы физикалық-механикалық қасиеттерге ие, сонымен қатар азотпен және физиологиялық белсенді гуминді қосылыстармен байытылған.

Кесте 1– Қ:С қатынасының гумин қышқылдарының шығымына және азот мөлшеріне әсері

Қ:С қатынасы	HA^{daf} , мас. %	$\text{N}_{\text{ж.}}$, мас. %
«темір дигидрофосфаты – калий гуматы»		
1:3	75.30	1.85
1:4	76.62	1.70
1:5	78.16	1.56
1:6	78.89	1.32
«темір гидрофосфаты – калий гуматы»		
1:3	76.91	1.32
1:4	77.34	1.01
1:5	78.31	0.95
1:6	79.23	0.71
«темір ортофосфаты – калий гуматы»		
1:3	75.69	-
1:4	76.43	-
1:5	77.79	-
1:6	78.50	-

Үлгілердің ИҚ-спектрлерін талдау (2-сурет) әртүрлі Қ:С қатынасында алынған өнімдер гуминді қосылыстарға тән сіңіру жолақтарымен сипатталатынын көрсетеді [8-10]: 3460-3450, 3370-3350 және 3230-3220 cm^{-1} аймағындағы жұтылу жолақтары молекулааралық сутектік байланысқан ОН-топтарының және NH-топтарының валенттік ауытқулары, 1630-1620

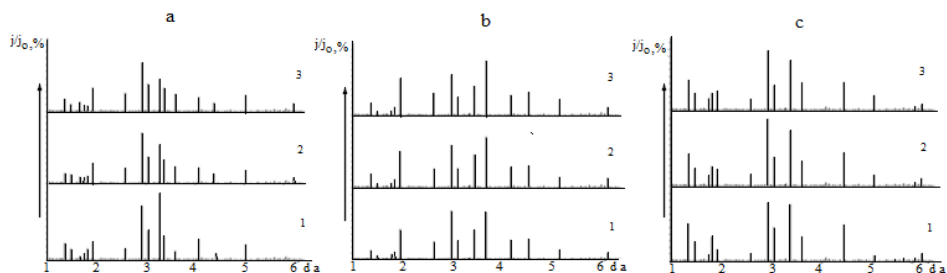
және $1400-1390\text{ см}^{-1}$ – карбоксил топтарының ассиметриялық және симметриялық тербелістері, $1280-1260\text{ см}^{-1}$ – фенолдық ОН-топтардың деформациялық, ароматты карбон қышқылдары мен күрделі эфирлердің С-О-топтарының тербелістері, ал $1050-1000\text{ см}^{-1}$ – біріншілік спирттер мен эфирлердің С-О-топтарының валенттік ауытқулары. Бұл сіңіру жолақтарының қарқындылығы Қ:С қатынасы жоғарылаған сайын арта түсетіні анықталды. $1630-1600$, $1020-1000$ және $550-520\text{ см}^{-1}$ аймағында темір гуматтары мен фосфат-иондарының сіңіру жолақтары қабаттасып, олардың ығысуына және қосылуына ықпал етеді. $980-960$, $790-780$, $670-660$ және $580-520\text{ см}^{-1}$ аймағындағы жұтылу жолақтары темір гуматының кешендерінде Me-O байланысының түзілуін растайды. Сондай-ақ, ИҚ-спектр талдаулары гуминді қосылыстардың әртүрлі функционалды топтарының және негізділігі әртүрлі фосфаттардың жұтылу жолақтары қабаттасатынын, бұл олардың пішінінің өзгеріп, олардың максимумдары жоғары немесе төмен жиіліктегі аймаққа ығысатынын көрсетті.



Әртүрлі Қ:С қатынасында алынған өнімдер: 1 – 1:3, 2 – 1:4, 3 – 1:5, 4 – 1:6, жүйе: а – «темір дигидрофосфаты – калий гуматы»; б – «темір ортофосфаты – калий гуматы»

Сурет 2 – Алынған органоинералды тыңайтқыштардың үлгілерінің ИҚ-спектрлері

РФА нәтижелері (3-сурет) алынған үлгілерде калий дигидро- және гидрофосфаттарының болуын растайды [11]. Рентгенограммадағы $d_{\alpha}=5.07$; 3.69 ; 2.55 ; 1.93 ; 1.70 \AA аймағындағы дифракциялық максимумдар калий дигидрофосфатына, ал $d_{\alpha}=6.31$; 4.26 ; 3.45 ; 3.01 ; 2.96 ; 1.84 ; 1.52 ; 1.45 \AA аймағындағы дифракциялық сызықтар калий гидрофосфатына сәйкес келеді. ИҚ-спектрлерінде анықталған темір гуматы аморфтылығына байланысты рентгенограммаларда тіркелмейді.



Әртүрлі К:С қатынасында алынған өнімдер: 1 – 1:3, 2 – 1:4, 3 – 1:6, жүйе: а – «темір дигидрофосфаты – калий гуматы»; б – «темір гидрофосфаты – калий гуматы»; с – «темір ортофосфаты – калий гуматы»

Сурет 3 – Алынған үлгілердің штрих-диаграммалары

4. Қорытынды

Сонымен, жүргізілген зерттеулер К:С қатынасының зерттелген диапазонында «темір дигидро/гидро/ортофосфаты – калий гуматы» жүйелеріне гуминді қосылыстарды енгізу нәтижесінде темір фосфаттарының құрамындағы фосфордың сіңірілмейтін түрлері толығымен дерлік сіңірімді түрге өтетіндігін көрсетті. Нәтижесінде суда ерігіштік коэффициенті 64.18%, сіңірімділік коэффициенті 81.28%, жалпы азоттың мөлшері 1.85% және гумин қышқылдарының шығымы 79.23%-ға дейін болатын құрамында гуматы бар органоминаралды тыңайтқыштар алынды. Жүйеге калий гуматын қосу P_2O_5 -тің ретроградация үрдісін тежейтіндігі және бос қышқылдықты бейтараптандыруға жұмсалатын аммиактың мөлшерін төмендететіндігі, ал «темір ортофосфаты – калий гуматы» жүйесі үшін әртүрлі бейтараптандырғыш реагенттерді қолданудың қажеті болмайтындығы анықталды. Химиялық және физика-химиялық талдау әдістерінің нәтижелері темірдің дигидро-, гидро- және ортофосфаттары калий гуматымен әрекеттескенде калийдің дигидро- және гидрофосфаттары және темір гуматы түзілетіндігі анықталды.

Қаржыландыру. Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы білім және ғылым Министрлігі ғылым Комитеті бағдарламалық нысаналы қаржыланыру ЖТН BR10965255 «Табиғи шикізат пен өндірістік қалдықтарға негізделген инновациялық көпфункционалды материалдар» бағдарламасы бойынша орындалды.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада келтірілген деректерде авторлар арасында мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЙ ТВЁРДОГО НА ЖИДКОГО СОСТОЯНИЕ НА СОСТАВ И СВОЙСТВА ГУМАТСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

У.Ж. Джусипбеков, Г.О. Нурғалиева*, З.К. Баяхметова

¹АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан

*E-mail: N_gulzipa@mail.ru

Резюме. Введение. В процессе хозяйственной деятельности человека вместе с урожаем из почвы выносятся питательные вещества, их потери также происходят в результате протекания естественных процессов (эрозия, вымывание и др.). Для сохранения плодородия почв и повышения урожайности необходимо восполнить недостающие питательные элементы с применением гуматсодержащих органоминеральных удобрений. *Цель работы* - изучение процессов взаимодействия фосфатов железа (III) с гуматом калия и получение гуматсодержащих органоминеральных удобрений. *Методы.* Применяли методы химического анализа, инфракрасную спектроскопию, рентгенофазовый анализ. *Результаты и обсуждение.* Исследованы процессы получения гуматсодержащих органоминеральных удобрений путем взаимодействия в системах «дигидрофосфат железа – гумат калия», «гидрофосфат железа – гумат калия» и «ортофосфат железа –гумат калия». Установлено, что повышение соотношений Т:Ж от 1:3 до 1:6 приводит к росту содержания усвояемых форм P_2O_5 до 44.70%, азота до 1.85% и выхода гуминовых веществ до 79.23%. Анализ данных ИКС свидетельствует о многокомпонентности и сложности состава образцов гуматсодержащих органоминеральных удобрений. Показано, что происходит наложение полос поглощения различных функциональных групп гуминовых соединений и фосфатов различной замещенности, при этом наблюдается искажение формы полос поглощения и смещение их максимумов в высоко- или низкочастотную область. *Заключение.* Выявлено, что независимо от природы фосфатного-иона повышение соотношений Т:Ж приводит к снижению абсолютного содержания общего, водно растворимых и усвояемых форм P_2O_5 . При этом фосфатная часть практически полностью переходит в усвояемую форму. Показано, что при введении гумат калия, весь фосфор, находящийся в фосфатах железа в неусвояемой форме, практически полностью переходит в подвижную и усвояемую форму. Выявлено, что добавление гумата калия в системы с фосфатами железа разной степени замещенности позволяет нейтрализовать остаточную кислотность пульпы, процесс нейтрализации протекает без ретроградации P_2O_5 . Получаемые продукты обладают хорошими физико-механическими и удобрительными свойствами.

Ключевые слова: дигидрофосфат железа, гидрофосфат железа, ортофосфат железа, гумат калия, гуматсодержащие органоминеральные удобрения

Джусипбеков Умирзак Жумасилович доктор технических наук, профессор

Нурғалиева Гулзина Орынтаевна доктор химических наук

Баяхметова Замира Кенесбековна кандидат химических наук

Әдебиеттер тізімі

1. Будаева А.Д., Антропова И.Г., Алексеева Е.Н., Хомоксонова Д.П. Получение органоминеральных удобрений из отходов угледобычи и минерального сырья. *Международ. научно-иссл. ж.*, **2017**, №12 (66), Ч.3, 85-88. DOI: [10.23670/IRJ.2017.66.113](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_32368226_52075936.pdf), https://www.elibrary.ru/download/elibrary_32368226_52075936.pdf
2. Бондаренко А.М., Качанова Л.С., Челбин С.М., Головки А.Н. Исследование процесса производства гуминовых органоминеральных удобрений в системе экономической безопасности страны. *Дальневост. аграрный вест.*, **2022**, 1(61), 95-103. DOI: <https://org/10.24412/1999-6837-2022-1-95-103> https://elibrary.ru/download/elibrary_48220197_72239968.pdf
3. Панова К.И., Правдин Н.Н. Особенности процесса совместной переработки фосфатного сырья и гумусосодержащих веществ в удобрения. *Изв. С.-Петербург. гос. технол. ин-та.*, **2012**, №15(41), 43-46. <http://science.spb.ru/content-iti/15-41-2012>
4. Кирьянов А.О., Правдин Н.Н. Особенности процесса кислотного разложения Вятско-Камского фосфорита при введении торфа или промышленного гумата. *Изв. С.-Петербург. гос. технол. ин-та.*, **2014**, №26(52), 31-33. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22625299>
5. Панова К.И., Правдин Н.Н., Кирьянов А.О. Исследование процесса разложения фосфатного сырья в присутствии торфа с использованием фосфорной кислоты. *Изв. С.-Петербург. гос. технол. ин-та.*, **2020**, №55(81), 10-15. DOI: <https://org/10.36807/1998-9849-2020-55-81-10-15>, <http://science.spb.ru/files/IzvetiyaTI/2020/55/publication.pdf>
6. Ero J., Urrutia O., Baigorri R., Fuentes M., Zamarreño A.M., Garcia-Mina J.M. Incorporation of humic-derived active molecules into compound NPK granulated fertilizers: main technical difficulties

and potential solutions. *Chem. Biol. Technol. Agric.*, **2016**, No.3(18), 1-15. DOI: <https://org/10.1186/s40538-016-0071>, https://www.researchgate.net/publication/303796968_Incorporation_of_humic-derived_active_molecules_into_compound_NPK_granulated_fertilizers_Main_technical_difficulties_and_potential_solutions

7. Urrutia O., Erro J., Guardado I., Francisco S.S., Mandado M., Baigorri R., Yvin J.C., Garcia-Mina J.M. Physico-chemical characterization of humic-metal-phosphate complexes and their potential application to the manufacture of new types of phosphatebased fertilizers. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, **2013**, No.177(2), 1-9. DOI: <https://org/10.1002/jpln.201200651>, <https://www.researchgate.net/publication/259539614>

8. Baigorri R, Urrutia O, Erro J, Mandado M, Perez-Juste I, Garcia-Mina J.M. Structural characterization of anion calcium-humate complexes in phosphate-based fertilizers. *ChemSusChem*, **2013**, No.6(7), 1245–1251. <https://doi.org/10.1002/cssc.201300024>

9. Кельман Ф.Н., Бруцкус Е.Б., Ошерович Р.Х. *Методы анализа при контроле производства серной кислоты и фосфорных удобрений*. Москва, Наука, **1963**, 360 с. https://www.studmed.ru/kelman-f-n-bruckus-e-b-osherovich-r-h-metody-analiza-pri-kontrol-e-proizvodstva-sernoy-kisloty-i-fosfornyh-udobreniy_6d1ed0c3e7 1. html

10. ГОСТ 9517–76 (СТ СЭВ 4787-84). *Углубурные и каменные. Методы определения выхода гуминовых кислот*. Москва, Госстандарт СССР, **1987**, 5 с. <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/ad0/4294820847.pdf>

11. Орлов Д.С., Гришина Л.А. *Практикум токсимизумуса*. Москва, МГУ, **1981**, 271 с. https://www.studmed.ru/orlov-d-s-grishina-l-a-praktikum-po-himii-gumusa_8caa68f7d7c.html

12. Тарасевич Б.Н. *ИК-спектры основных классов органических соединений*. Москва, МГУ, **2012**, 55 с. http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/tarasevich/Tarasevich_IR_tables_29-02-2012.pdf

13. Накамото К. *ИК-спектры спектры КР неорганических и координационных соединений*: Пер. с англ. Москва, Мир, **1991**, 536 с. <http://www.ncm.unn.ru/files/2021/01/Nakamoto-ИК-спектры-i-спектры-KR-nerganicheskikh-i-koordinatsionnyh-soedinenij.pdf>

14. Кузнецова Г.А. *Качественный рентгенофазовый анализ. Методические указания*. Иркутск, ИГУ, **2005**, 28 с. <http://window.edu.ru/resource/172/30172>

References

1. Budayeva A.D., Antropova I.G., Alekseyeva E.N., Homoksonova D.P. Polučenie organomineral'nyh udobreni jizothodovugledobyč'i i mineral'nogosyr'ã. *Meždunar. naučno-issl. ž.*, **2017**, No.12 (66), 3, 85-88. (In Russ.). DOI: 10.23670/IRJ.2017.66.113, https://www.elibrary.ru/download/elibrary_32368226_52075936.pdf

2. Bondapenko A.M., Kačanova L.S., Čelbin S.M., Golovko A.N. Iccledovanie pprocessa ppoizvodctvagyminovyx organomineral'nyx ydobrenij v cicteme èkonomičeskoj bezopacnoctitpany. *Dal'nevost.agrapnyjvect.*, **2022**, No.1(61), 95-103. (In Russ.). DOI: <https://org/10.24412/1999-6837-2022-1-95-103>, https://elibrary.ru/download/elibrary_48220197_72239968.pdf

3. Panova K.I., Pravdin N.N. Peculiarities of common treatment process of phosphorous raw materials and humus containing compounds into fertilizers. *Izv. S.-Peterburg. gos. tekhnol. in-ta.*, **2012**, No.15(41), 43-46. (In Russ.). <http://science.spb.ru/content-iti/15-41-2012>

4. Kir'janov A.O., Pravdin N.N. Osobennosti processa kislotnogo razlozhenija Vjatsko-Kamskogo fosforita privvedenii torfa ilipromy shlennogo gumata. *Izv. S.-Peterburg. gos. tekhnol. in-ta.*, **2014**, No.26(52), 31-33. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22625299>

5. Panova K.I., Pravdin N.N., Kir'janov A.O. Issledovanie processa razlozheniã fosfatnogo syr'ã v prisutstvii orfa s ispol'zovaniem fosfornoj kisloty. *Izv. S.-Peterburg. gos. tekhnol. in-ta.*, **2020**, No.55(81), 10-15. (In Russ.). DOI: <https://org/10.36807/1998-9849-2020-55-81-10-15>, <http://science.spb.ru/files/IzvetiyaTI/2020/55/publication.pdf>

6. Ero J., Urrutia O., Baigorri R., Fuentes M., Zamarreño A.M., Garcia-Mina J.M. Incorporation of humic-derived active molecules into compound NPK granulated fertilizers: main technical difficulties and potential solutions. *Chem. Biol. Technol. Agric.*, **2016**, No.3(18), 1-15. DOI: <https://org/10.1186/s40538-016-0071-7>, https://www.researchgate.net/publication/303796968_Incorporation_of_humic-derived_active_molecules_into_compound_NPK_granulated_fertilizers_Main_technical_difficulties_and_potential_solutions

7. Urrutia O., Erro J., Guardado I., Francisco S.S., Mandado M., Baigorri R., Yvin J.C., Garcia-Mina J.M. Physico-chemical characterization of humic-metal-phosphate complexes and their potential application to the manufacture of new types of phosphatebased fertilizers. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, **2013**, No. 177(2), 1-9. DOI: 10.1002/jpln.201200651, <https://www.researchgate.net/publication/259539614>
8. Baigorri R., Urrutia O., Erro J., Mandado M., Perez-Juste I., Garcia-Mina J.M. Structural characterization of anion calcium-humate complexes in phosphate-based fertilizers. *ChemSusChem*, **2013**, No. 6(7), 1245–1251. <https://doi.org/10.1002/cssc.201300024>
9. Kel'man F.N., Bruckus E.B., Ošerovič R.H. *Metody analiza pri kontrole proizvodstva sernojkislotyi fosforn yudobrenij*. Moskva, Nauka, **1963**, 360 s. https://www.studmed.ru/kelman-f-n-bruckus-e-b-osherovich-r-h-metody-analiza-pri-kontrole-proizvodstva-sernoy-kisloty-i-fosfornyh-udobreniy_6d1ed0c3e7_1.html
10. GOST 9517 – 76 (ST SÈV 4787-84). *Ugliburyei kamennye. Metody opredeleniâ vyhoda guminovyh kislot*. Moskva, Gosstandart SSSR, **1987**, 5 p. <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/ad0/4294820847.pdf>
11. Orlov D.S., Grišina L.A. *Praktikum po himii gumusa*. Moskva, MGU, **1981**, 271 p. https://www.studmed.ru/orlov-d-s-grishina-l-a-praktikum-po-himii-gumusa_8caa68f7d7c.html
12. Tarasevič B.N. *IK-spektry osnovnyh klassov organičeskikh soedinenij*. Moskva, MGU, **2012**, 55 p. http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/tarasevich/Tarasevich_IR_tables_29-02-2012.pdf
13. Nakamoto K. *IK-spektryi spektry KR neorganičeskikh I koordinacionnyh soedinenij*: Per. s angl. Moskva, Mir, **1991**, 536 p. <http://www.ncm.unn.ru/files/2021/01/Nakamoto-ik-spektry-i-spektry-KR-nerganicheskikh-i-koordinatsionnyh-soedinenij.pdf>
14. Kuznecova G.A. *Kačestvennyj rentgenofazovyj analiz. Metodičeskie ukazaniâ*. Irkutsk, IGU, **2005**, 28 p. <http://window.edu.ru/resource/172/30172>

FEATURES OF THE SCANDIUM IONS INTERACTION WITH THE INTERPOLYMER SYSTEM LEWATIT CNP LF (H⁺) - AB-17-8 (OH⁻) SYSTEM

T.K. Jumadilov¹, Kh. Khimersen^{1,2*}, Zh.S. Mukatayeva², Zh.K. Korganbayeva²,
J. Haponiuk³, A. Imangazy¹

¹A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

³Gdansk University of Technology, Gdansk, Poland

*E-mail: huaana88@mail.ru

Abstract. *Introduction.* The sorption of the interpolymer systems on the basis on Lewatit CNP LF and AB-17-8 industrial ion exchanges in the relation to scandium ions has been studied. *The purpose* of this research has been to study the sorption capacity of the interpolymer system “Lewatit CNP LF:AV-17-8” in relation to scandium ions. *Methodology.* To calculate the sorption parameters, the optical density of the solutions has been measured on the Jenway-6305 spectrophotometer. *The obtained results* have shown that the maximum sorption degree of the “Lewatit CNP LF:AV-17-8” interpolymer systems during 48 h of interaction has occurred in the molar ratios (3:3; 2:4 and 1:5) of polymers, the sorption degrees have been 26.4%; 27.9% and 26%, respectively. As can be seen, the value of the sorption degree is maximum at the ratio of 2:4. The value of the sorption degree in this ratio is higher by 32.5% and 28.5%, respectively, as compared with the degree of sorption of individual ion exchangers Lewatit CNP LF (6:0) and AV-17-8 (0:6). The highest values of the polymer chain binding degree after 48 h with scandium ions in the interpolymer system “Lewatit CNP LF:AV-17-8” for the ratios of 3:3; 2:4 and 1:5 have been 4.87%, 5.25% and 5.01%, respectively. The values of the polymer chain binding degree of the individual Lewatit CNPLF (6:0) and AV-17-8 (0:6) ion exchangers, after 48 h have been 3.68% and 4.26%, respectively. *Conclusion.* The obtained results have shown that the mutual activation of ion exchange resin the interpolymer system leads to a significant increase in their sorption capacity.

Keywords: interpolymer system, lewatit CNPLF, AB-17-8, remote interaction, mutual activation, scandium ions, extraction degree

<i>Jumadilov Talkybek Kozhatayevich</i>	<i>Doctor of Chemical Sciences, Professor, E-mail: jumadilov@mail.ru</i>
<i>Khimersen Khuangul</i>	<i>PhD student, e-mail: huaana88@mail.ru</i>
<i>Mukatayeva Zhazira Sagatbekovna</i>	<i>Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, E-mail: jazira-1974@mail.ru</i>
<i>Korganbayeva Zhanar Kozhamberdikyzy</i>	<i>Candidate of Chemical Sciences, E-mail: korganbaeva.zhan@mail.ru</i>
<i>Jozef Haponiuk</i>	<i>Full professor, Gdansk University of Technology; E-mail: jozef.haponiuk@pg.edu.pl</i>
<i>Imangazy Aldan</i>	<i>Scientific Researcher, E-mail: kazpetrochem@gmail.com</i>

Citation: Jumadilov T.K., Khimersen Kh., Mukatayeva Zh. S., Korganbayeva Zh.K., Haponiuk J. Features of the scandium ions interaction with the interpolymer system Lewatit CNP LF (H⁺) - AB-17-8 (OH⁻) system. *Chem. J. Kaz.*, 2023, 2(82), 109-117. (In Kaz.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.18>

СКАНДИЙ ИОНДАРЫНЫҢ ЛЕВАТИТ (Н+) ЖӘНЕ АВ-17-8 (ОН-) ИНТЕРПОЛИМЕРЛІ ЖҮЙЕСІМЕН ӘРЕКЕТТЕСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Т.К. Джумадиллов¹, Х. Химэрсэн^{1,2*}, Ж.С. Мукатаева²,
Ж.Қ. Қорғанбаева², Ю. Хапонюк³, А. Имангазы¹

¹«Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

³Гданьск технологиялық университеті, Польша

*E-mail: huana88@mail.ru

Түйіндемe. *Кіріспе.* Леватит CNP LF және АВ-17-8 өндірістік ионалмастырғыш шайырлары негізінде құрылған интерполимерлі жүйелердің скандий иондарына байланысты сорбциясы зерттелді. *Жұмыстың мақсаты.* Леватит CNP LF және АВ-17-8 негізінде құрылған интерполимерлі жүйелердің скандий иондарына қатысты сорбциялық қабілетін зерттеу. *Әдістері.* Сорбция параметрлерін есептеу үшін Jenway-6305 спектрофотометрінде (СК) ерітінділердің оптикалық тығыздығы өлшенді. *Алынған нәтижелер.* Леватит CNP LF – АВ-17-8 интерполимерлі жүйелерінің максималды сорбция дәрежесі 48 сағат әрекеттесу кезінде полимерлердің 3:3, 2:4 және 1:5 молярлық қатынастарында болатынын көрсетті, сорбция дәрежесі сәйкесінше 26.4%; 27.9% және 26%. Сорбция дәрежесінің ең жоғарғы мәні 2:4 қатынасында екені анықталды. Бұл қатынастағы сорбция дәрежесінің мәні жеке Леватит CNP LF (6:0) және АВ-17-8 (0:6) ионалмастырғыштардың сорбция дәрежесімен салыстырғанда сәйкесінше 32.5% және 28.5%-ға жоғары екені белгілі болды. Интерполимер жүйесіндегі полимер тізбегінің скандий иондарымен байланысу дәрежесінің ең жоғары мәндері 48 сағаттан кейін Леватит CNP LF - АВ-17-8 3:3; 2:4 және 1:5 қатынастарында сәйкесінше 4.87%, 5.25% және 5.01% құрады. Ал жеке Леватит CNPLF (6:0) және АВ-17-8 (0:6) ионалмастырғыштарында полимер тізбегінің байланысу дәрежесінің мәндері 48 сағаттан кейін тиісінше 3.68% және 4.26% құрады. *Қорытынды.* Алынған мәліметтер интерполимер жұбындағы ион алмастырғыш шайырлардың өзара активтенуі олардың сорбциялық қабілетінің айтарлықтай жоғарылауына әкелетінін көрсетеді.

Түйін сөздер: интерполимерлі жүйе, леватит CNPLF, АВ-17-8, қашықтан әрекеттесу, өзара активтену, скандий ионы, сорбция дәрежесі

<i>Джумадиллов Талқыбек Қожатаевич</i>	<i>Химия ғылымдарының докторы, профессор</i>
<i>Химэрсэн Хуангул</i>	<i>PhD докторант</i>
<i>Мукатаева Жанар Сағатбековна</i>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор</i>
<i>Қорғанбаева Жанар Қожамбердіқызы</i>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы</i>
<i>Юзеф Хапонюк</i>	<i>Профессор, Гданьск технологиялық университеті</i>
<i>Имангазы Алдан</i>	<i>Ғылыми қызметкер</i>

1. Кіріспе

Полиэлектролиттер (ПЭ) озық технологиялар мен молекулалық биологияда маңызды рөл атқаратындықтан соңғы онжылдыққа ғалымдардың назарын аударып келе жатқан ең өзекті қосылыстардың бірі болып қала береді. Полиэлектролиттер деп кез келген иондаушы еріткішке салғанда (мысалы Н₂О) жоғары зарядталған полимер молекуласына диссоциацияланып, оң немесе теріс зарядталған полимерлік тізбектер түзетін, қайталанатын буындардан тұратын макромолекулалы полимерлерді айтады.

Зарядсыз күйдегі ПЭ қалыпты макромолекулалар сияқты әрекет етеді, бірақ иондық топтардың диссоциациялану деңгейі төмен болса, олардың қасиеттерінде кейбір қарқынды өзгерістер болуы мүмкін. Иондық топтардың ішінара немесе толық диссоциациялануына байланысты электростатикалық әрекеттесулер пайда болып, бұл полимерлердің қасиеттерінің өзгеруіне әкелуі мүмкін. Тұтқырлық, ерігіштік, рН, иондану тұрақтысы, диффузия коэффициенті және т.б. сияқты ПЭ қасиеттерін кез келген жаңа иондық топтарды полимерлік тізбекке енгізу арқылы өзгертуге болады [1-4].

Біздің зерттеулеріміз макромолекулалы полимерлер негізінде жоғары сорбциялық қасиеттері және селективтілігі бар интерполимер жүйелерін құру арқылы сирек жер элементтерінің және ілеспе металдардың иондарын технологиялық ерітінділерден іріктеп бөлу және сорбциялау технологиясын құруға бағытталған. Интерполимер жүйелеріндегі иондану процесінің ерекшелігі иондалған топтарда қарсы ионның болмауы. Бұл полимерлердің өзара активтенуіне және полимер тізбегі бойында теңгерілмеген зарядтардың пайда болуына әкелетін интерполимерлік әрекеттесулердің салдары. Қышқылдық полимерлердің диссоциациялануы кезінде протонның карбоксил тобынан ажырауы және бұл ионның сулы ортада негіздік полимердің гетероатомымен қосылуы нәтижесінде бейтарапталмаған заряд түзіледі. Бұл жағдайда негіздік полимердің заряд тығыздығы қышқылдық полимердің диссоциациялану дәрежесімен шектеледі. Нәтижесінде полиқышқыл иондануға, содан кейін карбоксил тобының диссоциациясына ұшырайды, содан кейін полинегіздің гетероатомымен протондардың ассоциациясы жүреді, нәтижесінде екі полимер де қарсы иондарсыз түйінаралық тізбектердің буындарында бірдей зарядталған топтар болады. Сол себепті жеке полимерлермен салыстырғанда интерполимерлі жүйелердің сорбциялық қабілеті жоғары болады [5-9].

Алдыңғы зерттеулерде Леватит CNP LF және АВ-17-8 өндірістік ион алмастырғыш шайырларының электрохимиялық қасиеттеріне зерттеулер жүргізілген болатын. Бұл зерттеудің мақсаты Леватит CNP LF және АВ-17-8 негізінде құрылған интерполимерлі жүйелердің скандий иондарына қатысты сорбциялық қабілетін зерттеу.

2. Эксперименттік бөлім

Құрал-жабдықтар. Скандий иондарының концентрациясын есептеу үшін скандий сульфаты ерітінділерінің оптикалық тығыздығы Jenway-6305 спектрофотометрінде (СК) анықталды.

Жеке ион алмастырғыш шайырлардың сорбциялық қасиеттерін зерттеу:

1) Құрғақ күйдегі әрбір ион алмастырғыш шайырлардың (Леватит CNP LF, АВ-17-8) есептелген мөлшері арнайы полипропилен торларына салынды.

2) Скандий иондарын жеке Леватит CNP LF және АВ-17-8 ион алмастырғыш шайырлары арқылы сорбциялау 48 сағат бойы жүргізілді. Осы уақыт ішінде скандий иондарының концентрациясын анықтау үшін аликвоттар алынды.

Интерполимерлік жүйелердің сорбциялық қасиеттерін зерттеу:

1) Өндірістік ион алмастырғыш шайырлар (Леватит CNP LF, АВ-17-8) негізінде молдік қатынастары әртүрлі интерполимерлі жүйелер құрылды: Леватит CNP LF-АВ-17-8;

2) Құрғақ түрдегі әрбір полимерлі макромолекулалардың есептелген мөлшері арнайы полипропилен торларына салынды;

3) Осы интерполимерлі жүйелермен скандий иондарын сорбциялау 48 сағат бойы жүргізілді, кейіннен скандий иондарының концентрациясын анықтау үшін аликвоттар алынды.

Сорбция параметрлерін есептеу. Скандий сульфатының ерітіндісі ($C = 100$ мг/л) ионсызданған сумен дайындалды ($\chi = 10$ мк³/см; рН = 6.95). Скандий иондарының бөліп алу дәрежесі мына теңдеуге сәйкес есептелді:

$$\eta = \frac{C_0 - C_e}{C_0} * 100\%,$$

мұндағы C_0 – ерітіндідегі скандий иондарының бастапқы концентрациясы, мг/л; C_e – скандий иондарының ерітіндіде қалған концентрациясы, мг/л.

Полимер тізбегінің түйінаралық буындарының байланысу дәрежесі келесі формула бойынша есептелді:

$$\theta = \frac{v_{\text{сорб}}}{v} * 100\%,$$

мұндағы $v_{\text{сорб}}$ – сорбцияланған скандий иондарының мөлшері, моль; v – полимер массасының мөлшері (егер ерітіндіде 2 полимер болған жағдайда, онда олардың әрқайсысының мөлшерінің қосындысы ретінде қарастырылады), моль.

Жеке ионалмастырғыш шайырлардың және интерполимерлер жүйесінің тиімді динамикалық алмасу қабілеті төмендегі формула бойынша есептелді:

$$Q = \frac{v_{\text{сорб}}}{m_{\text{сорбент}}}$$

Мұндағы $v_{\text{сорб}}$ – сорбцияланған скандий иондарының мөлшері, моль; m – зерттеуге алынған полимер массасы (егер ерітіндіде 2 полимер болған жағдайда, онда олардың әрқайсысының массасының қосындысы ретінде қарастырылады), г.

3. Нәтижелер және оны талқылау

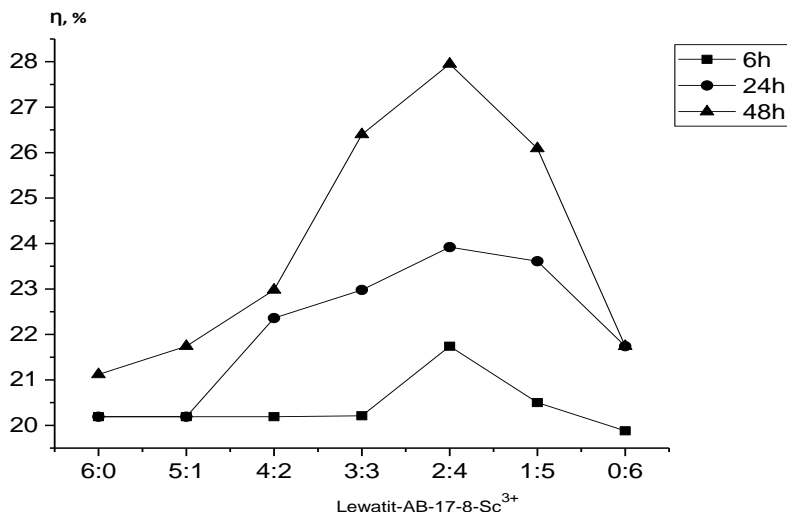
Осыған дейін жүргізілген зерттеу нәтижелерінен функционалды полимерлердің өзара активтену құбылыстары металл иондарының сорбциялану процестерінде де байқалу керек деп болжауға болады. Бұл болжамды тексеру үшін скандий иондарына қатысты интерполимерлі жүйелердің сорбциялық қасиеттеріне зерттеу жүргізілді. Леватит CNP LF - АВ-17-8 интерполимер жүйесімен сорбциялау кезінде Sc^{3+} иондарының

концентрациясының молярлық қатынас пен уақытқа байланысты өзгеруі 1-кестеде көрсетілген. Сорбция процесінің бастапқы уақытында скандий иондарының концентрациясы жоғары болған. Бірақ қашықтан әрекеттесудің 24 және 48 сағат уақытында концентрация мәні күрт төмендеген. Бұл интерполимерлі жүйелердің 2:4 қатынасында айқын көрінеді. Әрекеттесудің 48 сағатында скандий иондарының сорбциясы максималды мәнге жеткен. Ал жеке ион алмастырғыш шайырлардың сорбция мәндері 6 сағат пен 48 сағат аралығында аса қатты өзгермегенін көруге болады. Бұдан интерполимерлі жүйелердегі полимер жұптарының өзара активтенуі олардың сорбциялық қабілетінің өсуіне ықпал ететінін болжауға болады.

Кесте 1 – CNP LF - АВ-17-8 интерполимер жүйесі арқылы сорбциялау кезінде Sc^{3+} концентрациясының молярлық қатынас пен уақытқа байланысты өзгеруі, (С, мг/л)

t, сағат	6:0	5:1	4:2	3:3	2:4	1:5	0:6
6	79.81	79.81	79.81	79.79	78.26	79.5	80.12
24	79.81	79.81	77.64	77.02	76.08	76.39	78.26
48	78.88	78.26	77.02	73.6	72.05	73.91	78.26

Леватит CNP LF - АВ-17-8 интерполимер жүйесінің скандий иондарын молярлық қатынас пен уақытқа байланысты бөліп алу дәрежесі 1-суретте көрсетілген. 1-сурет сорбция дәрежесінің уақыт өткен сайын арта түсетінін көрсетеді. Әрекеттесудің алғашқы уақытында молярлық қатынастары 5:1, 4:2, 3:3 және 1:5 интерполимерлі жүйелер мен жеке ион алмастырғыштардың (6:0, 0:6) сорбция дәрежесінде қатты айырмашылық жоқ. Бұл уақытта максимум тек 2:4 қатынасында ғана байқалады. Ал әрекеттесудің 24 сағатында интерполимерлі жүйелердің 4:2, 3:3, 2:4 және 1:5 молярлық қатынастарында сорбция дәрежесі біршама өскен. Параметрдің максималды мәндері 48 сағат әрекеттесу кезінде интерполимерлік жүйелердің 3:3, 2:4 және 1:5 қатынастарында сақталған, сорбция дәрежесі сәйкесінше 26.4%; 27.9% және 26%. Ал жеке Леватит CNP LF (6:0) үшін 21.1% және АВ-17-8 (0:6) үшін 21.7%. Сорбция дәрежесінің ең жоғарғы мәні 2:4 қатынасында екенін байқауға болады. Бұл қатынастағы сорбция дәрежесінің мәні жеке ионалмастырғыштар леватит CNP LF (6:0) және АВ-17-8 (0:6) сорбция дәрежесімен салыстырғанда сәйкесінше 32.5% және 28.5% -ға жоғары екені анықталды. Ең жоғарғы сорбция жүретін иониттер қатынасы уақытқа байланысты өзгермейді. Бұл 2:4 (моль:моль) қатынасында тек сорбция дәрежесі күрт өседі.



Сурет 1 – CNP LF - AB-17-8 интерполимер жүйесінің Sc^{3+} иондарын бөліп алу дәрежесінің молярлық қатынас пен уақытқа байланысты өзгеруі

Леватит CNP LF - AB-17-8 интерполимер жүйесіндегі полимер тізбегінің байланысу дәрежесінің (скандий иондарына қатысты) уақытқа байланысты тәуелділігі 2-кестеде көрсетілген. Полимер тізбегінің скандий иондарымен байланысу дәрежесі полиионның химиялық табиғатына және иондану дәрежесіне байланысты. Сондай-ақ байланыс қарама-қарсы таңбалы зарядтардың таза электростатикалық тартылуымен де, басқа да ерекше әсерлесумен байланысты болуы мүмкін. Интерполимер жүйесіндегі полимер тізбегінің байланысу дәрежесінің ең жоғары мәндері 48 сағаттан кейін Леватит CNP LF - AB-17-8 3:3; 2:4 және 1:5 қатынастарында сәйкесінше 4.87%, 5.25% және 5.01% құрады. Ал Леватит CNP LF және AB-17-8 жеке ион алмастырғыш шайырлардың полимер тізбегінің байланысу дәрежесінің мәндері 48 сағаттан кейін тиісінше 3.68% және 4.26% құрады.

Кесте 2 – Полимер тізбектерінің байланысу дәрежесі (θ , %)

t, сағат	6:0	5:1	4:2	3:3	2:4	1:5	0:6
6	3.52	3.58	3.65	3.73	4.09	3.93	3.89
24	3.52	3.58	4.05	4.24	4.50	4.53	4.26
48	3.68	3.86	4.16	4.87	5.25	5.01	4.26

Кесте 3 – Тиімді динамикалық сорбциялық сымдылық (Q , ммоль/г)

t, сағат	6:0	5:1	4:2	3:3	2:4	1:5	0:6
6	0.001872	0.001651	0.001478	0.001338	0.001314	0.00114	0.001024
24	0.001872	0.001651	0.001636	0.001522	0.001446	0.001313	0.00112
48	0.001958	0.001778	0.001682	0.001748	0.00169	0.001451	0.00112

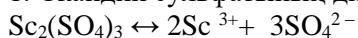
3-Кестеде Леватит CNP LF - АВ-17-8 интерполимер жүйесінің тиімді динамикалық алмасу сыйымдылығының уақыт бойынша полимерлердің молярлық қатынасына тәуелділігі көрсетілген. Алынған мәліметтер интерполимер жұбындағы ион алмастырғыш шайырлардың өзара активтенуі тиімді динамикалық алмасу қабілетінің мәндерінің айтарлықтай жоғарылауына әкелетінін көрсетеді. Тиімді динамикалық алмасу сыйымдылығының максималды мәндері полимерлердің 48 сағаттық қашықтықтан әрекеттесуі кезінде 6:0, 5:1 және 3:3 қатынастарында кездеседі.

Ерітіндідегі скандий сульфаты мен иониттердің функционалды топтарымен әрекеттесуін былай сипаттауға болады:

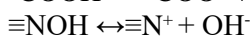
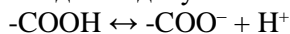
Ерітіндіде төмен және жоғары молекулалық қосылыстардың әрекеттесуі нәтижесінде келесі иондар пайда болады: -COO^- , H^+ , Sc^{3+} және SO_4^{2-} .

Ерітіндіде келесі химиялық реакциялар жүреді:

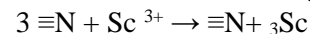
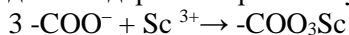
1. Скандий сульфатының диссоциациялануы



2. Ион алмастырғыш шайырлардың функционалды топтарының су ортасында иондануы және диссоциациялануы



3. Ион алмастырғыш шайырлардың функционалды топтарының скандий иондарымен әрекеттесуі:



Осы реакциялар нәтижесінде екі иониттен бөлінген төмен молекулалық бөлшектердің әрекеттесуі диссоциациялану дәрежесі төмен су молекуласының түзілуіне әкеп соғады. Ле-Шателье принципі бойынша химиялық тепе-теңдік оңға қарай жылжығандықтан қосымша диссоциациялану процесі жүзеге асады. Осының салдарынын буындардың иондану дәрежесі өседі және иониттердің сорбциялық қасиеті күшейеді.

4. Қорытынды

Зерттеу нәтижелері бойынша бастапқы катионалмастырғыштар мен анионалмастырғыштардың интерполимерлі жүйелердегі қашықтан әрекеттесуі кезінде олардың жоғары иондалған күйге ауысатынын болжауға болады. Сорбция дәрежесінің ең жоғарғы мәні интерполимерлі жүйенің 2:4 молярлық қатынасында кездеседі. Бұл қатынастағы сорбция дәрежесінің мәні леватит CNP LF (6:0) және АВ-17-8 (0:6) жеке ионалмастырғыштардың сорбция дәрежесінен 32.5% және 28.5%-ға жоғары.

Қаржыландыру: Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің гранттық қаржыландыру бойынша No.АР14870002 жобасымен қаржыландырылды.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар бұл мақалада өзара мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИОНОВ СКАНДИЯ С ИНТЕРПОЛИМЕРНОЙ СИСТЕМОЙ ЛЕВАТИТ (Н⁺) - АВ-17-8 (ОН⁻)

Т.К. Джумадилов¹, Х. Химэрсэн^{1,2*}, Ж.С. Мукатаева², Ж.Қ. Корганбаева²,
Ю. Хапонюк³, А. Имангазы

¹АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

³Гданьский технологический университет, Гданск, Польша

*E-mail: huana88@mail.ru

Резюме. Введение. Исследована сорбция ионов скандия интерполимерными системами на основе промышленных ионообменных смол Леватит CNP LF и АВ-17-8. *Цель работы.* Исследование сорбционной емкости интерполимерных систем на основе Леватита CNP LF и АВ-17-8 по отношению к ионам скандия. *Методология.* Для расчета параметров сорбции измеряли оптическую плотность растворов на спектрофотометре Jenway-6305 (СК). *Полученные результаты.* Максимальная степень сорбции интерполимерных систем Леватит CNP LF - АВ-17-8 происходит по истечении 48 ч взаимодействия полимеров при мольных соотношениях 3:3, 2:4 и 1:5, при которых степени сорбции составили 26.4%; 27.9% и 26%, соответственно. Установлено, что максимальная степень сорбции ионов скандия происходит при соотношении промышленных ионообменных смол Леватит CNP LF и АВ-17-8 как 2:4. Также было установлено, что величина степени сорбции при этом соотношении выше на 32.5% и 28.5% по сравнению со значениями степени сорбции индивидуальных ионообменных смол Леватит CNP LF (6:0) и АВ-17-8 (0:6). Наибольшие значения степени связывания полимерной цепи по отношению к ионам скандия в интерполимерной системе Леватит CNP LF - АВ-17-8 наблюдается при соотношениях 3:3; 2:4 и 1:5 по истечении 48 ч, что составило 4.87%, 5.25% и 5.01%. Значения степени связывания полимерной цепи индивидуальных ионитов Леватит CNPLF (6:0) и АВ-17-8 (0:6) по истечении 48 ч составили 3.68% и 4.26%, соответственно. *Вывод.* Полученные результаты показали, что взаимная активация ионообменных смол в интерполимерной паре приводит к значительному увеличению их сорбционной емкости.

Ключевые слова: интерполимерная система, леватит CNPLF, АВ-17-8, дистанционное взаимодействие, взаимная активация, ионы скандия, степень сорбции

<i>Джумадилов Талкыбек Кожатаевич</i>	<i>Доктор химических наук, профессор</i>
<i>Химэрсэн Хуангул</i>	<i>Ph.D докторант</i>
<i>Мукатаева Жазира Сагатбековна</i>	<i>Кандидат химических наук, ассоциированный профессор</i>
<i>Корганбаева Жанар Кожамбердыкызы</i>	<i>Кандидат химических наук, старший преподаватель</i>
<i>Юзеф Хапонюк</i>	<i>Профессор, Кафедра полимерных технологий, Гданьский технологический университет</i>
<i>Имангазы Алдан</i>	<i>Научный сотрудник</i>

Әдебиеттер тізімі

1. Lankalapalli S., Kolapalli V.R.M. Polyelectrolyte complex: a review of their applicability in drug delivery technology. *Indian J. Pharm. Sci.*, **2009**, *71*, 481–487. <https://doi.org/10.4103/0250-474X.58165>
2. Liu H., Patkowski A., Fischer E.W., Pecora R. Effect of electrostatic interactions on the structure and dynamics of a model polyelectrolyte. I. Diffusion. *J. Chem. Phys.* **1998**, *109*, 7556–7566. <https://doi.org/10.1063/1.477377>
3. Dakhara S.L., Anajwala C.C. Polyelectrolyte complex: a pharmaceutical review. *Syst. Rev. Pharm.* **2010**, *1*, 127. <https://doi.org/10.4103/0975-8453.75046>
4. Meka V.S., Sing M. K.G., Pichika M. R., Nali S. R., Kolapalli V. R. M., Kesharwani P. A comprehensive review on polyelectrolyte complexes. *Drug Discovery Today*, **2017**, *22(11)*, 1697–1706. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2017.06.008>
5. Moustafine R.I., Zaharov I.M., Kemenova V.A. Physicochemical characterization and drug release properties of Eudragit (R) E PO/ Eudragit (R) L 100-55 interpolyelectrolyte complexes. *Eur J Pharm Biopharm* **2006**, *63(1)*, 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2005.10.005>
6. Thunemann A.F., Muller M., Dautzenberg H. Polyelectrolyte complexes. *AdvPolymSci.*, **2004**, *166*:113-71.
7. De Robertis S., Bonferoni M. C., Elviri L., Sandri G., Caramella C., Bettini R. Advances in oral controlled drug delivery: the role of drug–polymer and interpolymer non-covalent interactions. *Expert Opinion on Drug Delivery.*, **2014**, *12(3)*, 441–453. <https://doi.org/10.1517/17425247.2015.966685>
8. Dzumadilov T., Khimersen K., Malimbayeva Z., Kondaurov R. Effective Sorption of Europium Ions by Interpolymer System Based on Industrial Ion-Exchanger Resins Amberlite IR120 and AB-17-8. *Materials* **2021**, *14*, 3837. <https://doi.org/10.3390/ma14143837>
9. Dzumadilov T., Abilov Z., Kondaurov R., Himersen H., Yeskaliyeva G., Akyzbekova M., Akimov A. Influence of hydrogels initial state on their electrochemical and volume-gravimetric properties in intergel system polyacrylic acid hydrogel and poly-4- vinylpyridine hydrogel. *Chem. Chem. Technol.* **2015**, *9*, 459–462

PROMISING MULTIFUNCTIONAL ANIONITES FOR THE EXTRACTION OF CHROMIUM (VI) IONS

T.V. Kovrigina^{1*}, K.Kh. Khakimbatova¹, T.K. Chalov¹, B.Y. Begenova²

¹A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Kazakhstan, Almaty

²M. Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Kazakhstan, Petropavlovsk

*E-mail: kovriginatat@mail.ru

Abstract. *Introduction.* 30% of the chromium ore reserves in the world are concentrated in Kazakhstan, during the processing of which large volumes of wastewater containing toxic chromium salts, are formed. Chromium is one of the priority components both in terms of emission and toxicity (for Cr(VI), the maximum permissible concentration is 0.05 mg/l). The compounds of chromium (III) and especially chromium (VI) have a general toxic, allergenic, carcinogenic, mutagenic effect on the human body, and are among the most dangerous pollutants for the environment. *The aim* of this work is to develop a technological scheme for the extraction of Cr (VI) ions by multifunctional ion exchangers. *Methods.* Anionite, based on diglycidyl ether of dioxyphenylpropane, allylglycidyl ether and polyethylenimine – Ionite No. 1 has been synthesized by polycondensation, and epoxyamine has been synthesized from benzylamine and epichlorohydrin, by the condensation of which Ionite No.2 has been obtained with polyethylenimine. The sorption of chromium ions on newly synthesized anionites has been studied, using model solutions with the concentrations of 25, 50, 75 and 100 mg/l Cr (VI). *Results and discussion.* It has been established that Ionite No.1 exhibits greater affinity for Cr (VI) ions. So, its maximum sorption capacity is 13.5, and that of Ionite No.2 is 11.7 mg/g. *Conclusion.* We have proposed a basic technological scheme of a desalination plant, consisting of modular units: reagent-mechanical, sorption, membrane, ion exchange and bacterial purification. It has been established that reagent-mechanical purification is the initial stage of water treatment, designed to isolate insoluble coarse- and fine-dispersed impurities.

Keywords: anionite, chromium (VI) ions, water purification, ion exchange method, sorption, schematic flow diagram, modular unit, water hardness

Kovrigina Tatyana Vasilyevna Ph.D., Associate Professor, Chief Researcher,
E-mail: kovriginatat@mail.ru

Khakimbatova Kamila Ph.D., Associate Professor, Chief Researcher,
Khakimbatovna E-mail: ics_kamila@mail.ru

Chalov Tulegen Kamenovich Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head laboratory of ion-exchange resins and membranes, E-mail: chalov.45@mail.ru

Begenova Bakhyt Estekenovna Doctor of Chemical Sciences, Assoc. Professor, Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology,
E-mail: bbegenova@mail.ru

Citation: Kovrigina T.V., Khakimbatova K.Kh., Chalov T.K., Begenova B.E. Promising multifunctional anionites for the extraction of chromium (VI) ions. *Chem. J. Kaz.*, **2023**, 2(82), 118-129. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.19>

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АНИОНИТЫ ДЛЯ ИЗВЕЛЕНИЯ ИОНОВ ХРОМА (VI)

Т.В. Ковригина^{1*}, *К.Х. Хакимболатова*¹, *Т.К. Чалов*¹, *Б.Е. Бегенова*²

¹АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Казахстан, Алматы

²НАО "Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева" Казахстан, Петропавловск

*E-mail: kovriginat@mail.ru

Резюме. *Введение.* В Казахстане сосредоточено 30% мировых запасов хромовой руды, при переработке которой образуются большие объемы сточных вод, содержащих ядовитые соли хрома. Хром – один из приоритетных компонентов как по эмиссии, так и по токсичности (для Cr (VI) предельно допустимая концентрация составляет 0.05 мг/л). Поэтому проблема очистки сточных вод от соединений хрома является особо актуальной. *Целью* данной работы является разработка технологической схемы извлечения ионов Cr (VI) полифункциональными ионообменниками. *Методом* поликонденсации был синтезирован анионит на основе диглицидилового эфира диоксидифенилпропана, аллилглицидилового эфира и полиэтиленimina – Ионит № 1, а также из бензиламина и эпихлоргидрина синтезирован эпоксиамин, конденсацией которого с полиэтиленимином был получен Ионит № 2. В работе изучена сорбция ионов хрома на новых синтезированных анионитах с использованием модельных растворов с концентрацией 25, 50, 75 и 100 мг/л Cr (VI). *Результаты и обсуждение.* Установлено, что Ионит № 1 проявляет большее сродство к ионам Cr (VI). Так его максимальная сорбционная емкость составляет 13.5, а Ионита № 2 – 11.7 мг/г. *Заключение.* Нами предложена принципиальная технологическая схема опреснительной установки, состоящая из модульных блоков: реагентно-механической, сорбционной, мембранной, ионообменной и бактериальной очистки. **Установлено, что реагентно-механическая очистка является первоначальной стадией** водоподготовки, предназначенной для выделения нерастворимых грубо- и тонкодисперсных примесей.

Ключевые слова: анионит, ионы хрома (VI), очистка воды, ионообменный метод, сорбция, принципиальная технологическая схема, модульный блок, жесткость воды

<i>Ковригина Татьяна Васильевна</i>	<i>Кандидат химических наук, ассоциированный профессор</i>
<i>Хакимболатова Камила Хакимболатовна</i>	<i>Кандидат химических наук, ассоциированный профессор</i>
<i>Чалов Тулеген Каменович</i>	<i>Доктор химических наук, профессор</i>
<i>БегеноваБахытЕстеменовна</i>	<i>Доктор химических наук, доцент, профессор</i>

1. Введение

Сточные воды гальванического производства, содержащие ионы тяжелых металлов, наносят огромный экологический ущерб. Многолетние наблюдения за динамикой качества поверхностных вод выявили тенденцию кресту их загрязнения. Высокие концентрации ионов хрома (VI) содержат производственные сточные воды, в которых предельно допустимые нормы (ПДК) превышают почти в 200 раз [1]. Подобные проблемы существуют и на других предприятиях, использующих в своей технологической схеме процессы хромирования. Для решения таких задач применяют различные методы (например, химические, физико-химические, электрохимические, биологические). Важное место среди вышеуказанных способов занимают сорбционные методы, который имеет высокую степень извлечения ионов

металлов. Разработка высокоэффективного и экономичного процесса очистки стоков от ионов хрома (VI) до норм ПДК является актуальной задачей сегодняшнего дня [2].

Проблема очистки стоков от ионов хрома (VI), вызывает трудности у большинства предприятий, использующих их в своем производстве. Загрязнение водоемов соединениями хрома связано с их выбросом со сточными водами различных производств, занимающихся переработкой хромитовых руд [3,4]. Большинство машиностроительных предприятий в своем составе имеют гальванические цеха или технологические участки нанесения гальванопокрытий [5, 6]. Гальванические производства являются одними из крупных потребителей цветных металлов и воды и отличаются высокими объемами жидких отходов. К наибольшему загрязнению природных вод соединениями хрома приводит недостаточно тщательная очистка промывных вод цехов.

Сорбционный метод очистки сточных вод – один из наиболее эффективных и технологически простых способов удаления хрома. В качестве таких сорбентов применяются, например, синтетические сорбенты, отходы производства, активированные угли и т.д. Процесс извлечения хрома (VI) проводят при интенсивном перемешивании сорбента с раствором, а затем фильтрованием раствора через слой сорбента. Преимуществами данного метода являются: возможность совместного удаления различных по природе загрязнителей, очистка до норм ПДК, возможность рекуперации сорбированных веществ и возврата очищенной воды с заданным значением pH [7].

В настоящее время существуют множество методов извлечения ионов металлов различной природы из сточных вод гальванического производства. Существующие методы очистки можно классифицировать следующим образом: сорбционные, реагентные, механические, коагуляционно-флотационные, электрохимические, мембранные, биологические и т.д. При этом важной задачей является разработка технологической схемы очистки сточной воды с учетом конкретного ее состава и требований к ее качеству.

Установки для очистки воды от ионов хрома принято называть модульными. Под модулем зачастую понимают нечто универсальное, компактное и передвижное. Соответственно модульная установка очистки воды представляет собой единство модулей, каждый из которых ориентирован на решение определенной задачи и, в зависимости от вида поставленных задач, соответственно подбирается комплекс различных модулей [8].

Наиболее часто используемые методы очистки воды от ионов хрома подразделяются на реагентные (химические), биологические, электрохимические, флотационные, сорбционные. Традиционный способ очистки от хрома (VI), основанный на осаждении малорастворимого гидроксида хрома, не всегда обеспечивает требуемую степень очистки [9].

Ранее нами были синтезированы аниониты на основе эпокисоединений для сорбции ионов Cr (VI) [10]. Целью настоящей работы является синтез новых полифункциональных ионообменников для сорбции ионов Cr (VI).

2. Экспериментальная часть

С целью изучения сорбции Cr (VI) на основе диглицидилового эфира диоксифенилпропана (ЭД-20) (1), аллилглицидилового эфира (АГЭ) (2) и полиэтиленimina (ПЭИ) (3) синтезирован анионит со следующей структурной формулой (Ионит № 1) (рисунок 1).

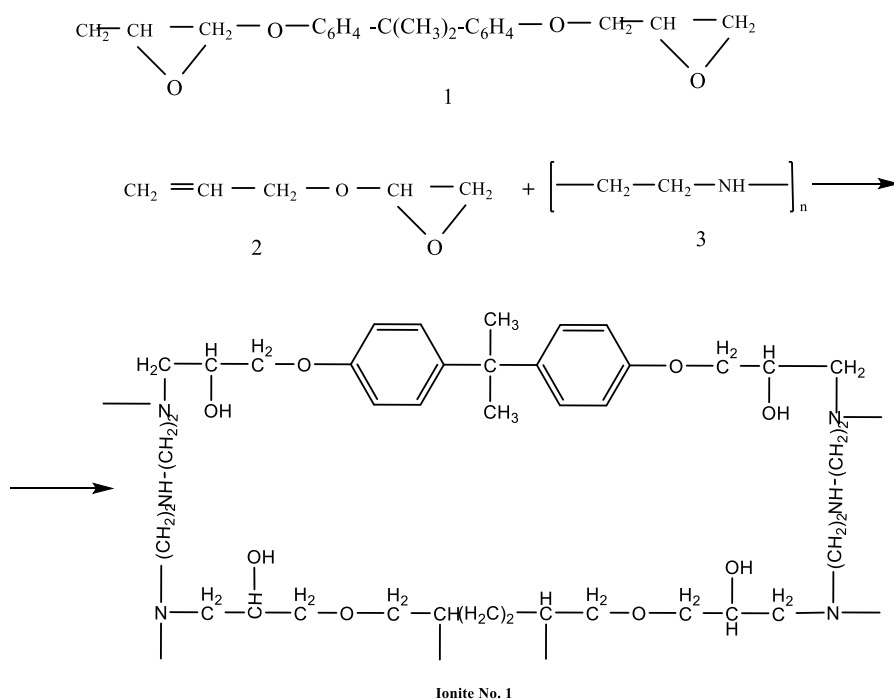


Рисунок 1 – Схема получения Ионита 1.

Ионит № 1 получали следующим образом: сначала проводили конденсацию ЭД-20 и АГЭ с ПЭИ в растворе ДМФА при массовом соотношении ЭД-20 : АГЭ : ПЭИ, равных 1 : 0.5 : 0.4, соответственно, температуре 80°C и продолжительности 4 ч. Полученный гель отверждали при 100°C в течение 24 ч, затем несколько раз переводили из Cl-формы в OH-форму, обрабатывая 5%-ными растворами соляной кислоты и гидроксида натрия. Иониты в OH-форме отмывали дистиллированной водой до нейтральной реакции фильтрата по фенолфталеину. Затем смолу измельчали и получали ионит № 1 с размерами частиц 0.5-1.0 мм. В результате был синтезирован ионообменник пространственного строения

состатической обменной емкостью по 0.1 н раствору HCl 3.75 мг-экв/г, который может быть использован в гидрометаллургии и для решения экологических проблем.

ИК-спектр **Ионит № 2**, в таблетках KBr (ν, δ см⁻¹): эпоксидное кольцо (760, 848), 2800-3400 ($\delta_{R=N, R-NH}$), валентные и деформационные колебания N–H-связи (ν : 3200-3500, δ : 1600-1700), 1020-1220 (ν_{C-N}), 1460-1470 (δ_{C-H}), винильные группы (910).

Элементный анализ. Найдено, %: C 63.98; H 8.45; N 10.92; O 16.65. C₁₃H₁₇O₂. Вычислено, %: C 63.24; H 8.93; N 10.82; O 17.01.

Из бензиламина (БА) (**1**) и эпихлоргидрина (**2**) в присутствии NaOH (t50°C) в течение 6 ч синтезирован эпоксиамин (**3**) (рисунок 2).

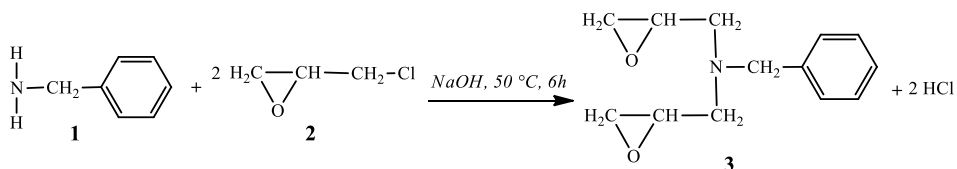


Рисунок 2 – Схема получения эпоксиамина 3

Конденсацией эпоксиамина (**3**) с полиэтиленимином (ПЭИ) (**4**) в растворе диметилформаида (ДМФА) при разных массовых соотношениях, температуре 60–65°C и продолжительности 5–6 получили полифункциональный анионит – **Ионит №2** (БА–ЭХГ–ПЭИ) (рисунок 3). Затем реакционную массу отверждали при температуре 100°C в течение 16–24 ч.

ИК-спектр **Ионит № 2**, в таблетках KBr (ν, δ см⁻¹): 1599–1600 (δ_{N-H}), 1020–1220 (ν_{C-N}), 3500 (ν_{O-H}), 1502–1504 ($\nu_{C=O}$).

Элементный состав. Найдено, %: C 70.72; H 17.61; N 7.81; O 3.86. C₃₄H₅₆N₈O₄. Вычислено, %: C 70.92; H 17.48; N 8.09; O 3.51.

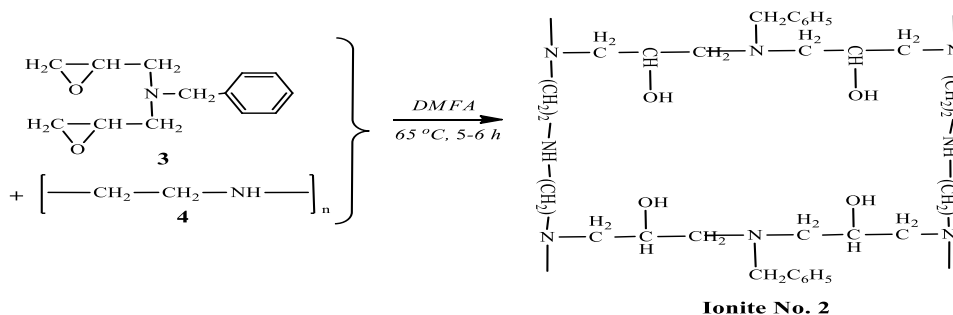


Рисунок 3 – Схема получения Ионита 2

С целью определения перспективных областей практического применения ионитов, а также отработки технологической схемы очистки воды сорбция ионов Cr (VI) проводилась на модельных растворах. В работе были использованы модельные растворы бихромата калия (0.25; 0.50; 0.75; 1.0 мг/л Cr (VI)).

3. Результаты и обсуждение

Известно [7], что сорбционный метод является наиболее эффективным для сорбции ионов различных металлов. Нами были синтезированы полифункциональные иониты, получение которых описано выше. В таблицах 1, 2 приведены основные физико-химические и сорбционные свойства анионитов. Как видно из таблицы 2 Ионит № 1 проявляет большее сродство к ионам Cr (VI). Так, его максимальная сорбционная емкость (СЕ) составляет 13.5, а Ионита № 2 – 11.7 мг/г.

Одним из определяющих факторов, влияющих на сорбцию ионов металлов, для ряда сорбентов является кислотно-основная характеристика растворов [4]. Известно, что в зависимости от величины pH шестивалентный хром находится в виде различных ионов. Так, при $\text{pH} < 7$ растворы солей хрома (VI) содержат ионы $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, HCrO_4^- и CrO_4^{2-} , при $\text{pH} > 7$ – HCrO_4^- и CrO_4^{2-} . В 0.5 – 2.0н растворах H_2SO_4 образуются анионы $\text{Cr}_3\text{O}_{10}^{2-}$ и $\text{Cr}_4\text{O}_{13}^{2-}$. При использовании древесных опилок для очистки вод от ионов хрома (VI) установлено [11], что при $\text{pH} < 2$ развиваются окислительно-восстановительные процессы с переходом Cr (VI) в Cr (III). В интервале $3 \leq \text{pH} < 7$ протекает процесс сорбции ионов Cr (VI), а при $\text{pH} \geq 7$ они практически не сорбируются.

Таблица 1 – Основные физико-химические свойства синтезированных ионитов

Аниониты	СОЕ _{НСl} , мг- экв/г	V _{уд} , мл/ г	Химическая устойчивость в растворах, %			Термическая устойчивость в воде, %
			5 н H ₂ SO ₄	5 н NaOH	10% H ₂ O ₂	
Ионит № 1	3.75	3.2	98.2	98.9	75.0	96.1
Ионит № 2	8.95	5.7	97.9	98.7	72.0	94.1

где СОЕ_{НСl} – статическая обменная емкость анионита по 0.1 н раствору HCl, V_{уд} – удельный объем анионита

Таблица 2 – Сорбционные свойства синтезированных ионитов

Исходная концентрация Cr (VI) в модельном растворе, мг/л	Концентрация Cr (VI) после сорбции ионитами, мг/л		CE _{Cr} , мг/г	
	Ионит № 1	Ионит № 2	Ионит № 1	Ионит № 2
8.51	0.12	0.105	3.4	3.4
19.94	0.2	0.71	7.9	7.7
25.01	0.64	2.37	9.7	9.1
34.82	1.58	5.52	13.5	11.7

Предположительно поглощение бихромат-ионов синтезированными анионитами в ОН-форме происходит аналогично промышленному аниониту ЭДЭ-10П в зависимости от pH [12]. CE промышленного гелевого анионита марки АМП при сорбции ионов Cr (VI) из раствора, содержащего 2.56 г/дм³ хрома (pH 0–2) и соотношении анионит : раствор 1 : 100 равняется 240 мг/г.

В ходе дальнейших исследований нами разработана принципиальная технологическая схема опреснительной установки, которая состоит из модульных блоков: реагентно-механической, сорбционной, мембранной, ионообменной и бактериальной очистки (рисунок 4).

Принципиальные технологические схемы получения технической воды для производственных нужд представлены на рисунках 5-7.

Реагентно-механическая очистка является первоначальной стадией водоподготовки, предназначенной для выделения нерастворимых грубо- и тонкодисперсных примесей методами процеживания через решётки, сита, сетки, отстаивания, фильтрования через песок и центрифугирования в гидроциклонах и центрифугах, где под действием центробежных сил механические примеси отбрасываются к стенкам и оседают на дно. Добавление коагулянта и высокомолекулярного флокулянта в воду интенсифицирует процессы отстаивания и фильтрации в результате укрупнения и выделения частиц из коллоидного раствора в виде хлопьевидного осадка. В качестве коагулянтов используют сульфаты аммония, железа или алюминия; флокулянтами, в основном, являются полиакриламид, полиэтиленимин, а также жирные кислоты, мыла и др.

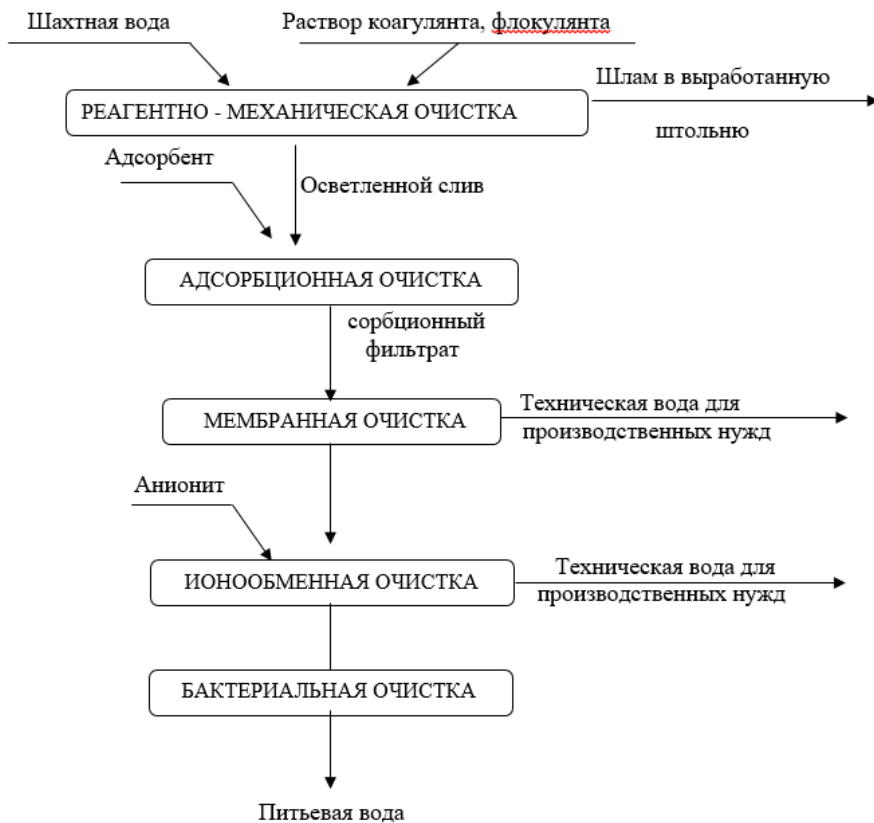


Рисунок 4– Принципиальная технологическая схема деминерализации и обезвреживания.



Рисунок 5 – Принципиальная технологическая схема получения технической воды с использованием метода адсорбционной очистки природными сорбентами.

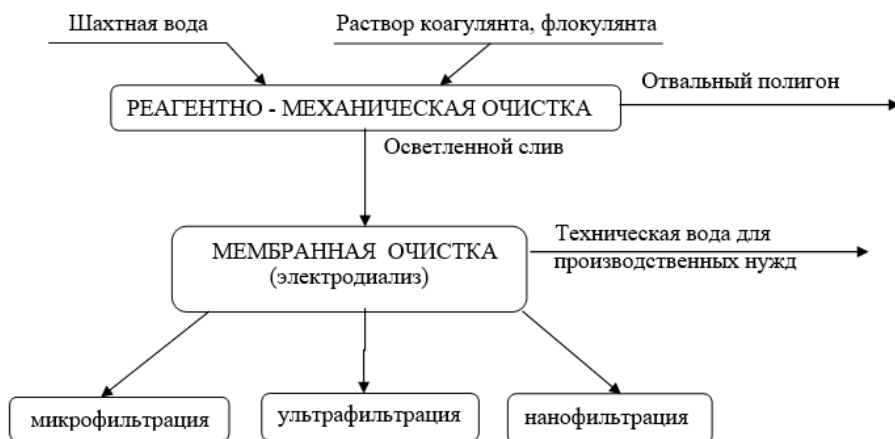


Рисунок 6 – Принципиальная технологическая схема получения технической воды с использованием мембранных методов очистки.



Рисунок 7 – Принципиальная технологическая схема получения технической воды с использованием методов ионного обмена.

Адсорбционная очистка предусмотрена для более полного удаления тонко взвешенных частиц, выделения труднорастворимых неорганических солей фильтрующей поверхностью адсорбентов и стабилизации воды*.

4. Заключение

Таким образом, нами синтезированы высокоэффективные полифункциональные аниониты для сорбции ионов Cr (VI). На модельных растворах изучены их сорбционные свойства.

*Стабилизация воды – процесс водоподготовки, направленный на предотвращение коррозии и отложений карбоната кальция в трубопроводах, оборудовании и аппаратах и производится с целью улучшения качества воды, хотя и не является очисткой.

Установлено, что Ионит № 1 проявляет большее сродство к ионам Cr (VI). Так, его максимальная сорбционная емкость составляет 13.5, а Ионита № 2 – 11.7 мг/г. Разработана принципиальная технологическая схема очистки воды от ионов Cr (VI), состоящая из модульных блоков реагентно-механической, сорбционной, мембранной, ионообменной и бактериальной очистки.

Финансирование: Работа выполнена в Институте химических наук им. А.Б. Бектурова по программе BR10965255 целевого финансирования научных исследований на 2021–2023 годы, осуществляемого Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

КЕРЕКТІ КӨП ФУНКЦИЯЛЫҚ АНОНИТТЕР ХРОМ (VI) ИОНДАРЫН ЭКСТРАКЦИЯЛАУ ҮШІН

Т.В. Ковригина^{1}, К.Х. Хакимболатова¹, Т.К. Чалов¹, Б.Е. Бегенова²*

¹*«Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты» АҚ, Қазақстан, Алматы*

²*"М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті" КЕАҚ, Петропавл, Қазақстан*

*E-mail: kovriginat@mail.ru

Түйіндеме. *Kіріспе.* Қазақстанда хром кенінің әлемдік қорының 30% шоғырланған, оны өңдеу кезінде құрамында хромның улы тұздары бар сарқынды сулардың үлкен көлемі түзіледі. Гальваникалық өндіріс сонымен қатар қоршаған ортаны ауыр металдармен ластау көзі болып табылады. Олардың ішінде хром эмиссия және уыттылық бойынша басым компоненттердің бірі болып табылады (Cr (VI) үшін шекті рұқсат етілген концентрация 0.05 мг/л құрайды). Хром қосылыстары адам ағзасына жалпы уытты, аллергиянді, канцерогенді, мутагенді әсер етеді. Сондықтан ағынды суларды хром қосылыстарынан тазарту мәселесі ерекше өзекті болып табылады. Бұл жұмыстың мақсаты көп функционалды ион алмастырғыштармен Cr (VI) иондарын алудың технологиялық схемасын жасау болып табылады. *Әдістері.* Поликонденсация әдісімен диоксифенилпропанның диглицидил эфирі, аллилглицид эфирі және № 1 полиэтиленмин – ионит негізінде анионит синтезделді, сондай-ақ бензиламин мен эпихлоргидриннен эпоксиамин синтезделді, оның конденсациясы полиэтиленминмен № 2 Ионит алынды. Жұмыста 25, 50, 75 және 100 мг/л Cr (VI) концентрациясы бар модельдік ерітінділерді қолдана отырып, жаңа синтезделген аниониттердегі хром иондарының сорбциясы зерттелді. *Нәтижелер және талқылау.* Ион алмасу әдісімен суды тазарту барлық теріс зарядталған қаттылық тұздарын анион алмасу шайырымен тез сіңіру арқылы жүретіні анықталды. № 1 Ионит Cr (VI) иондарына көбірек жақындық көрсететіні анықталды. Сондықтан оның максималды сорбциялық сыйымдылығы 13.5, ал № 2 Ионит - 11.7 мг/г. *Қорытынды.* Біз модульдік блоктардан тұратын тұзсыздандыру қондырғысының негізгі технологиялық схемасын ұсындық: реагент-механикалық, сорбциялық, мембраналық, ион алмасу және бактериялық тазарту. Реагентті механикалық тазарту ерімейтін өрескел және жұқа дисперсті қоспаларды окшаулауға арналған суды дайындаудың бастапқы кезеңі болып табылады. Адсорбциялық тазарту адсорбенттердің сүзгі беті арқылы ерімейтін бейорганикалық тұздарды бөліп, жұқа тоқтатылған бөлшектерді толығымен жою үшін қолданылады.

Түйін сөздер: анионит, хром иондары (VI), суды тазарту, ион алмасу әдісі, сорбция, принципті технологиялық схема, модульдік блок, судың кермектігі

Ковригина Татьяна Васильевна	Химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор
Хакимболатова Камила Хакимболатовна	Химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор
Чалов Тулеген Каменович	Химия ғылымдарының докторы, профессор
Бегенова Бахыт Естекеновна	Химия ғылымдарының докторы, профессор

Список литературы:

1. Климова О.В. *Процессы и аппаратурное оформление очистки сточных вод от ионов хрома (VI) углеродными адсорбентами* [Уфимский гос. нефтяной техн. ун-т. Дисс. канд. техн. наук] Уфа, 2016. 148с. https://www.studmed.ru/klimova-o-v-processy-i-apparaturnoe-oformlenie-ochistki-stochnyh-vod-ot-ionov-hroma-vi-uglerodnymi-adsorbentami_04b28fe8b27.html
2. Куликова А.А., Сергеева Ю.А., Овчинникова Т.И., Хабарова Е.И. Формирование шахтных вод и анализ способов их очистки // ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2020, № 7, 135-145. DOI: <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2020-7-0-135-145>
3. Дину М.И. *Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН*. 2009, 55, 44-45.
4. Alekseeva S.L., Bolotin S.N., Tsyupko T.G. Sorption of chromium (VI) on ion-exchange resins and adsorbents. *J. Appl. Chem.* 2007, 80, 3, 378-380. DOI: <https://doi.org/10.1134/S107042720703007X>
5. Хоан Куок Чан, Карапун М.Ю. Накопление ионов хрома (Cr⁶⁺) водными макрофитами при различных значениях водородного показателя. *Естеств. науки*. 2011, 4(37), 47-52. <https://www.ion-xroma-3-1-metody-opredeleniya-cr3-kachestvennoe-i-kolichestvennoe-opredelenie-ionov-xroma-iii.html>
6. Кравцов Е.Е., Глинина Е.Г., Булахтина Е.В., Лебедева А.П., Хаметов Р.Р., Тимошук А.В. Изучение комбинированного способа очистки растворов от хрома. *Вестник АГТУ*. 2004, 4(23), 20-23.
7. Лухнева О.Л. Повышение эффективности очистки сточных вод гальванического производства с использованием адсорбционного метода доочистки. *Химия и экология*. 2010, 10. <https://www.dissercat.com/content/issledovanie-i-razrabotka-tekhnologii-sorbtsionnoi-doochistki-stochnykh-vod-galvanicheskikh->
8. Гетоева Е.Ю., Алексеева С.Н., Павлютина Е.А. Влияние отходов, содержащих ионы хрома, на экосистему и возможности их вторичной переработки. *Труды молодых ученых*. 2014, 3, 58-65. <https://www.dissercat.com/content/intensifikatsiya-protseessov-sorbtsionnogo-izvlecheniya-anionov-khroma-vi-molibdena-vi-i-volf>
9. Зубарева Г.И., Филиппова М.Н., Дегтев М.И. Способы очистки сточных вод от соединений хрома. *Экология и охрана окружающей среды*. 2006, 13. http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/21386/vodosnabzhenie._vodootvedenie._ohrana_i_racional_noe_izpol_zovanie_vodnyh_resursov.pdf?sequence=1&isAllowed=y
10. Melnikov Ye. A., Ergozhin E.E., Chalov T.K., Nikitina A.I. Sorption of chromium (VI) ions by anionites based on epoxidized derivatives of aniline and benzylamine. *Life Sci. J.* 2014, 11, No.11, 252-254.
11. Voropanova L.A., Getoeva E.Yu. Sorption of chromium (VI) from aqueous solution on AM-2B anion exchanger. *J. Appl. Chem.* 2001, 74, No.1, 24-27. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1012767110593>
12. Пат. 2288290. РФ. Сорбция хрома (VI) из водных растворов на ионит марки АМП / Воропанова Л.А., Алексеева С.Н., Павлютина Е.А., Тиманова Е.Е.; опубл. 27.11.06.

References

1. Klimova O.V. *Processy i apparaturnoe oformlenie ochistki stochnykh vod ot ionov hroma (VI) uglerodnymi adsorbentami*. Diss. Kand. Tekhn. Nauk [Processes and instrumentation for wastewater treatment from chromium (VI) ions by carbon adsorbents. Dr. tech. sci. diss.]. Ufa, Ufimskij gos. neftyanoj tekhn. un-t Publ., 2016. 148s. (In Russ.). https://www.studmed.ru/klimova-o-v-processy-i-apparaturnoe-oformlenie-ochistki-stochnyh-vod-ot-ionov-hroma-vi-uglerodnymiadsorbentami_04b28fe8b27.html

2. Kulikova A.A., Sergeyeva Yu.A., Ovchinnikova T.I., Habarova E.I. Formirovaniyashahtnykh vod I analizy sposobov i kachestv. [Formation of mine waters and analysis of methods for their purification]. GIAB. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. **2020**. No. 7. 135-145. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2020-7-0-135-145>
3. Dinu M.I. *Trudy Instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo centra RAN* [Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], **2009**, 55, 44-45. (In Russ.).
4. Alekseyeva S.L., Bolotin S.N., Tsyupko T.G. Sorption of chromium (VI) on ion-exchange resins and sorbents. *J. appl. Chem.*, **2007**, 80, No.3, 378-380. (In Russ.). DOI: <https://org/10.1134/S107042720703007X>
5. Hoan Kuok Chan, Karapun M.Yu. Nakopleniye ionov hroma (Cr^{6+}) vodnym makrofityami pri razlichnykh znacheniyah vodorodnogo pokazatelya. [Accumulation of chromium ions (Cr^{6+}) by aquatic macrophytes at different pH values]. *Estestvennyye nauki*, **2011**, 4, No.37, 47-52. (In Russ.). <https://www.ion-xroma-3-1-metody-opredeleniya-cr3-kachestvennoe-i-kolichestvennoe-opredelenie-ionov-xroma-iii.html>
6. Kravcov E.E., Glinina E.G., Bulahtina E.V., Lebedeva A.P., Hametov R.R., Timoshchuk A.V. Izucheniye kombinirovannogo sposoba oobshchego kistirovaniya. *Vestnik AGTU* [The study of the combined method of purification of solutions from chromium] **2004**, 4, No.23, 20-23. (In Russ.).
7. Luhneva O.L. Povysheniye effektivnosti kistirovaniya vod galvanicheskogo proizvodstva s ispol'zovaniyem adsorbtsionnogo metoda doochistki. *Himiya i ekologiya* [Increasing the Efficiency of Wastewater Treatment in Galvanic Production Using the Adsorption Post-Treatment Method], **2010**, No.10. (In Russ.). <https://www.dissercat.com/content/issledovanie-i-razrabotka-tehnologii-sorbtsionnoi-doochistki-stochnykh-vod-galvanicheskikh>
8. Getoeva E.Yu., Alekseyeva S.N., Pavlyutina E.A. Vliyaniye otdobroyeniya, soderzhashchih ionov hroma, na ekosistemnyye vozmozhnosti i istoricheskuyu pererabotku. *Trudy molodykh uchenykh* [The impact of waste containing chromium ions on the ecosystem and the possibility of their recycling] **2014**, No.3, 58-65. (In Russ.). <https://www.dissercat.com/content/intensifikatsiya-protsesov-sorbtsionnogo-izvlecheniya-anionov-khroma-vi-molibdena-vi-i-volf>
9. Zubareva G.I., Filip'eva M.N., Degtev M.I. Sposoby oobshchego kistirovaniya vod ot doobshchego kistirovaniya [Methods of wastewater treatment from chromium compounds]. *Ekologiya i ohrana okruzhayushcheysredy* [Ecology and environmental protection], **2006**, No.13. (In Russ.). http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/21386/vodosnabzhenie._vodootvedenie._ohrana_i_racional_noe_ispol_zovanie_vodnykh_resursov.pdf?sequence=1&isAllowed=y
10. Melnikov Ye. A., Ergozhin E.E., Chalov T.K., Nikitina A.I. Sorption of chromium (VI) ions by anionites based on epoxidized derivatives of aniline and benzylamine. *Life Sci.J.*, **2014**, 11, No.11, 252-254.
11. Voropanova L.A., Getoeva E.Yu. Sorption of chromium (VI) from aqueous solution on AM-2B anion exchanger. *J. Appl. Chem.*, **2001**, 74, No.1, 24-27. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1012767110593>
12. Pat. 2288290. RF. Sorbtsionnyy anionit na osnovaniy khromatograficheskogo sorbenta [Sorption of chromium (VI) from aqueous solutions on an AMP anion exchanger] Voropanova L.A., Alekseyeva S.N., Pavlyutina E.A., Timanova E.E.; publ. 27.11.06. (In Russ.).

PHYSICO-CHEMICAL STUDIES OF RAW MATERIALS FOR OBTAINING PHOSPHORUS-CONTAINING FERTILIZERS

B.M. Smailov^{1}, B.S. Zakirov², Sh.T. Koshkarbayeva¹, A.A. Kadirbayeva¹,
Usha K Aravind³, N.N. Issabayev⁴.*

¹*M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan.*

²*Institute of General and Inorganic Chemistry, Tashkent, Uzbekistan.*

³*Cochin University of Science and Technology, Keralla, India.*

⁴*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan.*

E-mail: baha_uppr@mail.ru

Abstract: *Introduction.* To date, accumulated industrial waste creates serious environmental problems in the regions. Therefore, their processing in order to obtain valuable products is an urgent task. As a result of the reduction electric smelting of phosphorite raw materials in the Novo-Dzhambul phosphorus plant, about 150-160 kg of cuttrel dust is formed per 1 ton of yellow phosphorus. The resulting cuttrel dust is considered as a secondary raw material, it can be used to obtain phosphorus-containing mineral fertilizers, since the boiler dust contains a proportion of phosphorus and other useful components. *The purpose* of this work is the processing of phosphorus production waste - cuttrel dust with the use of sulfuric acid to obtain phosphorus-containing mineral fertilizers. *Methodology.* For the processing of cuttrel dust under experimental conditions, instrumental test methods were chosen using a scanning electron microscope (SEM) of the Jeol JSM-6490I V brand, a multi-parameter portable cyberscanner (PCD 650 Eutech) and a Q-1500 Derivatograph. *Results.* According to the results of microscopic studies, it was determined that the content of the main useful component in the cuttrel dust P₂O₅ in the range of 30-31%. The thermodynamic regularities of the process of decomposition of cuttrel dust with the help of a solution of sulfuric acid have been studied. The standard thermal effects of changes in the enthalpy, entropy and the value of the Gibbs energy of the system at a temperature of 333–363K were determined using the HSC-6 complex program. The methods of mathematical processing are considered in order to determine the reliability of the results of the experimental work. The optimal technological parameters of this process have been established and determined. *Conclusion.* A technology has been developed for obtaining phosphorus-containing monocalcium phosphate based cuttrel dust from the waste of the Novo-Dzhambul phosphorus plant using sulfuric acid solutions. The advantage of the resulting phosphorus-containing component is that it has a high solubility and absorption of phosphorus to plants. They are also characterized by a high content of phosphorus-containing substances, which ensure the growth and productivity of agricultural plants and plant resistance to environmental stress factors.

Key words: Cottrel dust, calcium monophosphate, technogenic waste, sulfuric acid, phosphorus-containing fertilizers

Citation: Smailov B.M., Zakirov B.S., Koshkarbayeva Sh.T., Kadirbayeva A.A., Aravind Usha K., Issabayev N.N. Physico-chemical studies of raw materials for obtaining phosphorus-containing fertilizers. *Chem. J. Kaz.*, **2023**, 2(82), 130-140. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.20>

<i>Smailov Bakyt Matkarimuly</i>	<i>PhD, M.Auezov South Kazakhstan university, Shymkent, Kazakhstan, E-mail: Baha_uppr@mail.ru</i>
<i>Zakirov Bakhtiyar Sabirjanovich</i>	<i>Doctor of chemical sciences, professor. Institute of General and Inorganic Chemistry, Tashkent, Uzbekistan, E-mail: bakhtiyar_zakirov@bk.ru</i>
<i>Koshkarbayeva Shaizada Turtayevna</i>	<i>Candidate of technical sciences, professor. M.Auezov South Kazakhstan university, Shymkent, Kazakhstan, E-mail: shayzada-1968@mail.ru</i>
<i>Kadirbayeva Almagul Akkopeykyzy</i>	<i>Candidate of technical sciences, professor. M.Auezov South Kazakhstan university, Shymkent, Kazakhstan, E-mail: diac_2003@mail.ru</i>
<i>Aravind Usha Kulangara</i>	<i>PhD, professor. Cochin University of Science and Technology, Keralla, India, E-mail: uka@cusat.ac.in</i>
<i>Issabayev Nurpeis Nurgaliuly</i>	<i>PhD, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: i_n.n@mail.ru</i>

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ

Б.М. Смайлов^{1}, Б.С Закиров², Ш.Т. Кошкарбаева¹, А.А. Кадирбаева¹, Usha K Aravind³, Н.Н. Исабаев⁴*

¹Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова. Шымкент, Казахстан

²Институт Общей и неорганической химии, Ташкент, Узбекистан

³Кочинский университет науки и технологий, Кералла, Индия

⁴Казахский национальный университет имени Аль-Фараби. Алматы, Казахстан

*E-mail: baha_uppr@mail.ru

Резюме: *Введение.* На сегодняшний день накопленные промышленные отходы создают серьезные экологические проблемы в регионах. Поэтому их переработка с целью получения ценных продуктов является актуальной задачей. В результате восстановительной электроплавки фосфоритного сырья в Ново-Джамбулском фосфорном заводе на 1 тонну производимого желтого фосфора образуется около 150-160 кг коттрельной пыли. Образовавшаяся коттрельная пыль считается как вторичное сырье, ее можно использовать для получения фосфорсодержащих минеральных удобрений, так как в составе коттрельной пыли присутствует доля фосфора и других полезных компонентов. *Целью* данной работы является переработка отхода фосфорного производства - коттрельной пыли с применением серной кислоты для получения фосфорсодержащих минеральных удобрений. *Методы.* Для переработки коттрельной пыли в экспериментальных условиях выбраны инструментальные методы испытаний с помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ) марки Jeol JSM-6490I V, многопараметрического портативного киберсканера (PCD 650 Eutech) и Дериватограф Q-1500. *Результаты.* По результатам микроскопических исследований определено, что содержание основного полезного компонента в коттрельной пыли P_2O_5 находится в пределах 30-31%. Стандартные тепловые эффекты изменения энтальпии, энтропии и значения энергии Гиббса системы при температуре 333–363К определялись с помощью комплексной программы «HSC-6» Изучены термодинамические закономерности процесса разложения коттрельной пыли с помощью раствором серной кислоты. Рассмотрены методы математической обработки с целью определения достоверности результатов проведенных экспериментальных работ. Установлены и определены оптимальные технологические параметры данного процесса. *Заключение.* Разработана технология получения фосфорсодержащего монокальций фосфата на основе коттрельной пыли из отходов Ново-Джамбулского фосфорного завода с применением растворами серной кислоты. Преимущество полученного фосфорсодержащего компонента состоит в том, что обладает высокой

растворимостью и усвояемостью фосфора к растениям. Разработанное удобрение характеризуется высоким содержанием фосфорсодержащих веществ, которые обеспечивают рост и урожайность сельскохозяйственных растений и устойчивости растений к стрессовым факторам окружающей среды.

Ключевые слова: коттрельная пыль, кальций монофосфат, техногенные отходы, серная кислота, фосфорсодержащие удобрения

<i>Смайлов Бакыт Маткаримұлы</i>	<i>PhD</i>
<i>Закиров Бахтияр Сабиржанович</i>	<i>Доктор химических наук, профессор</i>
<i>Кошкарбаева Шайзада Туртаевна</i>	<i>Кандидат технических наук, профессор</i>
<i>Кадирбаева Алмагул Аккопеевна</i>	<i>Кандидат технических наук, профессор</i>
<i>Aravind Usha Kulangara</i>	<i>PhD, профессор</i>
<i>Исабаев Нурпейс Нургалжулы</i>	<i>PhD</i>

1. Введение

На современном этапе развития науки и технологии одной из важнейших проблем является переработка природных и техногенных отходов. В последние годы накопленные промышленные отходы создают серьезные экологические проблемы в регионах. Поэтому их переработка с целью получения ценных продуктов является актуальной задачей.

На сегодняшний день полноценно обоснованных технологий переработки отходов нет. Примером является производство фосфора, который широко востребован как в Казахстане, так и за рубежом. Его получение обусловлено образованием больших техногенных отходов в виде шлака, феррофосфора, фосфорного шлама и коттрельной пыли. Количество фосфорного шлама, накопленного в советское время и представляющего собой остатки бывшего фосфорного завода, расположенного недалеко от города Шымкент, составляет 500 тысяч тонн. Накопленные отходы считаются сложной и трудоемкой работой с точки зрения химического и гранулометрического состава, а также переработки на основе современных технологий [1].

Настоящее время в результате восстановительной электроплавки фосфоритного сырья на одном лишь Ново-Джамбулском фосфорном заводе на 1 тонну желтого фосфора образуется около 150-160 кг коттрельной пыли, которая в виде суспензии – коттрельного молока сбрасывается в испарительные бассейны. Образовавшаяся коттрельная пыль считается как вторичное сырье, ее можно использовать для получения удобрений, так как в составе коттрельной пыли присутствует доля фосфора и других полезных компонентов. При этом появляется возможность получения фосфорсодержащих минеральных удобрений с высоким содержанием полезных компонентов и микроэлементов[2].

2. Экспериментальная часть

Для переработки коттрельной пыли в экспериментальных условиях выбраны методы испытаний с помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ) марки Jeol JSM-64901 V, многопараметрического портативного киберсканера (PCD 650 Eutech) и Дериватограф Q-1500. На рисунках 1 представлены дериватограммы коттрельной пыли полученные с помощью Дериватографа Q-1500.



Рисунок 1 - Дериватограмма коттрельной пыли

Кривая линия дифференциально-термического анализа на рисунке 1 характеризуется неинтенсивными эндоэффектами при 260 °С, 580 °С, 780 °С и 800 °С. Первый эндоэффект при 260 °С характеризует удаление поверхностной и гидратной влаги. При 580 °С происходит удаление остаточной кристаллогидратной влаги. Неинтенсивный эндоэффект при 780-800 °С свидетельствует о декарбонизации магнийсодержащих примесных соединений и последний о разложении карбонатов кальция. На кривой ДТА наблюдается три последовательных экзоэффекта при 590 °С, 835 °С и 875 °С. Первый экзоэффект характеризуется окислением незначительного свободного фосфора. Два вторых экзоэффекта характерны для разложения фосфорных соединений. В таблице 1 представлен элементный и минералогический состав коттрельной пыли.

Таблица 1 - Элементный и минералогический состав коттрельной пыли

Элемент	Весовой состав, %	Оксиды	В пересчете на оксиды, %
O	42.1	-	-
Na	0.84	Na ₂ O	1.13
Mg	0.91	MgO	1.51
Al	1.05	Al ₂ O ₃	1.98
Si	7.31	SiO ₂	15.6
P	13.4	P ₂ O ₅	30.7
K	5.91	K ₂ O	7.12
Ca	6.35	CaO	8.89
Fe	0.58	Fe ₂ O ₃	0.82
C	17.6	CO ₂	-
Zn	0.55	ZnO	0.68
F	2.99	-	-

Из анализа таблицы 1 следует, что содержание основного полезного компонента в коттрельной пыли P₂O₅ находится в пределах 30-31%, что вполне достаточно для их использования в качестве фосфорсодержащего компонента для получения минеральных удобрений.

Процесс получения фосфорсодержащего компонента на основе коттрельной пыли в лабораторных условиях в соответствии с ГОСТом **21560-82**. Процесс получения фосфорсодержащего компонента производится непрерывным перемешиванием при температуре 60-90⁰C в течение 60-120 минут растворами 20%-ной серной кислоты. В связи с повышением концентрации серной кислоты, применяемой в процессе получения фосфорсодержащего компонента, увеличивается выход получаемого продукта [3-4]. Химизм данного процесса можно описывать следующим виде:



Проведен элементный анализ с помощью электронной микроскопии (JSM-6490I V, Jeol. Япония) на образцах фосфорсодержащего компонента - монокальцийфосфата, полученного на основе коттрельной пыли из отхода НДФЗ. Результаты исследований показаны в таблице 2.

Таблица 2 - Элементный состав монокальцийфосфата

Элемент	Mg	Al	P	S	Ca	Na	Fe
массовая доля, %	0.04	0.25	11.45	0.08	8.05	-	0.6

Из таблицы 2 следует, что при 10% концентрации серной кислоты и при температуре 90°C выход фосфора составляет 11.45%, такое содержания фосфора достаточно использовать его в качестве фосфорсодержащего компонента.

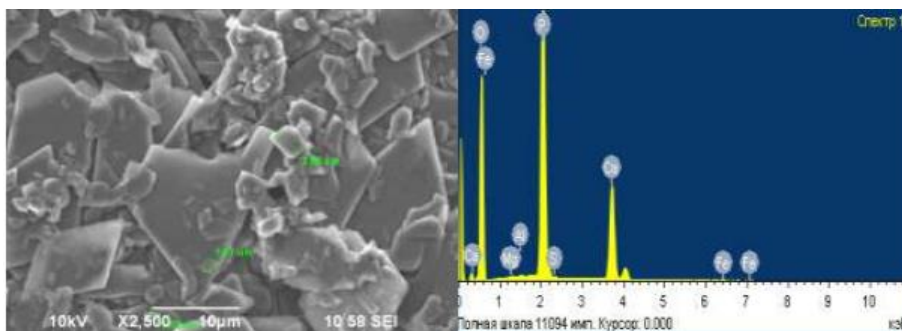


Рисунок 2- Микроскопический снимок монофосфата кальция

На основании данных рис.2, описано образование кристаллической структуры в микроструктурном изображении образованного монофосфата кальция. Установлено, что соединение содержит кальций, фосфор и небольшое количество магния, железа и алюминия[5-7].

Стандартные тепловые эффекты изменения энтальпии, энтропии и значения энергии Гиббса системы при температуре 333–363К определялись с помощью комплексной программы «HSC-6» [8]. Полученные данные представлены в таблице 3 и на рисунке 3.

Таблица 3 - Значения термодинамических показателей в процессе разложения пыли

Температура, К	ΔH , кДж/ моль	ΔS , Дж/ (моль·К)	ΔG , кДж/ моль	Температура, К	ΔH , кДж/ моль	ΔS , Дж/ (моль·К)	ΔG , кДж/ моль
333	-399.29	-321.2	-292.28	353	-406.96	-343.57	- 285.63
338	-401.25	-327.0	-290.66	358	-408.80	-348.75	- 283.89
343	-403.19	-332.7	-289.01	363	-410.61	-353.77	- 282.14
348	-405.09	-338.2	-287.33	-	-	-	-

На основании данных таблицы 3 видно, что при взаимодействии фторапатита и раствора серной кислоты между температурой 333 – 363К значение энергии Гиббса изменяется от -292.28 до -282.14, а протекание химической реакции объясняется отрицательным значением энергии Гиббса. Изменение термодинамических показателей химической реакции показано на рисунке 2.

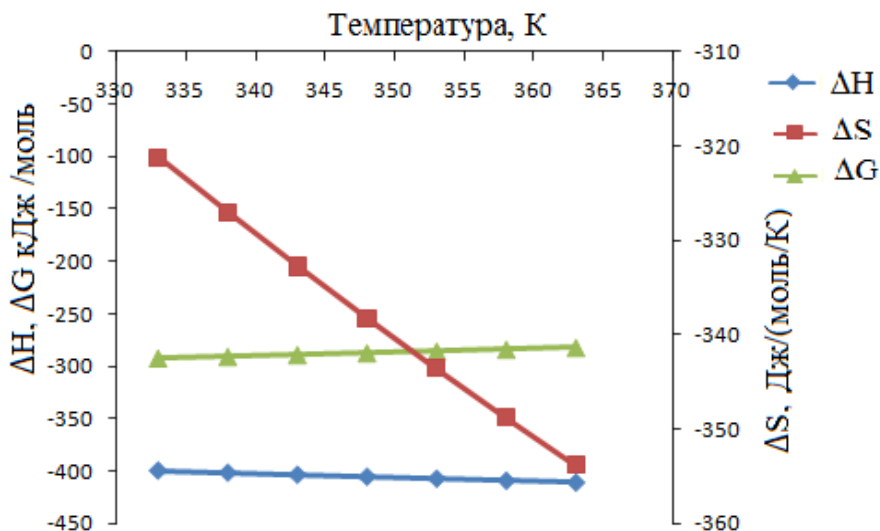


Рисунок 3- Зависимость термодинамических показателей реакции от температуры в процессе разложения пыли

На рис. 3 показано, что из за повышения температуры значения энтальпии и энтропии в системе уменьшаются, а энергия Гиббса приобретает отрицательное значение и происходит химическая реакция.

Рассмотрены методы математической обработки с целью определения достоверности и достоверности результатов экспериментальных работ, проведенных в лабораторных условиях. Показано уравнение записи степени разложения пыли коттреля на основе линейной математической функции:

$$Z = 16,7213 + 0,4602 \cdot x + 0,2009 \quad (2)$$

Экспериментальные данные, обработанные с помощью математической функции процесса разложения коттрельной пыли, представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Зависимость степени разложения коттальной пыли от изменения температуры во времени

Температура, °С	Уақыт, мин	Степень разложения коттальной пыли, α	Температура, °С	Уақыт, мин	Степень разложения коттальной пыли, α
60	60	51.0	80	60	65.5
60	80	60.1	80	80	70.2
60	100	65.4	80	100	72.3
60	120	70.5	80	120	74.8
70	60	62.2	90	60	70.5
70	80	68.3	90	80	76.2
70	100	70.1	90	100	78.3
70	120	73.3	90	120	80.4

Из данных таблицы 4 видно, что с увеличением температуры и времени степень разложения пыли увеличивается в процессе [9-10]. Математически обработанный 3D вариант представлен на рис.4.

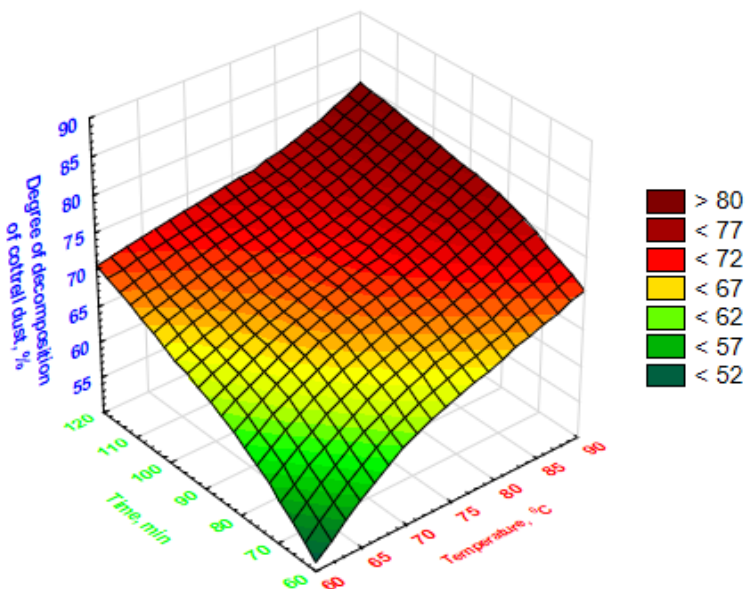


Рисунок 4- Зависимость степени разложения коттальной пыли от температуры во времени

Исходя из данных на рис.4, увеличение степени разложения под действием времени, температуры в процессе разложения коттрельной пыли характеризуется изменением квадратного вида плоскости с зеленого на насыщенный красный цвет.

3. Результаты и обсуждение

По результатам микроскопических исследований определено, что содержание основного полезного компонента в коттрельной пыли P_2O_5 находится в пределах 30-31%. При исследований определено, что степень разложения коттрельной пыли составляет 80.4,% при раствором серной кислоты концентрацией 20% и температуре 90°C. Общая доля оксида P_2O_5 находится в пределах фосфора 24-25%, что вполне достаточно для их использования в качестве фосфорсодержащего компонента для получения минеральных удобрений.

Изучены термодинамические закономерности процесса разложения коттрельной пыли с помощью раствором серной кислоты. Определены параметры значения в системе энтальпии, энтропии и энергия Гиббса с помощью уравнениями и програмном комплексом Outokumpu HSC-6.

4. Заключение

Разработана технология получения фосфорсодержащего монокальций фосфата на основе коттрельной пыли из отходов Ново-Джамбулского фосфорного завода с применением растворами серной кислоты. Разработанная технология получения фосфорсодержащего монокальций фосфата нацелена на сокращение накопленных промышленных отходов, что свою очередь позволяет регулировать и улучшать экологическую ситуацию в регионе.

Изучены кинетические закономерности процесса получения фосфорсодержащего монокальций фосфата, полученного на основе коттрельной пыли из отходов Ново-Джамбулского фосфорного завода.

Изучены особенности элементного и минералогического состава коттрельной пыли и полученного фосфорсодержащего монокальций фосфата. Установлены оптимальные технологические параметры данного процесса и методы математические планирования экспериментальных работ.

Преимущество полученного фосфорсодержащего компонента состоит в том, что обладает высокой растворимостью и усвояемостью фосфора к растениям. Также характеризуются высоким содержанием фосфорсодержащих веществ, которые обеспечивают рост и урожайность сельскохозяйственных растений [10-11].

Конфликт интересов: Конфликт интересов между авторами отсутствует.

ФОСФОРҚУРАМДАС ТЫҢАЙТҚЫШТАР АЛУ ҮШІН ШИКІЗАТТАРДЫ ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

Б.М. Смайлов^{1*}, Б.С. Закиров², Ш.Т. Қошқарбаева¹, А.А. Қадірбаева¹, Usha K. Aravind³, Н.Н. Исабаев⁴

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан.

²Жалпы және бейорганикалық химия институты, Ташкент, Узбекистан.

³Қочиндік ғылым және технология университеті, Кералла, Үндістан.

⁴Әль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

*E-mail: baha_uppr@mail.ru

Түйіндеме: *Кіріспе.* Бүгінгі таңда жинақталған өндірістік қалдықтар өңірлерде күрделі экологиялық проблемаларды туғызуда. Сондықтан қалдықтарды өңдеу арқылы бағалы өнімдер алу өзекті мәселелердің болып табылады. Жаңа-Жамбыл фосфор зауытында фосфорит шикізатын электрмен балқытуды барысында нәтижесінде 1 тонна сары фосфордан шамамен 150-160 кг коттрель шаңы түзіледі. Жинақталған коттрель шаң қайталама шикізат ретінде қарастырылады, оның негізінде фосфорқұрамдас минералды тыңайтқыштарды алуға болады, өйткені коттрель шаңында құрамында фосфордың және басқа пайдалы компоненттердің үлесі бар екендігі анықталды. Бұл жұмыстың мақсаты фосфор өндірісінің қалдығы – коттрель шаңына күкірт қышқылын пайдалана отырып, фосфорқұрамдас минералды тыңайтқыштарды алу болып табылады. *Әдістер.* Тәжірибелік жағдайларда коттрель шаңын өңдеу үшін Jeol JSM-6490I V маркалы сканерлеуші электронды микроскоп (SEM), көп параметрлі портативті киберсканер (PCD 650 Eutech) және Q-1500 Дериватограф қондырғылары да арқылы аспаптық сынақ әдістері таңдалды. *Нәтижесі.* Микроскопиялық зерттеулердің нәтижелері бойынша коттрель шаңындағы фосфор оксидінің P₂O₅ негізгі пайдалы компонентінің мөлшері 30-31% аралығында екені анықталды. Үрдісті 333–363К температурада арасында жүйенің энтальпиясы, энтропиясы және Гиббс энергиясының мәні өзгерген кездегі стандартты жылу эффектілері «HSC-6» кешенді бағдарламасы қолданылып, соның нәтижесінде анықталды. Эксперименттік жұмыс нәтижелерінің сенімділігін анықтау мақсатында математикалық өңдеу әдістері қарастырылды. Бұл процестің оңтайлы технологиялық параметрлері анықталды және орнатылды. *Қорытынды.* Жаңа-Жамбыл фосфор зауытының қалдықтарына күкірт қышқылы ерітінділерін пайдалана отырып, коттрель шаңы негізінде фосфорқұрамдас кальций монофосфатын алу технологиясы әзірленді. Әзірленген тыңайтқыш ауылшаруашылық өсімдіктерінің өсуі мен өнімділігін, сонымен қатар қоршаған ортаның қолайсыз факторларына өсімдіктердің тұрақтылығын қамтамасыз ететін құрамында фосфоры бар заттардың жоғары мөлшерімен сипатталады.

Түйінді сөздер: коттрель шаңы, кальций монофосфаты, техногенді қалдықтар, күкірт қышқылы, фосфорқұрамдас тыңайтқыш

<i>Смайлов Бақыт Матқаримұлы</i>	<i>PhD</i>
<i>Закиров Бахтияр Сабиржанұлы</i>	<i>Химия ғылымдарының докторы, профессор</i>
<i>Қошқарбаева Шайзада Туртаевна</i>	<i>Техника ғылымдарының кандидаты, профессор</i>
<i>Қадірбаева Алмагул Аккопейқызы</i>	<i>Техника ғылымдарының кандидаты, профессор</i>
<i>Aravind Usha Kulangara</i>	<i>PhD доктор, профессор</i>
<i>Исабаев Нұрпейіс Нұрғалиұлы</i>	<i>PhD</i>

Список литературы:

1. Алдашов Б. А., Сinyaeva В. Т. Разработка инновационного способа получения нового сложного высокоэффективного удобрения – мелиоранта аммофосогипса калийного // Химия и химические технологии. Фундаментальные проблемы создания новых материалов и технологий. - Алматы, **2010**. – Вып. 5. – С. 51-55.
2. Байгарин М. Нет отходов - есть незавершенное производство: прекратить накопление техногенных отходов в Казахстане. [http://www.inform.kz/rus/article/2620769/\(25.09.2022\)](http://www.inform.kz/rus/article/2620769/(25.09.2022)) .
3. ГОСТ **21560-82**. Удобрения минеральные. Методы отбора и подготовки проб. с.12-14.
4. Назарбек У.Б. Разработка технологий переработки фосфорного шлама на целевые продукты удобрительного назначения: дис. ... докт. филос. PhD: 6D072000 / ЮКГУ им. М. Ауэзова. – Шымкент, **2017**. – С. 89-93.
5. Адил Ж., Молдабеков Ш.М., Шолак. А. Переработка котельного молока на фосфорно-калийное удобрение. Jaqiellonian University *Inter. Sci. J.* - Krakow, **2020**. - №14.-С.25.
6. Roine A. Outokumpu HSC Chemistry for Windows. Chemical Reaction and Equilibrium software with Extensive Thermochemical Database. Pori: Outokumpu Resaerch OY, **2012**.
7. В.М. Smailov, A.S. Tleuov, O.K. Beisenbayev, S.T. Tleuova, M.M. Yeskendirova, B.A. *Rasayan J. Chem.*, 15(2), 1085-1090. **2022**. <http://dx.doi.org/10.31788/RJC.2022.1526806>
8. Смайлов Б.М. Разработка технологии получения хелатных полимерсодержащих удобрений на основе котельной пыли и углетождов: дис. .. докт. филос. PhD: 6D072000/ ЮКУ им. М.Ауэзова. – Шымкент, **2021**. – С.33-41.
9. В.М. Smailov, O.K. Beisenbayev, A.S.Tleuov, A.A Kadirbaeva, B.S. Zakirov and B. Mirzoyev//*Rasayan J. Chem.* Vol. 13, No.3, July-September, **2020**. pp.1372-1378. <http://dx.doi.org/10.31788/RJC.2020.1335726>
10. В.М. Smailov, M. A. Zharkinbekov, K. T. Tuleshova, N.N. Issabayev, A.S. Tleuov, O.K. Beisenbayev, M.M. Esirkepova and A.M. Azimov. *Rasayan J. Chem.* Vol. 14, No.3, July-September, **2021**. pp. 1899-1905. <http://doi.org/10.31788/RJC.2021.1436391>
11. В.М. Smailov, A.Sh. Kydryalyeva, O.K. Beisenbayev, N.N. Issabayev, A.M. Azimov, A.B. Issa and A.R. Assanova, *Rasayan J. Chem.* 15(3), 2022. <http://doi.org/10.31788/RJC.2022.1536934>

References

1. Aldashov B. A., Sinyaeva V. T. Development of an innovative method for obtaining a new complex highly effective fertilizer - potassium ammophosogypsum ameliorant // Chemistry and Chemical Technologies. Fundamental problems of creating new materials and technologies. - Almaty, **2010**. - Issue. 5. - pp. 51-55.
2. Baygarin M. No waste - there is work in progress: stop the accumulation of man-made waste in Kazakhstan. <http://www.inform.kz/rus/article/2620769/25.12.2021>.
3. GOST 21560-82. Mineral fertilizers. Methods for sampling and sample preparation. pp.12-14.
4. Nazarbek U.B. Development of technologies for the processing of phosphorus sludge into target fertilizer products: Ph.D...doc. philosophy PhD:6D072000/SKU M.Auevov, **2017**. -p.p.89-93.
5. Adil Zh., Moldabekov Sh.M., Sholak. A. Processing of cottle milk for phosphorus-potassium fertilizer. Jaqiellonian University. *Inter. Sci. J.* - Krakow, **2020**. - No.14.-p.25.
6. Roine A. Outokumpu HSC Chemistry for Windows. Chemical Reaction and Equilibrium software with Extensive Thermochemical Database. Pori: Outokumpu Resaerch OY, **2012**.
7. В.М. Smailov, A.S. Tleuov, O.K. Beisenbayev, S.T. Tleuova, M.M. Yeskendirova, B.A.// *Rasayan J. Chem.*, 15(2), 1085-1090. **2022**. <http://dx.doi.org/10.31788/RJC.2022.1526806>
8. Smailov B.M. Development of technology for obtaining chelated polymer-containing fertilizers based on cottle dust and coal waste: dis. .. doc. philosophy PhD: 6D072000/ SKU. M. Auevov. - Shymkent, **2021**. – pp.33-41.
9. В.М. Smailov, O.K. Beisenbayev, A.S.Tleuov, A.A Kadirbaeva, B.S. Zakirov and B. Mirzoyev. *Rasayan J. Chem.* Vol. 13, No.3, July-September, **2020**. pp.1372-1378. <http://dx.doi.org/10.31788/RJC.2020.1335726>
10. В.М. Smailov, M. A. Zharkinbekov, K.T. Tuleshova, N.N. Issabayev, A.S. Tleuov, O.K. Beisenbayev, M.M. Esirkepova and A.M. Azimov. *Rasayan J. Chem.* Vol. 14, No.3, July-September, **2021**. pp. 1899-1905. <http://doi.org/10.31788/RJC.2021.1436391>
11. В.М. Smailov, A.Sh. Kydryalyeva, O.K. Beisenbayev, N.N. Issabayev, A.M. Azimov, A.B. Issa and A.R. Assanova. *Rasayan J. Chem.* 15(3), **2022**. <http://doi.org/10.31788/RJC.2022.1536934>

INVESTIGATION OF MODIFIED POLYACRYLAMIDE FOR OIL DISPLACEMENT

A.B. Issa¹, O.K. Beissenbayev¹, A.Sh. Kydyraliyeva¹, M.M. Yessirkepova¹,
E.A. Tussupkaliyev^{2*}, Zh.N. Kainarbayeva²

¹ M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

² A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan

*E-mail: t_ersin@mail.ru

Abstract. *Introduction.* At present, the use of surfactants and water-soluble polyelectrolytes, which act as stabilizing and selective agents, is inextricably linked with the successful solution of the technological issues in the world of chemical, oil and other industries. *The purpose* of the work is to synthesize and study the physicochemical properties of modified polyacrylamide with gossypol resin and further crosslinking in the presence of potassium persulfate and sodium sulphate to displace oil. *Methods.* To establish the spectral characteristics of the modified PAA, IR spectra have been taken on an IR-Fourier spectrometer. For the structural-elemental composition (SEM), a Jeol JSM-6490I V electron microscope has been used. The viscosity of modified PAA solutions has been measured in a Ubellode capillary viscometer with a hanging level. *Results and discussion.* The studies, carried out by the authors of the study of the colloid-chemical properties of polymer composites, allow us to conclude that the reagents obtained during the hydrolysis of vat residues of fatty acids distillation with sodium hydroxide with further cross-linking in the presence of potassium persulfate and sodium sulphate have good surface-active and emulsifying properties, which is important when displacing oil from layers. The surface tension of polymer compositions has been studied. With an increase in the concentration of the solution, the surface tension decreases, i.e., the surface activity increases. *Conclusion.* The research results show that the injection of a polymer reagent solution can increase the oil displacement efficiency by 6-7%.

Keywords: modification, surfactants, viscosity, polymer flooding, oil displacement

<i>Issa Aziza Bakytzhankyzy</i>	<i>PhD doctoral student, E-mail: isa.aziza@mail.ru</i>
<i>Beissenbayev Oral Kurganbekovich</i>	<i>Doctor of technical sciences, professor, E-mail: oral-kb@mail.ru</i>
<i>Kydyraliyeva Aigul Shazhaliyevna</i>	<i>PhD doctoral student, E-mail: aigul.ukgu@mail.ru</i>
<i>Yessirkepova Maral Mahmudovna</i>	<i>PhD, E-mail: mar.yess@mail.ru</i>
<i>Tussupkaliyev Ersin Adiyetovich</i>	<i>Candidate of Chemical Sciences, E-mail: t_ersin@mail.ru</i>
<i>Kainarbayeva Zhaniya Nurbekovna</i>	<i>Master, E-mail: zhaniya.kn@gmail.com</i>

Citation: Issa A.B., Beissenbayev O.K., Kydyraliyeva A.Sh., Yessirkepova M.M., Tussupkaliyev E.A., Kainarbayeva Zh.N. Investigation of modified polyacrylamide for oil displacement (Review). *Chem. J. Kaz.*, 2023, 2(82), 141-151. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.21>

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИАКРИЛАМИДА ДЛЯ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ

*А.Б. Иса*¹, *О.К. Бейсенбаев*¹, *А.Ш. Кыдыралиева*¹, *М.М. Есиркепова*¹,
Е.А. Тусупкалиев^{2*}, *Ж.Н. Кайнарбаева*²

¹Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан

²АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан

*E-mail: t_ersin@mail.ru

Резюме. *Введение.* В настоящее время использование поверхностно-активных веществ и водорастворимых полиэлектролитов, выполняющих роль стабилизирующих и избирательных агентов, неразрывно связано с успешным решением в мире технологических вопросов химических, нефтяных и других отрасли промышленности. *Цель работы* является синтез и исследования физико-химических свойств модифицированного полиакриламида с госсиполовой смолой и с дальнейшей сшивкой в присутствии персульфата калия и серноватистокислого натрия для вытеснения нефти. *Методы.* Для установления спектральных характеристик модифицированного полиакриламида (ПАА) были сняты ИК-спектры на ИК-Фурье спектрометре. Для структурно-элементного состава (РЭМ) использовали электронный микроскоп марки Jeol JSM-6490I V. Измерение вязкости растворов модифицированных ПАА проводилось в капиллярном вискозиметре Убеллоде с висязчим уровнем. *Результаты и обсуждение.* Проведенные авторами исследования по изучению коллоидно-химических свойств полимерных композитов позволяют сделать вывод, что полученные, при гидролизе кубовых остатков дистилляции жирных кислот (КО ДЖК) гидроокисью натрия с дальнейшей сшивкой в присутствии персульфата калия и серноватистокислого натрия, реагенты обладают хорошим поверхностно-активными и эмульгирующими свойствами, что важно при вытеснении нефти из пластов. Изучено поверхностное натяжение полимерных составов. При увеличении концентрации раствора снижается поверхностное натяжение, т.е. Повышается поверхностная активность. *Вывод.* Результаты исследований показывают, что закачка раствора полимерного реагента позволяют увеличить коэффициент вытеснения нефти на 6-7%.

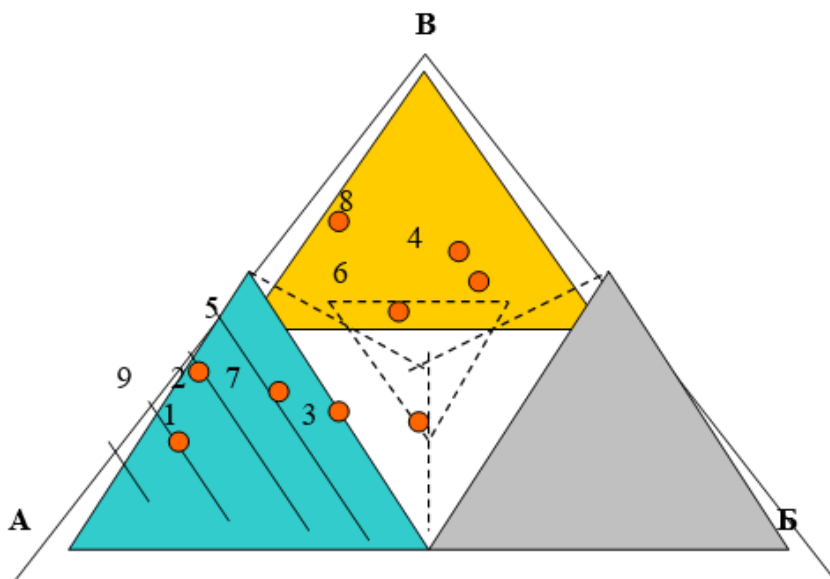
Ключевые слова: модификация, поверхностно-активные вещества, вязкость, полимерное заводнение, вытеснение нефти

<i>Иса Азиза Бакытжановна</i>	<i>PhD докторант</i>
<i>Бейсенбаев Орал Курганбекович</i>	<i>Доктор технических наук, профессор</i>
<i>Кыдыралиева Айгуль Шажаалиевна</i>	<i>PhD докторант</i>
<i>Есиркепова Марал Махмудовна</i>	<i>PhD</i>
<i>Тусупкалиев Ерсин Адиетович</i>	<i>Кандидат технических наук</i>
<i>Кайнарбаева Жания Нурбековна</i>	<i>Магистр</i>

1. Введение

Основным источником энергии и важным сырьем для химической промышленности является нефть. Значительная часть нефтяных месторождений Казахстана находится на поздней стадии разработки, которая определяется неуклонным снижением уровня добычи нефти и сопутствующим ростом ее обводненности [1,2]. Методы повышения нефтеотдачи необходимы для эффективной добычи увеличивающейся доли запасов нефти, находящихся в малопродуктивных и обводненных коллекторах. Основной метод добычи нефти заключается в вытеснении нефти водой, но такой метод позволяет извлечь только 50-55%

геологических запасов, при этом 20-45% нефти удерживаются капиллярными силами, а также неравномерное вытеснение нефти водой оставляет значительное количество нефти в низкопроницаемых пластах и пропластках. Для вытеснения капиллярно удерживаемой нефти используются растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ) и композиции на их основе. На рисунке 1 представлена диаграмма надежности методов увеличения нефтеотдачи пластов [3].



1-парообработка, 2- вытеснение нефти паром, 3 – внутрислоевоe горение, 4 – мицеллярное заводнение, 5- полимерное заводнение, 6 – щелочное заводнение, 7 – закачка углеводородных газов, 8 – вытеснение диоксида углерода, 9 – закачка дымовых газов, А – успех, Б – неудача, В – неопределенность.

Рисунок 1- Диаграмма надежности метода.

Примечание: Каждая точка характеризуется тремя координатами, соответствующими отношению числа экспериментов с положительными, отрицательными и неопределенными результатами. В углах 100% успех, 100% неудача, 100% неопределенность, в центре все координаты равны.

В настоящее время во многих странах мира большое внимание уделяется созданию ПАВ с полифункциональными свойствами, путем подбора различных составов полимеров. Кроме того, разработка технологии получения ПАВ на основе вторичного химического сырья является предметом научных исследований, так как решает экологические проблемы, связанные с утилизацией отходов и повторным использованием, которые влияют на экономику и развитие химической промышленности [3].

По ряду авторов [4] для рационального использования низко- и высокомолекулярных ПАВ в регулировании свойств дисперсных систем

необходимы исследования функционального состава, структурно-кинетического состояния растворов ПАВ, а также влияние поверхностных явлений межфазных границ, влияющих на комплексов ПАВ с полифункциональными свойствами.

Разработка новых полимерных поверхностно-активных веществ направлена на повышение их растворимости, расширение сферы их применения и улучшение их коллоидно-химических характеристик. Эти факторы в сочетании с поверхностной активностью влияют на эффективность использования полимерных поверхностно-активных веществ в процессе нефтеотдачи.

Модификация полимеров и смесей ПАВ приводит к необходимости изучения влияния ПАВ на различные свойства.

Использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) в качестве технологических добавок широкого спектра действия всегда вызывает, и будет вызывать научный и практический интерес. Актуальными остаются исследования по поиску более эффективных ПАВ и эффективных условий их использования; изучение механизма влияния ПАВ на реологические свойства смесей. Изучению взаимодействия полимера с активным наполнителем, основам перевода неактивных наполнителей в активные посвящены работы ученых А.П. Ребиндера, Б.А. Догадкина А.Б. Таубманом и др. [4-8].

Широкое применение в различных отраслях промышленности имеют анионоактивные и катионоактивные ПАВ, синтезируемые на основе синтетических жирных кислот и высших спиртов [9].

Наряду с применением «чистых» химических препаратов для синтеза ПАВ нами проведены исследования по возможности использования много тоннажных отходов химической и перерабатывающей, в частности масложировой промышленности.

Как показывают результаты изучения состава КО ДЖК в нем содержатся от 52 до 60% карбоновых жирных кислот, которые являются ценным сырьем для получения ПАВ [10].

Как видно из таблицы 1, физико-химические свойства и состав КО ДЖК позволяет служить сырьем для получения различных ПАВ. Методы синтеза ПАВ в большинстве случаев основаны на последовательном проведении общеизвестных реакций органической химии.

Таблица 1 - Физико-химические свойства и состав КО ДЖК [11]

Показатель	Первый вид	Второй вид
------------	------------	------------

Внешний вид	Однородная масса	Вязкотекучая
Цвет	От темно-коричневого	До черного
Кислотное число, мг КОН	70-100	50-70
Содержание золы, %	1.0	1.2
Содержание влаги и летучих веществ, %	4.0	4.0
Растворимость в ацетоне, %	80	70
Удельная масса, г/см ³	0,98-0,99	
Число омыления, мг КОН	От 80 до 130	
Примерный состав госсиполовой смолы, %		
Жирные и оксигирные кислоты	52	52
Продукты превращения	36	36
Азотсодержащие соединения	12	12

Как показывают результаты изучения состава КО ДЖК в нем содержатся от 52 до 60% карбоновых жирных кислот, которые являются ценным сырьем для получения ПАВ [11-16].

Методы синтеза ПАВ в большинстве случаев основаны на последовательном проведении общеизвестных реакций органической химии.

В данной работе представлены синтез и свойства комплексов ПАВ на основе ПАА в присутствии КО ДЖК.

Были изучены вязкостные характеристики полученных комплексов с различными концентрациями ПАВ, и проведено тестирование эффективности в пластовой воде для вытеснения нефти.

2. Экспериментальная часть

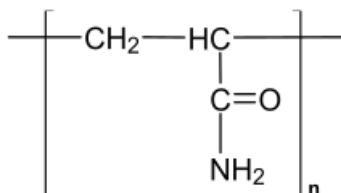
Объектом исследования для получения ПАВ был принят КО ДЖК Южно – Казахстанского масла жироккомбината («Кайнар»).

КО ДЖК представляет собой чёрную, густую, вязкую и липкую массу с плотностью 0.9-0.91 г/см³, влажностью не выше 0.3%.

В составе КО ДЖК содержатся до 60% высокомолекулярных полимеризованных жирных кислот, а также гидрофобные продукты, получаемые при пирогенетическом разложении соапстока (жиры, фосфатиды, каротиноиды, госсипол), в процессе его вакуумной разгонки. КО ДЖК растворяется в органических растворителях: бензине, дизельном топливе, нефти и спиртах.

В качестве исследуемой нефти использовали нефть Кумкольских месторождений. Были взяты образцы нефти плотностью 812—819 кг/м³. Минерализация воды (хлорокальциевая) в пластах составила 49.7-84 г/л.

В эксперименте использован полиакриламид фирмы «Алита» Казахстан. Химическая формула:



Для установления спектральных характеристик модифицированного полимерного реагента были сняты ИК-спектры на ИК-Фурье спектрометре Shimadzu YR Prestige-21 с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения Miracle.

Для структурно-элементного состава (РЭМ) использовали электронный микроскоп марки Jeol JSM-6490I V.

Далее, измерение вязкости растворов модифицированных ПАА проводилось в капиллярном вискозиметре Убеллоде с висязчим уровнем (время истечения растворителя ~ 100-120 секунд) при температуре $25 \pm 0.1^\circ\text{C}$. Точность измерения приведенной $\eta_{\text{пр}}$ вязкости составляла $\pm 1\%$.

3. Результаты и обсуждение

С целью определения его пригодности для получения полимерного композита были проведены физико-химические исследования его компонентного состава. Характеристики отдельных фракций КО ДЖК - приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Физико - химические характеристики фракций КО ДЖК

№	Фракции	Выход (в % к весу КО ДЖК)	Тпл, °С	Цвет	Состав фракции
1	Неомыляемая часть	21-22	-	Темно-коричневый	Углеводороды: C ₂₇ , C ₂₉ , C ₃₁ , C ₂₈ , C ₃₀ , C ₃₂ спирты и ситостерин
2	Жирно-кислотная часть	52-55	-	Черный	Жирные кислоты C ₁₆ -C ₁₈
3	Фенольная	22-23	180-181	От коричневого до темно-коричневого	Фенолы

Как видно из таблицы 2 неомыляемая часть КО ДЖК содержит углеводороды, но их количество невелико (0.75-1.0% к весу фракции КО ДЖК).

В связи с вышеизложенными авторами изучены высокомолекулярные углеводороды, содержащиеся в КО ДЖК.

Состав смесей углеводородов, полученных из КО ДЖК следующий (%): C₂₇H₅₆ – 8, C₃₀H₆₂ – 6, C₂₉H₆₀ – 41, C₃₂H₆₆ – 1, C₃₁H₆₄ – 37, C₃₃H₆₈ – 5.

Важным показателем КО ДЖК является кислотное число, которое характеризуется содержанием остатков предельных и непредельных жирных кислот. В работе был использован КО ДЖК МЖК «Кайнар», кислотное число которого колеблется в пределах 60-90 мг/КОН.

В лабораторных условиях были получены полимерные композиции на основе полиакриламида и КО ДЖК, и дальнейшей сшивкой в присутствии персульфата калия и серноватисто кислого натрия.

В процессе модификации в присутствии жирных кислот госсиполовой смолы полимер приобретает поверхностно-активные свойства. Для увеличения вязкости и высокомолекулярной фракции в макромолекуле проведена сшивка (непрореагировавшей и олигомерной фракции жирных кислот госсиполовой смолы с ПАА) в присутствии инициатора окислительно-восстановительной системы (персульфата калия и серноватисто-кислого натрия 0.1% от массы), при температуре 40-60⁰С в течении 1.0 часа. В результате сшивки вязкотекучая масса превращается в гелеобразное состояние, при этом наблюдается высокий выход высокомолекулярной фракции (относительная вязкость 1%-ного раствора модифицированного ПАА равна 5.9 мм²/с, а после сшивки равен 11.5).

Отличительной особенностью продукта является его хорошая водорастворимость как в холодной, так и горячей воде.

При растворении в воде отдельные кусочки омыленной КО ДЖК первоначально слегка набухают, затем постепенно растворяются. При механическом перемешивании процесс растворения ускоряется.

Получение полимерной композиции из полиакриламида и кубового остатка дистиллированных жирных кислот, осуществлено на лабораторной установке (рисунок 2).



Рисунок 2- Химическая схема производства.

Водные растворы синтезированных поверхностно-активных веществ на основе КО ДЖК характеризуются щелочной реакцией.

С ростом концентрации, значения рН водных растворов поверхностно-активные вещества возрастают.

Как видно из рисунка 3 изотерма поверхностного натяжения растворов полимерных реагентов (рисунок 3) уменьшается с повышением концентрации. Это, видимо, обусловлено различным содержанием поверхностно-активных звеньев.

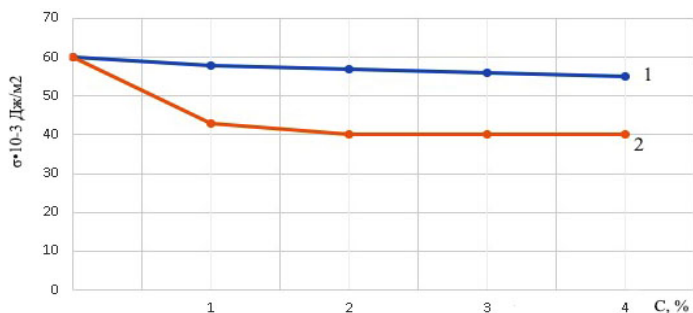


Рисунок 3 - Изотермы поверхностного натяжения в зависимости от концентрации водных растворов полиакриламида (1) и модифицированного полиакриламида в присутствии КО ДЖК (2).

Проведенные авторами исследования по изучению коллоидно-химических свойств полимерных композитов позволяют сделать вывод, что полученные, при гидролизе КО ДЖК гидроокисью натрия с дальнейшей сшивкой в присутствии персульфата калия и серноватистокислого натрия, реагенты обладают хорошим поверхностно-активными и эмульгирующими свойствами, что важно при вытеснении нефти из пластов.

В таблице 3 представлены изменения динамической вязкости нефти Кумкольских месторождений при добавлении полимерных композитов в количестве 450 г/т в зависимости от скорости сдвига при 40 °С. Результаты расчетов показывают, что использование полимерного композита в качестве понижителя динамической вязкости (μ) приводит к наилучшим результатам при добавлении его в нефти Кумкольских месторождений. При увеличении степени сдвига от 9 до 439 с⁻¹ во всех исследуемых нефтях отмечаются значительные повышения индексов эффективности ($J_{эфф}$) при использовании полимерных композитов.

Таблица 3 - Изменения динамической вязкости нефти Кумкольских месторождений с добавкой полимерного композита в количестве 450 г/т в зависимости от скорости сдвига при 40 °С

Скорость сдвига ($\dot{\gamma}$), с ⁻¹	Динамическая вязкость нефтей (μ), Па·с									
	Наименование месторождения нефти									
	№1 (контроль)		№4		№5		№2		№3	
	исходная	с ПК	исходная	с ПК	исходная	с ПК	исходная	с ПК	исходная	с ПК
9	44.18	40.7	98.52	92.1	73.25	68.1	81.12	76.2	78.54	72.8
49	21.13	18.1	34.43	31.1	30.16	27.5	35.27	30.7	28.12	25.1
83	16.14	14.1	24.55	20.1	19.84	15.6	21.18	17.1	19.43	16.8
245	10.11	7.72	16.74	12.5	11.15	8.12	13.54	10.2	12.81	9.64
439	9.27	5.44	14.57	9.74	10.44	6.35	11.85	6.75	10.17	6.22

Таким образом, проведенные исследования позволяют рекомендовать синтезированные полимерные композиты к использованию в качестве понизителя вязкости нефти.

4. Заключение

Таким образом, выявлены оптимальные условия процесса получения полимерного композита на основе полиакриламида в присутствии госсиполовой смолы. Полученные данные позволят более эффективно моделировать процесс вытеснения остаточной высоковязкой нефти из неоднородно-пористой среды. Исследовано влияние температуры, концентрации, pH среды, степени минерализации воды на процесс получения полимерного реагента в композитных дисперсных системах.

Полученный композиционный полимерный реагент при вытеснении нефти Кумкольского месторождения даёт наилучшие результаты, то есть закачка раствора полимерного реагента позволила увеличить коэффициент вытеснения нефти на 6%.

Финансирование: Работа выполнена по программе целевого финансирования научных исследований на 2022-2024 годы, осуществляемого Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, по проектам BR18574042

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

МҰНАЙДЫ ҒЫСТЫРУ ҮШІН МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ПОЛИАКРИЛАМИДТІ ЗЕРТТЕУ

*А.Б. Иса¹, О.К. Бейсенбаев¹, А.Ш. Кыдыралиева¹, М.М. Есиркенова¹,
Е.А. Тусупкалиев^{2*}, Ж.Н. Кайнарбаева²*

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

²«А.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

*E-mail: t_ersin@mail.ru

Түйіндеме. *Kipisce.* Қазіргі уақытта тұрақтандырғыш және селективті агенттер ретінде әрекет ететін беттік-белсенді заттар мен суда еритін полиэлектролиттерді пайдалану әлемде химия, мұнай және басқа да салалардағы технологиялық мәселелерді табысты шешумен ажырамас байланысты. *Жұмыс мақсаты* калий персульфаты мен натрий сульфатының қатысуымен мұнайды ығыстыру үшін госсиполды шайырмен модификацияланған полиакриламидтің физика-химиялық қасиеттерін синтездеу және зерттеу және одан әрі байланыстыру. *Әдістер.* Модификацияланған полиакриламид (ПАА) спектрлік сипаттамаларын анықтау үшін ИҚ-спектрлері IR-Фурье спектрометрінде алынды. Құрылымдық-элементтік құрам (SEM) үшін Jeol JSM-6490I V электронды микроскоп қолданылды. Модификацияланған ПАА ерітінділерінің тұтқырлығы ілулі деңгейі бар Ubellode капиллярлық вискозиметрінде өлшенді. *Нәтижелер мен талқылау.* Полимерлі композициялардың коллоидты-химиялық қасиеттерін зерттеу бойынша авторлар жүргізген зерттеулер май қышқылдарының дистилляциясының қалдықтарынатрий гидроксидімен гидролизі кезінде алынған реагенттер калий персульфаты мен натрий сульфатының қатысуымен әрі қарай айқасатындығы туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. жақсы беттік-белсенді және эмульгирлеуші қасиеттерге ие, бұл қабаттардан майды ығыстыру кезінде маңызды. Полимерлі композициялардың беттік керілуі зерттелді. Ерітінді концентрациясының жоғарылауымен беттік керілу азаяды, яғни беттік белсенділік артады. *Тұжырым.* Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, полимерлі реагент ерітіндісін айдау мұнайдың ығысу тиімділігін 6-7% арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: модификация, беттік-белсенді заттар, тұтқырлық, полимерлі суландыру, мұнайдың ығысуы

<i>Иса Азиза Бакытжановна</i>	<i>PhD докторант</i>
<i>Бейсенбаев Орал Құрманбекович</i>	<i>Техника ғылымдарының докторы, профессор</i>
<i>Қыдыралиева Айгүль Шажалиевна</i>	<i>PhD докторант</i>
<i>Есиркенова Марал Махмудовна</i>	<i>PhD</i>
<i>Тусупқалиев Ерсин Адиевич</i>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Қайнарбаева Жания Нұрбековна</i>	<i>Магистр</i>

Список литературы:

1. Don W. Green, G. Paul Willhite. Society of Petroleum Engineers. *Enhanced Oil Recovery*, **2020**, 2, 900 p. <https://store.spe.org/Enhanced-Oil-Recovery-Second-Edition-P1076.aspx> (дата обращения: 20.03.2023).
2. Muggerridge A., Cockin A., Webb K., Frampton H., Collins I., Moulds T., Salino P.. Recovery rates, enhanced oil recovery and technological limits. *Philosophical Transactions of the Royal Society a Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, **2014**, 372 p. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsta.2012.0320>
3. Votsalevsky E.S. Oil & Gas Fields of Kazakhstan. *Information & Analytical Center of Geology, Ecology and Natural Resources*, Almaty, **2005**, 318 p.
4. Bekturov E.A., Bimendina L.A., Мамытбеков G.K. Complexes of water-soluble polymers and hydrogels. Monograph. *Scientific and publishing center "Gylym"*, Almaty, **2002**, 217 p.
5. Malcolm A. Kelland. Production chemicals for the oil and gas industry. *CRC press*, **2014**, 2, 454p. <https://www.routledge.com/Production-Chemicals-for-the-Oil-and-Gas-Industry/Kelland/p/book/9781439873793> (дата обращения: 20.03.2023).
6. Dandekar, A., Bai, B., Barnes, J., Cercone, D., Ciferno, J., Ning, S., Seright, R., Sheets, B., Wang, D., Zhang, Y. First Ever Polymer Flood Field Pilot - A Game Changer to Enhance the Recovery of Heavy Oils on Alaska's North Slope. *SPE Western Regional Meeting, USA*, **2019**. DOI: <https://doi.org/10.2118/195257-MS>
7. Beissenbayev, O.K., Yessirkepova, M. Investigation of a mechanism for extraction of organic components of a mineral part from Imankara field oil-bituminous rocks by ultrasonic treatment method in the presence of surfactants and flocculants. *Oriental Journal of Chemistry*, **2018**, 34, 482–492.

<https://www.sigmaaldrich.com/KZ/en/tech-docs/paper/1188874> (дата обращения: 20.03.2023).

8. Zhao, Y., Yin, S., Seright, R.S., Ning, S., Zhang, Y.; Bai, B. Performance of Low Salinity Polymer Flood in Enhancing Heavy Oil Recovery on the Alaska North Slope. *In Proceedings of the SPE/AAPG/SEG Unconventional Resources Technology Conference, Virtual; American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, OK, USA, 2020*. DOI: <https://doi.org/10.15530/urtec-2020-1082>

9. Poulsen A., Shook G. M., Jackson A., Ruby N., Charvin K., Dwarakanath V., Thach S., Ellis M. Results of the UK Captain Field Interwell EOR Pilot. *SPE Improved Oil Recovery Conference, Tulsa, Oklahoma, USA, 2018*. DOI: <https://doi.org/10.2118/190175-MS>

10. Turemuratov, R.S., Beissenbayev, O.K., Isa, A.B., Iskendirov, B.Zh., Ivakhnenko, A.P. Synthesis and properties of depressators based on copolymers in the presence of gossypol pitch. *Oriental Journal of Chemistry, 2015, 31, 1447–1453*. DOI: <https://doi.org/10.13005/ojc/310323>

11. Yongjun Guo, Jian Zhang, Yigang Liu, Guangcheng Liu, Xinsheng Xue, Pingya Luo, Zhongbin Ye, Xinmin Zhang, Yan Liang. Successful Scale Application of Associative Polymer Flooding for Offshore Heavy Oilfield in Bohai Bay of China. *SPE/IATMI Asia Pacific Oil & Gas Conference and Exhibition, Bali, Indonesia, October 29–31, 2019*. DOI: <https://doi.org/10.2118/196467-MS>

12. Baloch S.A., Leon J.M., Masalmeh S.K., Chappell D, et.al. Expanding Polymer Injectivity Tests on a Second Giant Carbonate UAE Oil Reservoir at High Salinity & High Temperature Conditions. *Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference, Abu Dhabi, UAE, 2021*. DOI: <https://doi.org/10.2118/207498-MS>

13. Kamal M.S., Sultan A.S., et. al. Review on Polymer Flooding: Rheology, Adsorption, Stability, and Field Applications of Various Polymer Systems. *Polymer Reviews, 2015, 55, 491-530*. DOI: <https://doi.org/10.1080/15583724.2014.982821>

14. Beisenbaev O.K., Shin L.D., Sataev I.K., Akhmedov K.S. *Izv vyssh uchebn zaved neft i gaz, 1982, 5, 25–28*.

15. Zhao Y., Yin S., Seright R.S., Ning S., Zhang Y., Bai B. Enhancing Heavy-Oil-Recovery Efficiency by Combining Low-Salinity-Water and Polymer Flooding. *SPE J. 2020, 26, 1535–1551*. DOI: <https://doi.org/10.2118/204220-PA>

16. Thomas, A., Giddins, M., Wilton, R. Why is it so Difficult to Predict Polymer Injectivity in Chemical Oil Recovery Processes. *IOR 2019 – 20th European Symposium on Improved Oil Recovery, 2019, 2019, 1-25*. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201900114>

GROWTH PROMOTING ACTIVITY OF FLAVONOIDS OF EXTRACTS OF POPULUS BALSAMIFERA BUDS

A.G. Meshchanova*, V.V. Polyakov

Manash Kozybayev North Kazakhstan University, non-profit limited company,
Petropavlovsk, Kazakhstan

*E-mail: Mechshanova_a@ptr.nis.edu.kz

Abstract. *Introduction.* Currently, the urgent task is to accelerate the development of alternative plant protection measures, which is associated with the aggravation of the environmental situation, the desire to reduce pollution of agricultural landscapes and obtain agricultural products with minimal use of agrochemicals. Poplar extract is a plant growth stimulant due to the presence in its composition of saturated and unsaturated fatty acids, lipids, phenolic and polyphenolic compounds, amino acids, essential oils, vitamins, which provide a stable growth-stimulating effect. The advantages of biological preparations, based on balsamic poplar, include their low cost, the absence of a negative effect on plant productivity, high specificity, low toxicity. The main difference between biological preparations and other plant protection products is that they are able to stimulate the natural protective abilities of the plants themselves, thereby affecting harmful organisms. The use of such drugs is one of the ways to solve environmental problems in agriculture and a powerful means of increasing the effectiveness of both plant protection from phytopathogens and crop production in general. *The purpose* is to evaluate the stimulating activity of the extracts of the buds of poplar balsamic *Populusbalsamifera* on the seed productivity of flax. *The objectives:* to isolate the sum of flavonoids from balsamic poplar; to establish the growth-stimulating activity of the extract of the buds of balsamic poplar in relation to flax seeds. *Methodology.* The method of obtaining the proposed balsamic poplar extract includes the use of balsamic poplar buds, air drying, grinding, extraction with 90% ethanol in a Soxlet apparatus, filtration and evaporation until the target product is obtained. *The results.* The obtained results and conclusions. In the course of the study, flavonoids have been isolated from the buds of balsamic poplar. The presence of flavonoids in the ethanol extract is confirmed by qualitative reactions. The composition of poplar kidney extract has been investigated by thin-layer chromatography. *Conclusion.* It has been found that the extract from the poplar buds mainly contains substances of a flavonoid nature. The results of studying the growth-stimulating activity of the extracts of balsamic poplar *Populusbalsamifera* showed high seed productivity of flax of Tomsk selection in the control group; reproduction conditions have positively affected the yield of flax.

Key words: flavonoids, *Populusbalsamifera*, growth-stimulating activity, flax seeds, extract

Polyakov Vladilen Vassiliyevich

Professor, Doctor of Chemical Sciences

Mechshanova Anna Gennadiyevna

Doctoral student, e-mail: Mechshanova_a@ptr.nis.edu.kz

Citation: Meshchanova A.G., Polyakov V.V. Growth promoting activity of flavonoids of extracts of populus *balsamifera* bud's. *Chem. J. Kaz.*, 2023, 2(82), 152-161. DOI: <https://doi.org/10.51580/2023-2.2710-1185.22>

1. Introduction

More than 5 thousand species of plants grow in Kazakhstan, in the North Kazakhstan region - more than a thousand species of 95 families of higher plants [1]. The balsam poplar (*Populusbalsamifera*) has been chosen as the object of study due to its wide distribution and availability in the territory of Northern Kazakhstan.

Poplars, numbering more than 15 species in Kazakhstan, are interesting in their diversity, reserves and possibilities for practical use. The buds are ovoid objects with a pointed apex, sticky reddish-brown, 1.5-2 cm long and 0.6-0.8 cm thick. Balsam poplar grows everywhere in the Northern Kazakhstan [2-3]. A poplar extract is a plant growth stimulant due to the presence in its composition of saturated and unsaturated fatty acids, lipids, phenolic and polyphenolic compounds, amino acids, essential oils, vitamins, which provide a stable growth-stimulating effect [4]. In the current situation, the use of physiologically active substances (PAS) deserves special attention: growth regulators, vitamins, humic substances, antibiotics, organic acids, microelements, etc. Physiologically active substances in small doses improve nutrition, increase crop yields, and improve the quality of the products obtained [5].

The advantages of biological preparations based on balsam poplar include their low cost, the absence of a negative effect on plant productivity, high specificity, and low toxicity. The main difference between biological preparations and other plant protection products is that they are able to stimulate the natural protective abilities of the plants themselves, thereby affecting harmful organisms. The use of such preparations is one of the ways to solve environmental problems in agriculture and a powerful tool for increasing the efficiency of both plant protection against phytopathogens and crop production in general [6]. In the buds of balsamic poplars growing in the Northern Kazakhstan, the presence of such compounds as pinostrobin, pinocembrin, chrysin, tectochrysin has been observed in the composition of polyphenols. apigenin, kaempferol, quercetin, myricetin, galangin, isalpinin, isorhamnetin, rhamnetin, 2,6-dihydroxy-4'-methoxychalcone and 4',6'-dihydroxychalcone. Poplar buds also contain protocatechuic, gallic, transcinamic, p-coumaric, ferulic, and caffeic acids [7].

The aim of the study has been to evaluate the stimulating activity of balsam poplar bud extracts on the seed productivity of flax.

Tasks:

1. Select the amount of flavonoids from balsam poplar.
2. To establish the growth-stimulating activity of the balsamic poplar bud extract in relation to flax seeds.

1. Experimental part

The isolation of the amount of flavonoids from the plant materials. Based on the results of a qualitative analysis of the main groups of biologically active

substances, the selection of the optimal extractant was carried out, with the help of which it seems possible to determine the entire complex of compounds in the plant materials. The solvent must meet the following requirements: to extract the active substances from the raw materials to the maximum extent, to be affordable for the production from an economic point of view, to wet the plant material well for free penetration through cell membranes. Ethyl alcohol was chosen as the solvent due to its environmental friendliness, good preservative capacity and low boiling point. The method for obtaining the proposed balsamic poplar extract with growth-stimulating activity includes the use of balsam poplar buds, air drying, grinding, extraction with 90% ethanol in a Soxhlet apparatus for 24 hours, filtration and evaporation to obtain the target product [8-9].

Identification of flavonoids in the obtained extracts. Identification of flavonoids was carried out using the method of thin layer chromatography and color reactions with 2% aluminum chloride, Synod's test, Briant's test, 1% lead acetate solution, 10% sodium hydroxide solution.

To conduct a qualitative analysis, a 5 g sample of dry raw materials, crushed to 1-2 mm, was poured with 90% ethyl alcohol to 50 ml and boiled in a water bath under reflux for 2 hours.

Quantitative determination of the amount of flavonoids in plant materials.

To quantitatively determine the content of flavonoids in the balsamic poplar extract, the reaction of complex formation of flavonoids with aluminum chloride in a slightly acidic medium by spectrophotometry was used, since this reaction gave the most stable results. To do this, the raw material was crushed by crushing to 0.4-2 mm, then a sample of 1 g of the crushed raw material was placed in a flask with a thin section, 30 ml of 90% ethanol containing 1% concentrated hydrochloric acid was added, and heated in a water bath for 30 minutes with reverse refrigerator. Cooling was carried out under running cold water to a temperature of 20 degrees. The contents of the flask were filtered through a paper filter into a volumetric flask with a capacity of 150 ml. The above process was repeated two more times, the combined extracts were filtered into the same volumetric flask, the volume of the filtrate was adjusted to 150 mm with 90% ethanol (solution A).

2 ml of solution A was placed in a volumetric flask with a capacity of 25 ml, 1 ml of a 1% solution of aluminum chloride in 95% ethanol was added and the volume of the solution was adjusted to 25 ml with 95% ethanol; after 20 minutes, the optical density of the solution was determined on a spectrophotometer at a wavelength of 430 nm in a 10 mm cuvette. The reference solution was prepared as follows: 2 ml of solution A was placed in a 25 ml volumetric flask and the volume of the solution was brought to the mark with 95% ethanol.

The content of the sum of flavonoids in terms of quercetin and absolutely dry raw materials was determined by the formula:

$$X = \frac{D \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 25}{764,6 \cdot m \cdot 2 \cdot (100 - w)},$$

where D is the density of the test solution; 764.6 - specific absorption index of the complex of quercetin with aluminum chloride at 430 nm; m is the mass of raw materials in grams; w - weight loss during drying of raw materials in%.

Evaluation of the effectiveness of the balsam poplar bud extract on the seed productivity of northern flax. The buds were crushed to a size of 0.4-2 mm, ground to a homogeneous mass, extracted with ethanol for 24 hours when heated in a water bath at 60 degrees. The extracts were then filtered through two layers of cloth. Flax seeds (50 pieces each) were germinated in Petri dishes in 0.5% solutions of the studied extracts in the light at 20–22°C for 20–24 hours. Distilled water was used as a control. The count of germinated seeds in the experiment was carried out after reaching a 50% level of seed germination in the control, using a 3-fold repetition.

2. Results and discussion

The composition of the extract of poplar buds has been studied by thin layer chromatography. In the system petroleum ether-ethyl acetate-acetic acid (4:2:0.1) on a Silufol plate. Inspection of the chromatogram has shown the presence of a large number of spots. Spots have been identified under the action of ultraviolet light. The Rf values, color, in visible light and under UV, of the detected spots are shown below (Table 1).

Table 1 - Thin layer chromatography of the poplar extract

No. spot	Rf	Spot color in visible light	Spot color in UV	Assumed compound class
1	0.58	Light yellow	Bright yellow	acids
2	0.47	Light yellow	Dark brown	acids
3	0.37	Light yellow	yellow	flavone
4	0.29	Light yellow	Dark brown	flavonol
5	0.24	No	No	flavonol
6	0.18	yellow-green	Dark brown	flavone
7	0.05	orange	red-brown	pigments
8	start	red-brown	red-brown	polyflavonoids

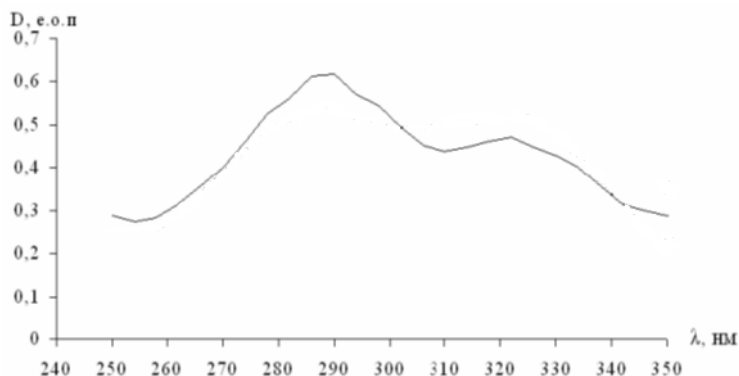
Identification of flavonoids during color reactions with 2% aluminum chloride, Synod's test, Briant's test, 1% basic lead acetate solution, 10% sodium hydroxide solution shows the following results. As a result of the qualitative reactions, characteristic reaction results have been obtained in all studied samples, confirming the presence of flavonoids (Table 2).

Table 2 - Color reactions for flavonoids

Qualitative reaction	Observation	Reaction results
Reaction with 2% aluminumchloride	Yellow staining	+
Sample of the Synod	Orange-red coloration	+
Briant'stest	The both layers (octanol and the original phase) were stained	The raw materials contain flavonoids both in the form of glycosides and in the form of aglycones
Reaction with a 1% solution of lead acetate basic	Pink staining	+
Reaction with 10% sodium hydroxide solution	Green staining	+

The determination of the presence of flavonoids in the initial alcohol extract, obtained from the balsam poplar buds has been carried out using UV spectroscopy (Figure 1).

Figure 1 shows that the UV spectrum of the alcohol extract of balsam poplar buds has a main absorption maximum at a wavelength of about 290 nm. Similar results have been obtained for a pinostrobin sample solution [10–11]. In addition, this region of the UV spectrum contains one of the absorption maxima of hydroxycinnamic acids, in particular ferulic acid (λ max 291 nm), which are present in poplar buds. It is known that a solution of caffeic acid (λ max 299 nm), also found in the extract from poplar buds, has a similar UV spectrum [12]. The comparison of the obtained results with the literature data has made it possible to conclude that the nature of the absorption curve of the poplar bud extract is determined mainly by the substances of a flavonoid nature.

**Figure 1** - UV spectrum of the alcohol extract of balsam poplar buds

One of the most important functions of phenolic substances is their participation in the process of respiration due to reversible oxidation and reduction; in addition, these compounds also perform protective functions in plants, associated with the exposure to the adverse environmental conditions [13–

14]. Phenolic compounds are involved in the process of plant growth, acting as stimulants, and are formed most intensively in young, vigorously growing tissues, which include plant buds [15–18].

The effectiveness of the growth stimulator on the seed productivity of northern flax has been carried out according to two options: option 1 - control, soaking the seeds in distilled water; option 2 - soaking the seeds in a 0.05% aqueous solution of poplar bud extract.

As can be seen from the data in Table 3, there is a significant difference in the growth-stimulating activity of the drug Option 2, that is, poplar bud extract. Compared to the control, in which the germination energy is 54-60%, the introduction of the poplar bud extract increases the germination energy up to 86-88%.

Table 3 - Parameters of the quality indicators of northern flax seeds

No.	Parameters	Number of germinated seeds, pcs	
		Variant 1	Variant 2
1.	Days		
	1	Missing	Missing
	2	24-29	48-52
	3	53-59	65-70
	4	61-63	81-85
	5	64-66	89-94
	6	69-73	94-100
	7	76-80	100
	8	80-85	100
2.	Germination energy, %	52-58	83-87
3.	Germination, %	80-85	100

The effect of treatment of seeds and crops of flax with the extract from the balsam poplar buds, collected in the awakening phase, on the productivity indicators is presented in Table 4.

Table 4 - The effect of seed treatment and flax crops with the extract from the balsam poplar buds, collected in the awakening phase, on the productivity indicators

	Parameters	Values
1	Additional seed dressing efficiency, %	15.2
2	Increasing the laboratory energy of seed germination, %	9-10
3	Increasing laboratory germination, %	2-3
4	Increase in the field germination, %	8.9-9.4
5	Decrease in weedseeds, %	32-44
6	Increasing the germination energy of the grown seeds, %	15-18
7	Increasing the germination of the grown seeds, %	3-4
8	Additional productivity, c/ha	2.8-3.3

The effect of the drug on the process of growing flax:

- pre-sowing treatment of seeds with the drug increases the energy of germination and seed germination, forms a powerful branched root system, increases the resistance of plants to diseases and adverse climatic conditions (drought, low temperature, soil salinity);

- pre-sowing treatment of seeds with the preparation is compatible with seed treatment with disinfectants, enhances their effectiveness, while the need for the latter is reduced by 30-50%;

- foliar feeding of crops with the preparation in the tillering phase increases the intensity of plant respiration by 2-4 times, the intensity of transpiration (water consumption) decreases by 1,8-2,4 times;

- foliar top dressing of crops with the drug is compatible with the treatment of crops with herbicides, without reducing the effectiveness of weed damage, while there is no onset of a disease state of crops after treatment with herbicides;

- an increase in sowing density by 10-11%, a decrease in infectious diseases by 39-47%, a decrease in weed infestation by 25-42%.

4. Conclusion

During the study, flavonoids have been isolated from the balsam poplar buds. The presence of flavonoids in the ethanol extract has been confirmed by qualitative reactions.

The composition of the extract of poplar buds has been studied by thin layer chromatography. It has been established that the composition of the extract from poplar buds mainly contains substances of a flavonoid nature.

The results of studying the growth-stimulating activity of the extracts of balsam poplar *Populusbalsamifera* have shown high seed productivity of flax of the Tomsk selection in the control group. Reproduction conditions has had a positive effect on the yield of flax.

Thus, balsamic poplar extract has a high stimulating activity and can be used as a natural plant growth stimulator.

Conflict of Interest: The authors declare that they have no competing interests.

POPULUSBALSAMIFERA БАЛЬЗАМДЫ ТЕРЕК БҮЙРЕГІ СЫҒЫНДЫЛАРЫНЫҢ ФЛАВОНОИДТАРЫНЫҢ ӨСУІН ҒЫТТАЛАНДЫРАТЫН БЕЛСЕНДІЛІК

А.Г. Мещанова, В.В. Поляков*

"Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті"

коммерциялық емес акционерлік қоғамы, Петропавл, Қазақстан

**E-mail: Mechshanova_a@ptr.nis.edu.kz*

Түйіндемe. *Кіріспе.* Қазіргі уақытта өсімдіктерді қорғаудың балама шараларын жеделдету міндеті тұр, бұл экологиялық жағдайдың нашарлауына, агрохимикаттарды барынша аз пайдалана отырып, Агроландшафттардың ластануын азайтуға және ауылшаруашылығы өнімдерін алуға ұмтылу мен байланысты. Терек сығындысы құрамында қаныққан және қанықпаған майқышкылдарының, липидтердің, фенолды және полифенолды қосылыстардың, аминқышкылдарының,

эфирмайларының, тұрақты өсуді ынталандыратын әсерді қамтамасыз ететін дәрумендердің болуына байланысты өсімдіктердің өсуін ынталандырады. Терек бальзамына негізделген биологиялық препараттардың артықшылықтарына олардың төмен құны, өсімдіктердің өнімділігін етеріс әсеретпеуі, жоғары ерекшелігі, төмен уыттылығы жатады. Биологиялық препараттардың өсімдіктерді қорғаудың басқа құралдарынан басты айырмашылығы-олар өсімдіктердің табиғи қорғаныс қабілеттерін ынталандыруға қабілетті, осылайша зиянды организмдерге әсеретеді. Мұндай препараттарды қолдану ауылшаруашылығындағы экологиялық мәселелерді шешудің біржолы және өсімдіктерді фитопатогендерден және жалпы өсімдік шаруашылығынан қорғаудың тиімділігін арттырудың қуатты құралы болып табылады. *Жұмыс мақсаты* – бальзамдық *populusbalsamifera* терек бүршігі сығындыларының зығыр тұқымының өнімділігіне ынталандырушы белсенділігін бағалау. Міндеттері: бальзамдық теректен флавоноидтардың қосындысын бөліп алу; зығыр тұқымына қатысты бальзамдық терек бүршігі сығындысының өсуін ынталандыратын белсенділігін анықтау. *Әдістер*: ұсынылған бальзамдық терек сығындысын алу тәсілі, бальзамдық терек бүршіктерін пайдалануды, ауада кептіруді, ұнтақтауды, Соксле таппаратында 90% этанолды алуды, мақсатты өнімді алғанға дейін сүзуді және буландыруды қамтиды. *Нәтижелер және талқылау*. Зерттеу барысында бальзам терегінің бүршіктерінен флавоноидтар оқшауланды. Этанол сығындысында флавоноидтардың болуы сапалы реакциялар арқылы расталады. Терек бүйрексығындысының құрамы жұқа қабатты хроматография әдісімен зерттелді. *Тұжырым*. Терек бүршіктерінен алынған сығындының құрамында негізінен флавоноидты сипаттағы заттар бар екендігі анықталды. Бальзамдық *populusbalsamifera* терексығындыларының өсуінің ынталандыратын белсенділігін зерттеу нәтижелері бакылау тобында Томск селекциясының зығырының жоғары тұқым өнімділігін көрсетті; көбею жағдайлары зығыр өнімділігіне оң әсеретті.

Түйінді сөздер: флавоноидтар, *Populusbalsamifera*, өсімді ынталандыратын белсенділік, зығыртұқымы, сығынды

Поляков Владилен Васильевич Профессор, химия ғылымдарының докторы

Мецанова Анна Геннадьевна Докторант

РОСТОСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ФЛАВОНОИДОВ ЭКСТРАКТОВ ПОЧЕК ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО *POPULUS BALSAMIFERA*

*А.Г. Мецанова**, *В.В. Поляков*

НАО Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан

**E-mail: Mechshanova_a@ptr.nis.edu.kz*

Резюме. *Введение.* В настоящее время остро стоит задача ускоренной разработки альтернативных мер защиты растений, что связано с усугублением экологической ситуации, стремлением уменьшить загрязнение агроландшафтов и получать сельскохозяйственную продукцию с минимальным использованием агрохимикатов. Экстракт тополя является стимулятором роста растений благодаря наличию в своем составе насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, липидов, фенольных и полифенольных соединений, аминокислот, эфирных масел, витаминов, которые обеспечивают стабильное ростостимулирующее действие. К достоинствам биологических препаратов на основе тополя бальзамического можно отнести их низкую стоимость, отсутствие отрицательного влияния на продуктивность растений, высокую специфичность, низкую токсичность. Основное отличие биологических препаратов от остальных средств защиты растений состоит в том, что они способны стимулировать естественные защитные способности самих растений, влияя тем самым на вредные организмы. Применение таких препаратов является одним из путей решения экологических проблем в сельском хозяйстве и мощным средством повышения эффективности как защиты растений от фитопатогенов, так и растениеводства в целом.

Цель - оценить стимулирующую активность экстрактов почек тополя бальзамического *Populusbalsamifera* на семенную продуктивность льна. Задачи: выделить сумму флавоноидов из тополя бальзамического; установить ростостимулирующую активность экстракта почек тополя

бальзамического по отношению к семенам льна. *Методология* и научные подходы: Способ получения предлагаемого экстракта тополя бальзамического, включает использование почек тополя бальзамического, высушивание на воздухе, измельчение, экстракцию 90% этанолом в аппарате Сокслета, фильтрацию и упаривание до получения целевого продукта. *Результаты и обсуждение.* В процессе исследования были выделены флавоноиды из почек тополя бальзамического. Присутствие флавоноидов в этанольном экстракте подтверждено с помощью качественных реакций. Был исследован состав экстракта почек тополя методом тонкослойной хроматографии. *Выводы.* Установлено, что в составе экстракта из почек тополя в основном содержатся вещества флавоноидной природы. Результаты изучения ростостимулирующей активности экстрактов тополя бальзамического *Populusbalsamifera* показали высокую семенную продуктивность льна томской селекции в контрольной группе; условия воспроизводства положительно повлияли на урожайность льна.

Ключевые слова: флавоноиды, *Populusbalsamifera*, ростостимулирующая активность, семена льна, экстракт

Поляков Владислен Васильевич

Профессор, доктор химических наук

Мещанова Анна Геннадьевна

Докторант

References

1. *Sixth national report of the Republic of Kazakhstan on biological diversity.* Astana: Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan, **2018**. 256 p.
2. Yussupov D. V. et al. Geochemical features of the elemental composition of poplar leaves in urban areas. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. *Engineering of georesources*, **2016**, 327, No. 6, 25-36.
3. Khudorozhkova O. A., Lozhkina G. A., Isayeva Ye. V. Study of the chemical composition of balsam poplar leaves. *FOREST AND CHEMICAL COMPLEXES-PROBLEMS AND SOLUTIONS*, **2007**, 39.
4. Polyakov V.V., Vilkov K.V. *Essential oils of plants and their biological activity.* Almaty: Gylym, **2005**, 196.
5. Polyakov V.V., Tangulova B.M., Akhmetova S.B., Sadyrbekov D.T. Biological activity of balsamic poplar essential oil. *Pharmacy of Kazakhstan*, **2005**, No. 2, 12-13.
6. Lobanova A. A., Budaeva V. V., Sakovich G. V. Study of biologically active flavonoids in extracts from vegetable raw materials. *Chemistry of vegetable raw materials*, **2004**, No. 1, 47-52.
7. Tikhonov B. B. et al. Complex extraction of glycans and flavonoids from vegetable raw materials. *Vestnik TvGTU*, **2011**, 128, No. 19, 57-63. DOI: <https://doi.org/10.33619/2414-2948/47/04>
8. Polyakov V.V., Rubet V.A., Lyulin A.S. Biologically active natural substances, their properties and application. *Petropavlovsk: NKGU im. M. Kozybaeva*, **2008**, 124.
9. Lyulin A.S., Polyakov V.V., Alzhanov A.E. *Production technology of essential oil from balsam poplar buds.* Petropavlovsk, **2008**, 390-392.
10. Matveyev A.M., Shugurov I.V. On modern methods for assessing the economic efficiency of the use of agricultural machinery. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*, **2014**, No.4(12),5-8.
11. Polyakov V.V., Lezhneva M.Yu. Poplar buds - a raw material containing biologically active substances. *Development of theoretical foundations and the creation of resource-saving environmentally friendly technologies, methods and materials.* Alma-Ata, **1991**, 73.
12. Kohler N., Lipton A. Platelets as a source of fibroblast growth-promoting activity. *Experimental cell research*, **1974**, 87, No. 2, 297-301, doi: [https://doi.org/10.1016/0014-4827\(74\)90484-4](https://doi.org/10.1016/0014-4827(74)90484-4)
13. Ahmad F., Ahmad I., Khan M. S. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological research*, **2008**, 163, No. 2, 173-181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2006.04.001>
14. Vlodaysky I. et al. Involvement of heparan sulfate and related molecules in sequestration and growth promoting activity of fibroblast growth factor. *Cancer and Metastasis Reviews*, **1996**, 15, No. 2, 177-186. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00437470>

-
- 15 Reddy A. V. B. et al. Recent improvements in the extraction, cleanup and quantification of bioactive flavonoids. *Studies in natural products chemistry*, **2020**, *66*, 197-223. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26133984>
 16. Soquetta M. B., Terra L. M., Bastos C. P. Green technologies for the extraction of bioactive compounds in fruits and vegetables. *CyTA-Journal of Food*, **2018**, *16*, No. 1, 400-412. DOI: <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1411978>
 17. Routray W., Orsat V. Microwave-assisted extraction of flavonoids: a review. *Food and Bioprocess Technology*, **2012**, No. 2, 409-424. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0573-z>
 18. Prommuak C., De-Eknamkul W., Shotipruk A. Extraction of flavonoids and carotenoids from Thai silk waste and antioxidant activity of extracts. *Separation and Purification Technology*, **2008**, *62*, No. 2, 444-448. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2008.02.020>
 19. Statsenko A. P., Galiullin A. A. *A method for determining the germination of seeds*, **1999**.

МАЗМҰНЫ

<i>T.O. Khamitova, M.Zh. Burkeyev, A.K. Kovaleva, D. Havlicek</i> Полиэтилен гликоль маленнат пен акрил қышқылы сополимері негізіндегі металл-полимерлі нанокомпозиттерді синтездеу және зерттеу, олардың каталитикалық қасиеттері.....	5
<i>A.A. Луценко, A.H. Дюрягина</i> Су дисперсиялық акрил құрамдарының қорғау және сәнкерлік қасиеттерінің қазіргі жағдайы.....	16
<i>A. Баешов, A.C. Қадирбаева, A.A. Жарменов, M.H. Турлыбекова</i> Фотоэлектрлік қасиетке ие TiO_2 жұқа пленкасын электрохимиялық әдіспен алудың әдісін жасау.....	27
<i>A.C. Әбсейт, H.C. Елибаева, Г.Ф. Әбдікәрім, Ж.С. Әбсейт, Фатих Думан</i> Бозтiкeн (<i>acanthophyllum pungens</i>) өсімдiгiнiң құрамындағы май қышқылдары мен дәрумендердiң мөлшерiн анықтау.....	37
<i>E.И. Иманбаев, E.K. Оңғарбаев, E.A. Аққазин, A.Ч. Бусурманова, A.H. Боранбаева, A.Ш. Аккенжеева</i> Мұнай өнеркәсіптік қалдықтармен битумды модификациялау.....	47
<i>A.Б. Қалдыбаева, К.Д. Пралиев, A. Сергазы, A.E. Малмакова, B.K. Ю.</i> Имидазол құрамды туындылардың практикалық қолдану әлеуеті (Шолу).....	58
<i>Г.Ж. Соикова, A.Ж. Шамилова</i> Кадмий негізіндегі гальваникалық қаптамаларды енгізу ерекшеліктері.....	79
<i>E.C. Сычева, И.Н. Әнуарбекова, Д.Б. Маркина, M.C. Муканова, Г.С. Муканова</i> Арабиногалактанмен гетероциклді тиоангидридтердің кешенді қосылыстарының синтезі және тамыртүзгіш белсенділігі.....	89
<i>Ө.Ж. Жүсіпбеков, Г.О. Нұрғалиева, З.К. Баяхметова</i> Құрамында гуматы бар органоминералды тыңайтқыштардың құрамы мен қасиеттеріне қатты сұйық күйлерінің қатынасының әсері.....	99
<i>T.K. Джумадилов, X. Химэрсэн, Ж.С. Мукатаева, Ж.Қ. Қорғанбаева, Ю. Хапонюк, A. Имангазы</i> Скандий иондарының леватит (H+) ЖӨНЕ АВ-17-8 (ОН-) интерполимерлі жүйесімен әрекеттесу ерекшеліктері.....	109
<i>T.B. Ковригина, K.X. Хакимболатова, T.K. Чалов, B.E. Бегенова</i> Керекті көп функциялық анониттер хром (VI) иондарын экстракциялау үшін.....	118
<i>B.M. Смайлов, B.C. Закиров, Ш.Т. Кошкарбаева, A.A. Қадирбаева, Usha K. Aravind, H.H. Исабаев</i> Фосфорқұрамдас тыңайтқыштар алу үшін шикізаттарды физико-химиялық зерттеу.....	130
<i>A.Б. Иса, O.K. Бейсенбаев, A.Ш. Кыдырәлиева, M.M. Есиркепова, E.A. Тусупқалиев, Ж.Н. Кайнарбаева</i> Мұнайды ығыстыру үшін модификацияланған полиакриламидті зерттеу.....	141
<i>A.Г. Мецанова, B.B. Поляков</i> <i>Populusbalsamifera</i> бальзамды терек бүйрегі сығындыларының флавоноидтарының өсуін ынталандыратын белсенділік.....	152

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Т.О. Хамитова, М.Ж. Буркеев, А.К. Ковалева, D. Havlicek</i> Синтез и исследование металл-полимерных нанокомпозитов на основе сополимеров полиэтиленгликоль малеината с акриловой кислотой, и их каталитические свойства.....	5
<i>А.А. Луценко, А.Н. Дюрягина</i> Современное состояние защитно-декоративных свойств водно-дисперсионных акриловых композиций.....	16
<i>А. Баешов, А.С. Кадирбаева, А.А. Жарменов, М.Н. Турлыбекова</i> Разработка способа получения электрохимическим методом тонкой пленки TiO_2 , обладающей фотоэлектрическими свойствами.....	27
<i>А.С. Абсейт, Н.С. Елибаева, Г.Г. Абдикарим, Ж.С. Абсейт, Фатих Думан</i> Определение количества жирных кислот и витаминов содержащиеся в растениях колючелистника (<i>acanthophyllum pungens</i>).....	37
<i>Е.И. Иманбаев, Е.К. Онгарбаев, Е.А. Акказин, А.Ч. Бусурманова, А.Н. Боранбаева, А.Ш. Аккенжеева</i> Модификация битумов отходами нефтепромышленности.....	47
<i>А.Б. Қалдыбаева, К.Д. Пралшев, А. Сергазы, А.Е. Малмакова, В.К. Ю.</i> Потенциал практической применимости имидазолсодержащих производных (Обзор).....	58
<i>Г.Ж.Сдикова, А.Ж.Шамилова</i> Особенности нанесения гальванических покрытий на основе кадмия.....	79
<i>Е.С. Сычева, И.Н. Ануарбекова, Д.Б. Маркина, М.С. Муканова, Г.С. Муканова</i> Синтез и корнеобразующая активность комплексов включения гетероциклических тиоангидридов с арабиногалактаном.....	89
<i>У.Ж. Джусипбеков, Г.О. Нурғалиева, З.К. Баяхметова</i> Влияние соотношений твёрдого на жидкого состоянии на состав и свойства гуматсодержащих органоминеральных удобрений.....	99
<i>Т.К. Джумадилов, Х. Химэрсэн, Ж.С. Мукатаева, Ж.К. Корганбаева, Ю. Хапонюк, А. Имангазы</i> Особенности взаимодействия ионов скандия с интерполимерной системой леватит (H^+) - АВ-17-8 (OH^-).....	109
<i>Т.В. Ковергина, К.Х. Хакимболатова, Т.К. Чалов, Б.Е. Бегенова</i> Перспективные полифункциональные аниониты для извлечения ионов хрома (VI)	118
<i>Б.М. Смайлов, Б.С. Закиров, Ш.Т. Кошкарбаева, А.А. Кадирбаева, Usha K Aravind, Н.Н. Исабаев</i> Физико-химическая исследования сырьевых материалов для получения фосфорсодержащих удобрений.....	130
<i>А.Б. Иса, О.К. Бейсенбаев, А.Ш. Кыдыралиева, М.М. Есиркепова, Е.А. Тусупкалиев, Ж.Н. Кайнарбаева</i> Исследование модифицированного полиакриламида для вытеснения нефти.....	141
<i>А.Г. Мещанова, В.В. Поляков</i> Ростостимулирующая активность флавоноидов экстрактов почек тополя бальзамического <i>populus balsamifera</i>	152

CONTENTS

<i>T.O. Khamitova, M.Zh. Burkeyev, A.K. Kovaleva, D. Havlicek</i> Synthesis and study of metal-polymer nanocomposites, based on a copolymer of polyethylene glycol maleate with acrylic acid, and its catalytic properties.....	5
<i>A.A. Lutsenko, A.N. Dyuryagina</i> Current state of protective and decorative properties of water-dispersion acrylic compositions.....	16
<i>A. Bayeshov, A. Kadirbayeva, A. Zharmenov, M. Turlybekova</i> Development of a method for obtaining a thin TiO ₂ film with the photoelectric properties by the electrochemical method....	27
<i>A.S. Abseyt, N.S. Yelibayeva, G.G. Abdikarim, Zh.S. Abseyt, Fatih Duman</i> Determination of the quantity fatty acids and vitamins in the <i>acanthophyllum pungens</i> plant composition.....	37
<i>Y.I. Imanbayev, Y.K. Ongarbayev, Y.A. Akkazin, A.Ch. Bussurmanova, A.N. Boranbayeva, A.Sh. Akkenzheyeva</i> Modification of bitumens with oil industry waste.....	47
<i>A.B. Kaldybayeva, K.D. Praliyev, A. Sergazy, A.E. Malmakova, V.K. Yu</i> Potential of imidazole-containing derivatives for practical application (Review).....	58
<i>G.Zh. Sdikova, A.Zh. Shamilova</i> Features of the implementation of cadmium-based electroplating coatings.....	79
<i>Ye.S. Sycheva, I.N. Anuarbekova, D.B. Markina, M.S. Mukanova, G.S. Mukanova</i> Synthesis and root forming ability of the inclusion complexes of heterocyclic thioanhydrides with arabinogalactan.....	89
<i>U.Zh. Dzhussipbekov, G.O. Nurgaliyeva, Z.K. Bayakhmetova</i> Influence of solid liquid states ratios on the composition and properties of humate-containing organo-mineral fertilizers...	99
<i>T.K. Jumadilov, Kh. Khimersen, Zh.S. Mukatayeva, Zh.K. Korganbayeva, J. Haponiuk, A. Imangazy</i> Features of the scandium ions interaction with the interpolymer system lewattit CNP LF (H ⁺) - AB-17-8 (OH ⁻) system.....	109
<i>T.V. Kovrigina, K.Kh. Khakimbolatova, T.K. Chalov, B.Y. Bezenova</i> Promising multifunctional anionites for the extraction of chromium (VI) ions.....	118
<i>B.M. Smailov, B.S. Zakirov, Sh.T. Koshkarbayeva, A.A. Kadirbayeva, Usha K Aravind, N.N. Issabayev</i> Physico-chemical studies of raw materials for obtaining phosphorus-containing fertilizers.....	130
<i>A.B. Issa, O.K. Beissenbayev, A.Sh. Kydyraliyeva, M.M. Yessirkepova, E.A. Tussupkalyiev, Zh.N. Kainarbayeva</i> Investigation of modified polyacrylamide for oil displacement.....	141
<i>A.G. Meshchanova, V.V. Polyakov</i> Growth promoting activity of flavonoids of extracts of populus balsamifera buds.....	152

Правила оформления статей в журнале
«ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА»

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Журнал «Химический журнал Казахстана» (ISSN 1813-1107, eISSN 2710-1185) выпускается ордена Трудового Красного Знамени АО «Институтом химических наук им. А.Б. Бектурова» 4 раза в год и публикует работы по широкому кругу фундаментальных, прикладных и инновационных исследований в области химии и химической технологии.

Языки публикации: казахский, русский, английский. Журнал индексируется Казахстанской библиометрической системой и включен в Перечень изданий, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности.

Издание имеет следующие рубрики:

1. Обзорные статьи до 20 печатных страниц
2. Оригинальные статьи (до 8–10 печатных страниц)
3. Краткие сообщения (до 4–5 печатных страниц)

2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СТАТЕЙ

Редакция принимает статьи от казахстанских и зарубежных авторов. В целях популяризации Журнала, редакционной коллегией приветствуется прием статей на английском языке.

Для регистрации и публикации статьи материал статьи представляется в редакцию через систему электронной подачи статьи на сайте Журнала (<https://www.chemjournal.kz/>) в комплекте со следующими документами:

1. Электронная версия статьи в форматах Word и PDF со встроенными в текст таблицами, схемами, рисунками (файл должен быть назван по фамилии первого автора на английском языке).

2. Сопроводительное письмо, адресованное в Редакцию Химического журнала Казахстана от организации, в которой данное исследование выполнено, с утверждением, что материал рукописи нигде не публиковался, не находится на рассмотрении для опубликования в других журналах и в материалах статьи отсутствуют секретные данные. В сопроводительном письме указываются сведения об авторе для корреспонденции: Фамилия, имя и отчество автора, служебный адрес с указанием почтового индекса, адрес электронной почты, телефон и ORCID.

3. Все статьи, опубликованные в Химическом журнале Казахстана (ISSN 1813-1107, eISSN 2710-1185) публикуются в открытом доступе. Чтобы обеспечить свободный доступ читателям и покрыть расходы на экспертную оценку, редактирование, поддержание сайта журнала, долгосрочное архивирование и ведение журнала, взимается плата за обработку статьи. Правила оплаты за опубликование принятой к печати статьи находятся в отдельном документе на сайте Журнала «Оплата за опубликование».

4. Статье присваивается регистрационный номер, который сообщается авторам в течение недели после получения указанного перечня документов; на этот номер необходимо ссылаться при переписке.

5. Принятым к печати статьям присваивается цифровой идентификатор (DigitalObjectIdentifier – DOI).

6. Учитывая невозможность проводить статьи на казахском языке через систему антиплагиат, будут учитываться формулировки рецензентов и решение издательской коллегии.

7. Статьи должны быть оформлены согласно шаблону, который можно скачать в разделе «Отправка материалов» на сайте Химического Журнала Казахстана.

3. СТРУКТУРА ПУБЛИКАЦИЙ

3.1. В начале **обзоров, оригинальных статей и кратких сообщений** на первой строке указывается номер по Универсальной десятичной классификации (УДК или UDC), соответствующий заявленной теме. Дается прописными буквами в верхнем левом углу. Также на первой строке справа прописными буквами полужирным шрифтом № 14 указывается название журнала **ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА (ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ, CHEMICAL JOURNAL OF KAZAKHSTAN)**, год, номер.

3.2. Далее через строку приводится международный стандартный сериальный номер журнала (ISSN 1813-1107, eISSN 2710-1185) и на следующей строке слева приводится DOI: который будет иметь значение после принятия статьи к печати.

3.3. Далее, после отступа строки указывается **заглавие статьи** прописными буквами, шрифт № 14 – полужирный, выравнивание текста по центру. Название должно максимально полно и точно описывать содержание статьи, включать ключевые слова, отражающие направление и/или основной результат исследования, но в то же время быть коротким и ясным и не содержать сокращений.

3.4. Далее, после отступа строки, указываются **инициалы и фамилии автора(-ов)** строчными буквами, шрифт № 12 полужирный, курсив, выравнивание текста по центру. Фамилия автора, с которым следует вести переписку, должна быть отмечена звездочкой (*): *С.С. Сатаева**, *А.М. Джубаналиева*.

3.5. Через строку шрифтом № 12, строчными буквами, курсивом с выравниванием текста по центру следуют **наименование(я) организации(й)** с указанием части названия организации, которая относится к понятию юридического лица (в английском тексте необходимо указывать официально принятый перевод названия), город, страна. В английском варианте адресные сведения должны быть представлены на английском языке, в т.ч. город и страна.

Строки с фамилиями авторов и названиями организаций содержат надстрочные индексы (после фамилии и перед названием организации), указывающие на место работы авторов.

На следующей строке курсивным начертанием, шрифт № 12, с выравниванием текста по центру указывается электронный адрес для переписки.

3.6. **Резюме (Abstract, Түйіндеме)** состоит из краткого текста (не менее 150–250 слов, шрифт № 12) на языке статьи. **Abstract** публикуется в международных базах, данных в отрыве от основного текста. Резюме должно быть автономным, все вводимые обозначения и сокращения необходимо расшифровать здесь же.

Приветствуется структурированное резюме, повторяющее структуру статьи и включающее: *введение, цели и задачи, методы, результаты и обсуждение, заключение (выводы)*. В то же время, цели и задачи описываются, если они не ясны из заглавия статьи, методы следует описывать, если они отличаются новизной. В резюме включаются новые результаты, имеющие долгосрочное значение, важные

открытия, опровергающие существующие теории, а также данные, имеющие практическое значение. Следует использовать техническую (специальную) терминологию вашей дисциплины.

Резюме дается без абзацного отступа строчными буквами; оно не должно содержать номера соединений, экспериментальные данные и ссылки на литературу.

Резюме только одно – в начале текста.

3.7. Далее на языке статьи без абзацного отступа строчными буквами шрифтом № 12, выравнивание текста по левому краю приводятся **ключевые слова** (от 5 до 10 шт.), обеспечивающие наиболее полное раскрытие содержания статьи.

3.8. В **кратких сообщениях** приводится резюме (150–200 слов), ключевые слова, но деления на разделы не требуется. Дается текст краткого сообщения на одном из трех языков с выполнением требований к УДК, названию статьи, перечню авторов, наименований организаций, в которых они работают, указанию автора для переписки. В тексте краткого сообщения приводятся конкретные **существенно новые результаты, требующие закрепления приоритета** с необходимыми экспериментальными подробностями. Затем следуют: информация о финансировании, благодарности, сведения о конфликте интересов, информация об авторах и список литературы.

3.9. Статья начинается с **введения**, в котором формулируется цель и необходимость проведения исследования, кратко освещается состояние вопроса со ссылками на наиболее значимые публикации с избеганием ссылок на устаревшие результаты. Излагаются открытия, сделанные в ходе данного исследования. Указывается структура статьи.

3.10. **Экспериментальная часть** содержит описание хода и результатов эксперимента, характеристику полученных соединений. В начале экспериментальной части приводятся названия приборов, на которых зарегистрированы физико-химические характеристики веществ и указываются условия измерения; также указываются либо источники использованных нетривиальных реагентов (например, «коммерческие препараты, название фирмы»), либо даются ссылки на методики их получения.

Каждый параграф экспериментальной части, описывающий получение конкретного соединения, должен содержать его полное наименование по номенклатуре ИЮПАК и его порядковый номер в статье. В методиках обязательно указывать количества реагентов в мольных и массовых единицах (для катализаторов – массу и мольные проценты), объемы растворителей. Методика эксперимента излагается в *прошедшем* времени.

Для известных веществ, синтезированных опубликованным ранее методом, необходимо привести ссылку на литературные данные. Для известных веществ, полученных новыми или модифицированными методами, должны быть представлены их физические и спектральные характеристики, использованные для подтверждения идентичности структуры, метод синтеза и ссылка на литературные данные.

Для всех впервые синтезированных соединений необходимо привести доказательства приписываемого им строения и данные, позволяющие судить об их индивидуальности и степени чистоты. В частности, должны быть представлены данные элементного анализа или масс-спектры высокого разрешения, ИК спектры и спектры ЯМР ^1H и ^{13}C .

Данные рентгеноструктурного анализа представляются в виде **рисунков и таблиц**. Все **новые соединения**, данные РСА которых приводятся в статье, должны быть **зарегистрированы в Кембриджской базе структурных данных** и иметь соответствующие **CCDC номера**.

Если, по мнению рецензента или редактора, новые соединения не были удовлетворительно охарактеризованы, статья не будет принята к печати.

Пример методики: 3-(2-Amino-6-methylpyridino)-3-carbonyl-3,4-dihydrocoumarin (**12**). To the alcoholic solution of 2.18 g (0.01 mol) of 3-carbethoxycoumarin, 1.08 g (0.01 mol) of 2-amino-6-methylpyridine was added with stirring. The mixture was boiled for 10 h. The solution was cooled, the precipitate was filtered. Then it was washed with cold EtOH. After the drying and recrystallization of the residue from i-PrOH yield of the product **12** was 2.05 g (63%), mp 226–228 °C, Rf 0.82 (1/2, EtOAc/hexane as eluent). Calculated, %: C 68.56; H 4.32; N 9.99 for C₁₆H₁₂N₂O₃. Found, %: C 68.41; H 4.22; N 9.83. *Spectral data*.

Внимание! В статьях, посвященных синтезу новых соединений, допускается размещение **экспериментальной части** за разделом **Результаты и обсуждение**.

3.11. В разделе **Результаты и обсуждение**, который является наиболее важным, следует обсудить и объяснить полученные в работе **результаты**, проанализировать особенности синтеза, продемонстрировать и указать возможные ограничения. Провести сравнение полученных результатов с опубликованными ранее. Все новые соединения должны быть полностью охарактеризованы соответствующими спектральными и другими физико-химическими данными. В тексте обобщаются и разъясняются только те спектральные данные, которые используются для подтверждения структуры полученных соединений. Перечисление одних и тех же данных в тексте, таблицах и на рисунках не допускается. Для новых методов синтеза желательно обсудить механизм реакции. Для обобщения данных необходимо использовать понятные рисунки и таблицы. Представленные данные должны подаваться интерпретации.

При обсуждении результатов следует придерживаться официальной терминологии IUPAC. Результаты рекомендуется излагать в прошедшем времени.

Обсуждение не должно повторять описание результатов исследования. В тексте должны быть использованы общепринятые в научной литературе сокращения. Нестандартные сокращения должны быть расшифрованы после первого появления в тексте. Единицы измерений должны быть указаны в Международной системе СИ.

3.12. Затем рекомендуется сформулировать **заключение**, в котором указать основные достижения, представленные в статье, и основной вывод, содержащий ответ на вопрос, поставленный во вводной части статьи, а также возможность использования материала статьи в фундаментальных или прикладных исследованиях.

3.13. Приводится информация о **финансировании** исследований.

3.14. Выражается **благодарность** тем, кто помог вам в подготовке вашей работы.

3.15. В рукописи должно быть заявлено о том, имеется ли **конфликт интересов**

3.16. В **информации об авторах** указываются: ученая степень, звание, должность, e-mail, ORCID.

3.17. Статя заканчивается **списком литературы** со ссылками на русском (или казахском) языке и ссылками на языке оригинала. Ссылки на литературные источники в тексте приводятся порядковыми арабскими цифрами в квадратных скобках по мере упоминания. Каждая ссылка должна содержать только одну литературную цитату. Список литературы должен быть представлен наиболее свежими и актуальными источниками без излишнего самоцитирования (не более 20 процентов). Для статей желателен список из не менее 10 ссылок со строками доступа в интернете.

3.18. Обязательна **информация об авторах**. В ней указываются: ученая степень, звание, должность, e-mail, ORCID, **фамилия, имя, отчество** полностью на трех языках.

Информация об авторах:

Джусипбеков Умирзак Жумасилович – АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», заведующий лабораторией химии солей и удобрений, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, профессор; e-mail: jussipbekov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2354-9878> .

Нургалиева Гульзипа Орынтаевна – доктор химических наук, АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы, Республика Казахстан, e-mail: n_gulzipa@mail.ru , ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2659-3361> .

Баяхметова Замира Кенесбековна – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы, Республика Казахстан, e-mail: zimirabkz@mail.ru , ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7261-2215>.

Information about authors:

Zhusipbekov Umerzak Zhumasilovich – JSC «A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences», Head of the Laboratory of Chemistry of Salts and Fertilizers, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Professor; e-mail: jussipbekov@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2354-9878>.

Nurgaliyeva Gulzipa Oryntayevna – Doctor of chemical sciences, JSC «A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences», Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: n_gulzipa@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2659-3361>.

Baiakhmetova Zamira Kenesbekovna – Candidate of chemical sciences, leading researcher, JSC «A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences», Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: zimirabkz@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7261-2215>.

Авторлар туралы ақпарат:

Жүсіпбеков Өмірзақ Жұмасылұлы - "Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты" АҚ, тұздар және тыңайтқыштар химиясы зертханасының меңгерушісі, Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясының корреспондент-мүшесі, профессор; e-mail: jussipbekov@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2354-9878> .

Нұрғалиева Гүлзипа Орынтайқызы - химия ғылымдарының докторы, "Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты" АҚ, Алматы, Қазақстан Республикасы, e-mail: n_gulzipa@mail.ru . ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2659-3361> .

Баяхметова Замира Кеңесбекқызы - химия ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкер, "Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты" АҚ,

Алматы, Қазақстан Республикасы, e-mail: zamirabkz@mail.ru . ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7261-2215>.

Список цитируемой литературы оформляется в соответствии с нижеприведенными образцами библиографических описаний (4.8.).

3.19. В конце статьи после списка литературы *дополнительно* приводится перевод **Резюме** на казахский (**Түйіндеме**) и на английский языки (**Abstract**). Слово **Резюме (Abstract, Түйіндеме)** дается по центру. На следующей строке с выравниванием по левому краю прописными буквами полужирным шрифтом № 12 приводится название статьи. Через строку без абзацного отступа курсивом, полужирным шрифтом № 11 даются инициалы и фамилии авторов.

На следующей строке без абзацного отступа курсивом, строчными буквами, шрифтом № 11 приводятся места работы авторов с надстрочными индексами (после фамилии и перед названием организации), указывающие на место работы авторов. Затем через строку с абзацного отступа с выравниванием текста по ширине идет текст резюме, набранный строчным шрифтом № 12.

Далее через строку с абзацным отступом строчными буквами шрифтом № 12, с выравниванием текста по ширине приводятся **ключевые слова** (от 5 до 10 шт.), обеспечивающие наиболее полное раскрытие содержания статьи.

3.20. Для статей, подаваемых на языке, отличном от английского (на казахском или русском языке), в конце статьи находится английский блок (**Abstract, Information about authors, References**).

3.21. Все страницы рукописи следует пронумеровать.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСЕЙ

4.1. Объем статьи, включая аннотацию и список литературы: до 8–10 страниц. Обзорные статьи могут быть до 20 страниц. Статья должна быть напечатана на одной стороне листа А4 шрифтом Times New Roman, размер кегля 14 пт; межстрочный интервал – одинарный и полями: верхнее – 2.0 см, нижнее – 2.0 см, левое – 3.0 см, правое – 1.5 см; расстановка переносов не допускается; абзацный отступ – 1.0 см; форматирование – по ширине. Должен быть использован текстовый редактор *Microsoft Word for Windows*, в виде *doc*-файла, версия 7.0 и более поздние.

Для краткости и наглядности обсуждения соединения, упоминаемые более одного раза, следует нумеровать **арабскими** цифрами в сочетании со строчными **латинскими** буквами (для обозначения соединений с переменным заместителем). При упоминании полного названия соединения шифр дается в скобках.

Стереохимические символы и приставки, характеризующие структурные особенности или положение заместителя в молекуле, следует набирать курсивом (*italic*): (*R*)-энантиомер, *трет*-бутил, *пара*-ксилол. Вместо громоздких названий неорганических и часто употребляемых органических соединений следует давать их формулы: NaBr, TsOH вместо бромид натрия и толуолсульфоновая кислота. При использовании терминов и обозначений, не имеющих широкого применения в литературе, их значения поясняются в тексте при первом употреблении: например, полиэтилентерефталат (ПЭТФ).

Для изображения структурных формул химических соединений необходимо использовать редактор химических формул **ChemDrawUltra**. Все надписи на схемах приводятся на английском языке. В схеме необходимо указывать все условия реакций: над стрелкой – реагенты, катализаторы, растворители, под

стрелкой – температура, время, выход. Если условия реакций сильно загружают схему, их можно перенести в конец схемы, расшифровывая буквенными индексами, например, i : HCl, H₂O, 80 °C, 5h. Такой же буквенный индекс должен быть указан над стрелкой соответствующей реакции.

4.2. Уравнения, схемы, таблицы, рисунки и ссылки на литературу нумеруются в порядке их упоминания в тексте и *должны быть вставлены в текст статьи* после первого упоминания. Таблицы и рисунки должны сопровождаться подписью; заголовки к схемам даются при необходимости.

4.3. По возможности следует готовить **рисунки** с помощью компьютера. Однотипные кривые должны быть выполнены в одинаковом масштабе на одном рисунке. Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами, которые расшифровываются в подписях к рисункам. Для всех **рисунков** необходимо представить графические файлы в формате *jpeg* с минимальным разрешением 300 dpi. Надписи на рисунках должны быть на английском языке и по возможности заменены цифрами, расшифровка которых дается в подписи к рисунку.

Одиночные прямые, как правило, не приводят, а заменяют уравнением линии регрессии. Пересечение осей координат следует располагать в левом углу рисунка, стрелки на концах осей не ставятся, линии, ограничивающие поле рисунка не приводятся, масштабная сетка не наносится. Малоинформативные рисунки, не обсуждаемые в статье спектры, вольтамперограммы и другие зависимости не публикуются. **Рисунки спектров не должны быть выполнены от руки**. Все рисунки должны иметь нумерацию арабскими цифрами (если рисунок не один). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Детали прибора.

4.4. Каждая **таблица** должна иметь тематический заголовок и порядковый арабский номер (без знака №), на который дается ссылка в тексте (таблица 1). Название таблицы располагается над таблицей слева без абзачного отступа в одну строку с ее номером через тире без точки после названия. Графы в таблице должны иметь краткие заголовки, отражающие параметры, численные значения которых приведены в таблице; они пишутся в именительном падеже единственного числа с прописной буквы и через запятую сопровождаются соответствующими единицами измерения (в сокращенной форме). Рисунки или структурные формулы в графах таблиц не допускаются. Пропуски в графах при отсутствии данных обозначают тремя точками, при отсутствии явления – знаком «тире». Примечания к таблицам индексируются арабскими цифрами и помещаются в границах таблицы под материалом таблицы. Слово «Примечание» следует печатать с прописной буквы с абзаца. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами без проставления точки и печатают с абзаца. В таблицах используют тот же шрифт, что и в тексте статьи; допускается уменьшенный (не менее № 10 шрифт TimesNewRoman).

4.5. При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться системы СИ: г, мг, м, см, мкм (микромметр, микрон); нм (наномметр, миллимикрон); пм (пикомметр); Å (ангстрем); с (секунда); мин, ч (час), Гц (герц); МГц (мегагерц); Э (эрстед); Гс (гаусс); В (вольт); эВ (электронвольт); А (ампер); Ом, Па (паскаль); МПа (мегапаскаль); гПа (гектопаскаль); Дж (джоуль); К (кельвин), °C (градус Цельсия); Д (Дебай).

В десятичных дробях целая часть отделяется от дробной не запятой, а точкой.

Используются следующие сокращения: т.кип. и т.пл. (точки кипения и плавления) – перед цифрами; конц. (концентрированный перед формулой соединения); М – молекулярная масса); моль, кал, ккал, н. (нормальный), М. (молярный); концентрация растворов обозначается (г/см³, г/л, моль/л).

Для всех впервые синтезированных соединений обязательны данные элементного анализа либо масс-спектры высокого разрешения.

В *брутто-формулах* элементы располагаются в следующем порядке: С, Н и далее согласно латинскому алфавиту. Формулы молекулярных соединений и ониевых солей даются через точку (например, С₅Н₅Н.НCl). Пример записи констант и данных элементного анализа: т.кип. 78°C (100 мм рт. ст.), т.пл. 50°C (EtOH), d₄²⁰0.9809, n²⁰1.5256; Найдено, %: С 59.06; Н 7.05; I 21.00; N 8.01. С_aН_bI_cN_dO_e. Вычислено, %: С 59.02; Н 7.01; I 21.20; N 8.22.

ИК и УФ спектры. В экспериментальной части для ИК и УФ спектров должны быть указаны характеристические частоты полос, длины волн максимумов поглощения, коэффициенты экстинкции (или их логарифмы) и условия, при которых записан спектр.

Примеры записи: ИК спектр (тонкий слой), ν, см⁻¹: 1650 (C=N), 3200–3440 (O–H). УФ спектр (EtOH), λ_{max}, нм (lgε): 242 (4.55), 380 (4.22).

Спектры ЯМР ¹H и ¹³C. Должны быть указаны рабочая частота прибора, использованный стандарт и растворитель. Протоны в составе сложных групп, к которым относится сигнал, следует подчеркнуть снизу – 3.17–3.55 (4H, м, N(CH₂CH₃)₂); для положения заместителей использовать обозначения 3-CH₃; для обозначения положения атомов – C-3, N-4 и т.д. Если какой-нибудь сигнал в спектре описывается как дублет, триплет или дублет дублетов и т.п. (а не синглет или мультиплет), необходимо привести соответствующие КССВ. Если проведены дополнительные исследования для установления строения или пространственных взаимодействий атомов, должны быть указаны использованные двумерные методы. В описании спектров ЯМР ¹³C отнесение конкретного сигнала к конкретному атому углерода приводится только тогда, когда определение проведено на основе двумерных экспериментов.

Примеры записи:

Спектр ЯМР¹H (400 МГц, CDCl₃), δ, м. д. (J, Гц): 0.97 (3H, т, J= 7.0, CH₃); 3.91 (2H, к, J= 7.0, COOCH₂); 4.46 (2H, д, J= 6.1, NCH₂); 7.10–7.55 (6H, м, H-6,7,8, NHCH₂C₆H₅); 7.80 (1H, с, HAr); 7.97 (1H, с, H-5'); 8.13 (1H, д. д, J= 8.2, J= 2.3, H-5); 11.13 (1H, с, NH).

Спектр ЯМР¹³C (100 МГц, ДМСО-d₆), δ, м. д. (J, Гц): 36.3 (CH₂CH₃); 48.5 (C-5); 62.3 (CH₂CH₃); 123.0(CAr); 125.8 (д, ²J_{CF} = 26.1, C-3',5' Ar); 128.9 (CPh); 134.4 (C-5a); 168.3 (C=O).

Масс-спектры приводятся в виде числовых значений m/z и относительных значений ионного тока. Необходимо указывать метод и энергию ионизации, массовые числа характеристических ионов, их интенсивность по отношению к основному иону и по возможности их генезис. В случае химической ионизации при описании прибора необходимо указать газ-реагент. В масс-спектрах высокого

разрешения найденные и вычисленные значения m/z приводятся с четырьмя десятичными знаками; если найденное значение m/z соответствует не молекулярному иону, брутто-формула и вычисленное значение m/z также приводится для того же иона.

Пример записи данных масс-спектра: Масс-спектр (ЭУ, 70 эВ), m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 386 $[M]^+$ (36), 368 $[M-H_2O]^+$ (100), 353 $[M-H_2O-CH_3]^+$ (23).

Масс-спектр (ХИ, 200 эВ), m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 387 $[M+H]^+$ (100), 369 $[M+H-H_2O]^+$ (23).

Пример записи данных масс-спектра высокого разрешения:

Найдено, m/z : 282.1819 $[M+Na]^+$. $C_{17}H_{25}NNaO$.

Вычислено, m/z : 282.1828.

4.6. **Данные рентгеноструктурного исследования** следует предоставлять в виде рисунка молекулы с пронумерованными атомами, например, C(1), N(3) (по возможности в представлении атомов эллипсо и дамипетловых колебаний). Полные кристаллографические данные, таблицы координат атомов, длин связей и валентных углов, температурные факторы в журнале не публикуются, а депонируются в Кембриджском банке структурных данных (в статье указывается регистрационный номер депонента).

4.7. По требованиям международных баз данных Scopus, Clarivate Analytics, Springer Nature при оценке публикаций на языках, отличных от английского, библиографические списки должны даваться не только на языке оригинала, но и на латинице (романским алфавитом). Поэтому авторы статей, подаваемых на русском и казахском языке, должны предоставлять список литературы в двух вариантах: *один на языке оригинала (Список литературы)*, а другой — *в романском алфавите (References)*. Последний список входит в английский блок, который расположен в конце статьи.

Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке **References**. При цитировании русскоязычного журнала, переводимого за рубежом, в русскоязычной версии Списка литературы необходимо привести полную ссылку на русскоязычную версию, а в **References** – на международную.

Список источников в **References** должен быть написан только на романском алфавите- латинице (при этом он должен оставаться полным аналогом Списка литературы, в котором источники были представлены на оригинальном языке опубликования).

Для написания ссылок на русскоязычные источники (и источники на иных, не использующих романский алфавит, языках) следует использовать ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПЕРЕВОД и ТРАНСЛИТЕРАЦИЮ (см. Требования к переводу и транслитерации).

В **References** требуется следующая структура библиографической ссылки из русскоязычных источников: авторы (транслитерация), перевод названия статьи или книги на английский язык, название источника (транслитерация – для тех изданий, которые не имеют установленного редакцией английского названия), выходные данные в цифровом формате, указание на язык статьи в скобках (in Russian или in Kazakh). Транслитерацию можно выполнить на сайте <http://www.translit.ru>.

Условные сокращения названий русскоязычных журналов и справочников приводятся в соответствии с сокращениями, принятыми в «Реферативном журнале

Химия». англоязычных и других иностранных журналов – в соответствии с сокращениями, рекомендуемыми издательством «Springer and Business Media»: <http://chemister.ru/Chemie/journal-abbreviations.htm>. Для статей на русском и казахском языках название журнала «Химический Журнал Казахстана» следует сокращать: «Хим. Журн. Каз.» и «Қаз. Хим. Журн.» соответственно, а для статей на английском языке: «Chem. J. Kaz.». Приводятся фамилии и инициалы **всех авторов** (сокращения и *др.* и *et al* не допускаются).

В Списке литературы и в **References** все работы перечисляются **В ПОРЯДКЕ ЦИТИРОВАНИЯ**, а **НЕ** в алфавитном порядке.

DOI. Во всех случаях, когда у цитируемого материала есть цифровой идентификатор, его необходимо указывать в самом конце описания источника. Проверять наличие doi у источника следует на сайте <http://search.crossref.org> или <https://www.citethisforme.com>.

Для формирования списка литературы (всех без исключения ссылок) в Журнале принят библиографический стандарт без использования разделителя «//»:

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of article. Title of Journal, **2005**, 10, No. 2, 49–53.

Для казахско- или русскоязычного источника:

Author A.A., Author B.B., Author C.C. Title of article. Title of Journal, **2005**, 10, No. 2, 49– 53. (In Kazakh or In Russian).

Ниже приведены образцы оформления различных видов документов, которых необходимо придерживаться авторам при оформлении романского списка **References**.

Описание статьи из журналов:

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timinov A.V., Kardymov D.V. Technical and economical optimization of hydrofracturing design. Neftyanoe khozyaistvo. Oil Industry, **2008**, No. 11, 54–57. (In Russian).

Описание статьи с DOI:

Zhang Z., Zhu D. Experimental Research on the localized electrochemical micromachining. *Rus. J. Electrochem.*, **2008**, 44, No. 8, 926–930. doi: 10.1134/S1023193508080077.

Описание Интернет-ресурса:

Kondrat'ev V.B. *Global'naya farmatsevticheskaya promyshlennost'* [The global pharmaceutical industry]. Available at: http://perspektivy.info/rus/ekob/globalnaja_farmacevticheskaja_promyshlennost_2011-07-18.html (Accessed 23.06.2013).

или

APA Style (2011). Available at: <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed 5 February 2011).

или

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (Accessed 7 February 2011).

Описание статьи из электронного журнала:

Swaminatan V., Lepkoswka-White E., Pao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *Journal of Computer-Mediated Communication*, **1999**, 5, No. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol.5/issue2/> (Accessed 24 April 2011).

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов)

Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Eksperimental'noe issledovanie prochnost soedinenii «stal'-kompozit» [Experimental study of the strength of joints «steel-composite»]. Trudy MG TU

«Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem» [Proc. Of the Bauman MSTU

«Mathematic Modeling of the Complex Technical Systems»], 2006, No. 593, 125–130.

Описание материалов конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. Features of the design of the field development with the use of hydraulic fracturing. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma «Novye resurso sberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi»* [Proc. 6th Int. Symp. «New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact»]. Moscow, 2007, 267–272. (In Russ.)

Нежелательно оставлять одно переводное название конференции (в случае если нет переведенного на английский язык названия конференции), так как оно при попытке кем-либо найти эти материалы, идентифицируется с большим трудом.

Описание книги (монографии, сборника):

Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'stvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993, 221 p.

Описание переводной книги:

Timoshenko S.P., Young D.H., Weaver W. *Vibration problems in engineering*. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: Timoshenko S.P., Iang D.Kh., Uiver U. *Kolebaniia v inzhenernom dele*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

Brooking A., Jones P., Cox F. *Expert systems. Principles and cases studies*. Chapman and Hall, 1984. 231 p. (Russ. ed.: Bruking A., Dzhons P., Koks F. *Ekspertnye sistemy. Printsipy raboty i primery*. Moscow, Radioisviaz' Publ., 1987. 224 p.).

Описание диссертации или автореферата диссертации:

Grigor'ev Yu. A. *Razrabotka nauchnykh osnov proektirovaniia arkhitektury raspredelennykh sistem obrabotki dannykh. Diss. Dokt. Tekhn. Nauk* [Development of scientific bases of architectural design of distributed data processing systems. Dr. tech. sci. diss.]. Moscow, Bauman MSTU Publ., 1996. 243 p.

Описание ГОСТа:

GOST 8.596.5–2005. *Metodikavypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda I kolichestva zhidkosti I gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroistv* [State Standard 8.586.5 – 2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p.

или

State Standard 8.586.5 – 2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russian).

Описание патента:

Patent RU 228590. *Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia* [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Palkin M.V., Ivanov N.M., Gusev B.B., Petrov R.H., 2006.

4.9. Пример англоязычного блока для представления статьи, написанной на языке, отличном от английского:**Abstract****DETERMINATION OF THE HAZARD CLASS OF OIL-CONTAMINATED AND NEUTRALIZED SOIL***Zhusipbekov U.Zh.¹, Nurgaliyeva G.O.^{1*}, Baiakhmetova Z.K.¹, Aizvert L.G.²*¹JSC «A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences», Almaty, Kazakhstan²Scientific and practical center of sanitary-epidemiological examination and monitoring of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan Almaty, Kazakhstan

E-mail: n_gulzipa@mail.ru

Introduction. Pollution by oil has a negative effect on chemical, physical, agrophysical, agrochemical and biological properties of soils. Sorption methods of cleaning the soil with the help of humic preparations from oil pollution are of great importance. *The purpose* of this work is to study the composition and properties of the contaminated and neutralized soil, the determination of the toxicity indexes of all components of oil waste, the calculation of the hazard class of waste according to their toxic-ecological parameters. *Methodology.* Samples of the contaminated and neutralized soil were treated with the use of humate-based energy-accumulating substances. The metal content in the contaminated soil was determined by spectrometry using an AA 240 instrument using the method of decomposing the sample with a mixture of nitric, hydrofluoric and perchloric acids until the sample was completely opened. *Results and discussion.* Fractional composition of oil products of all samples is stable: the content of complex acetylene hydrocarbons is ~ 70.0% of the total mass of oil products, the content of resins and paraffin-naphthenic group of hydrocarbons is 27.3%, the content of bitumens is 2.6%. In the neutralized soil, paraffin-naphthenic fractions, resins, bitumens and asphaltenes were mainly found; complex acetylene hydrocarbons are not present. *Conclusion.* It has been established that the contaminated soil belongs to the substances of the 3rd hazard class. Neutralized soil became less toxic and according to the total toxicity index, it was classified as hazard class 4 (low hazard). Neutralized soil can be used as construction and road materials, at the improvement of boreholes and at land reclamation.

Keywords: oil, contaminated soil, neutralized soil, humate-based energy storage substance, toxicity, radioactivity, hazard class.

References

1. Evdokimova G.A., Gershenkop A.Sh., Mozgova N.P., Myazin V.A., Fokina N.V. Soils and waste water purification from oil products using combined methods under the North conditions. *J. Environ. Sci.*, **2012**, 47, No. 12, 1733–1738, <https://doi.org/10.1080/10934529.2012.689188>
2. Badrul I. Petroleum sludge, its treatment and disposal: a review. *Int. J. Chem. Sci.*, **2015**, 13, No. 4, 1584–1602. <https://www.tsijournals.com/articles/petroleum-sludge-its-treatment-and-disposal-a-review.pdf> (accessed on 2 April 2021).
3. Krzhizh L., Reznik D. Technology of cleaning the geological environment from oil pollution. *Jekologija proizvodstva*, **2007**, No. 10, 54. (in Russ.). https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n7_44.pdf (accessed on 2 April 2021).
4. Nocentini M., Pinelli D., Fava F. Bioremediation of soil contaminated by hydrocarbon mixtures: the residual concentration problem. *Chemosphere*, **2000**, No. 41, 1115–1123, [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(00\)00057-6](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(00)00057-6)

5. Cerqueira V.S., Peralba M.C.R., Camargo F.A.O., Bento F.M. Comparison of bioremediation strategies for soil impacted with petrochemical oily sludge. *International Biodeterioration & Biodegradation*, **2014**, 95, 338–345, <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.08.015>

54. Zemnuhova L.A., Shkorina E.D., Filippova I.A. The study of the sorption properties of rice husk and buckwheat in relation to petroleum products. *Himija rastitel'nogo syr'ja*, **2005**, No. 2, 51–(in Russ.). <http://journal.asu.ru/cw/article/view/1659> (accessed on 2 April 2021).

8. Mokrousova M.A., Glushankova I.S. Remediation of drill cuttings and oil-contaminated soils using humic preparations. *Transport. Transportnye Sooruzhenija. Jekologija*, **2015**, No. 2, 57–72. (in Russ.). <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-nauchnykh-osnov-primeneniya-guminovykh-veshchestv-dlya-likvidatsii-posledstvii> (accessed on 2 April 2021).

9. Teas Ch., Kalligeros S., Zanicos F., Stournas S. Investigation of the effectiveness of absorbent materials in oil spill clean up. *Desalination*, **2001**, No. 140, 259–264. <http://www.desline.com/proceedings/140.shtml> (accessed on 2 April 2021).

10. Ivanov A.A., Judina N.V., Mal'ceva E. V., Matis E.Ja. Investigation of the biostimulating and detoxifying properties of humic acids of different origin under conditions of oil-contaminated soil. *Himija rastitel'nogo syr'ja*, **2007**, No. 1, 99–103. (in Russ.). <http://journal.asu.ru/cw/issue/view/6> (accessed on 2 April 2021).

11. Dzhusipbekov U.Zh., Nurgalieva G.O., Kuttumbetov M.A., Zhumasil E., Dujsenbaj D., Sulejmenova O.Ja. Pilot-industrial tests of the processing of oil-contaminated soil. *Chem. J. Kazakhstan*, **2015**, No. 3, 234–240. <http://www.chemjournal.kz/images/pdf/2019/01/2019-1-2.pdf> (accessed on 2 April 2021).

12. Patent RU 2486166. *Sposob obezvrezhivaniya neftezagrjaznennykh gruntov, sposob obezvrezhivaniya otrabotannykh burovnykh shlamov* [The method of disposal of oil-contaminated soils, the method of disposal of waste drill cuttings]. Kumi V.V., **2013**. <http://www.freepatent.ru/patents/2491266> (accessed on 2 April 2021).

13. Kozlova, E.N., Stepanov, A.L. & Lysak, L.V. The influence of bacterial-humus preparations on the biological activity of soils polluted with oil products and heavy metals. *Eurasian Soil Sc.*, **2015**, 48, 400–409. <https://doi.org/10.1134/S1064229315020052>.

Ғылыми жарияланымның этикасы

«Қазақстанның химиялық журналы» (бұдан әрі – Журнал) баспасының алқасы мен бас редакторы «Жариялану этикасы жөніндегі комитет – (Committee on Publication Ethics – COPE)» (<http://publicationethics.org/about>), «Еуропалық ғылыми редакторлардың қауымдастығы» (European Association of Science Editors – EASE) (<http://www.ease.org.uk>) және Ғылыми жарияланым этикасының комитетінде (<http://publicet.org/code/>) қабылданылған халықаралық талаптарды ұстанады.

Баспа қызметіндегі әдепке сай емес іс - әрекеттерді (плагиат, жалған ақпарат және т.б.) болдырмауға және ғылыми жарияланымдардың жоғары сапасын қамтамасыз ету үшін, қол жеткізген ғылыми нәтижелерді жұртшылыққа жариялау мақсатында редакция алқасы, авторлар, рецензенттер, сондай-ақ баспа үдерісіне қатысатын мекемелер этикалық нормалар мен ережелерді сақтауға міндетті және олардың бұзылмауына барлық шараларды пайдалануы тиіс. Осы үдеріске қатысушылардың барлығының ғылыми жарияланымдар этикасының ережелерін сақтауы, авторлардың зияткерлік меншік объектілеріне құқықтарын қамтамасыз етуге, жарияланымдар сапасын арттыруға және авторлық құқықпен қорғалған материалдарды жеке тұлғалардың мүддесі үшін пайдалану мүмкіндігін жоюға көмектеседі.

Редакцияға жіберілген барлық ғылыми мақалалар міндетті түрде екі жақты құпия сараптамаға жіберіледі. Журналдың редакциялық алқасы мақаланың журнал тақырыбына және талаптарына сәйкестігін анықтайды, журналға тіркеу үшін оны алдын ала саралауға журналдың жауапты хатшысына жібереді. Ол қолжазбаның ғылыми құндылығын анықтап, мақала тақырыбына жақын ғылыми мамандықтары бар екі тәуелсіз сарапшыны анықтайды. Мақалаларды редакциялық алқа және редакциялық алқа мүшелері, сондай-ақ басқа елдерден тақырылған рецензенттер сараптайды. Мақаланы сараптау үшін рецензенттерді таңдау туралы шешімді бас редактор қабылдайды. Сараптау мерзімі 2-4 апта және рецензент өтініші бойынша оны 2 аптаға ұзартуға болады.

Редакция мен рецензент қарауға жіберілген жарияланбаған материалдардың құпиялылығына кепілдік береді. Жариялау туралы шешім журналдың редакциялық алқасы тексергеннен кейін қабылданады. Қажет болған жағдайда (редактор(лар) және/немесе рецензент(лер) тарапынан ескертулердің болуы) қолжазба авторларға қосымша түзетулерге жіберіледі, содан кейін ол қайта қаралады. Этика нормалары бұзылған жағдайда, мақаланы жариялаудан бас тарту құқығын Редакция өзіне қалдырады. Жауапты редактор мақалада плагиат деп есептеуге жеткілікті ақпарат болған жағдайда оны жариялауға рұқсат бермейді.

Авторлар редакцияға жіберілген материалдардың жаңа, бұрын жарияланбаған және түпнұсқа екендігіне кепілдік береді. Авторлар ғылыми нәтижелердің сенімділігі мен маңыздылығына, сондай-ақ ғылыми этика қағидаттарының сақталуына, атап айтқанда, ғылыми этиканы бұзылмауына (ғылыми деректерді қолдан жасау, зерттеу деректерін бұрмалауға әкелетін бұрмалау, плагиат және жалған бірлескен авторлық, қайталау, басқа адамдардың нәтижелерін иемдену және т.б.) тікелей жауапты.

Мақаланы редакцияға беру авторлардың мақаланы (түпнұсқада немесе басқа тілдерге немесе тілден аудармада) басқа журналға(ларға) жібермегенін және бұл материалдың бұрын жарияланбағанын білдіреді. Олай болмаған жағдайда мақала

авторларға «Авторлық құқықты бұзғаны үшін мақаланы жарияламау» деген шешіммен қайтарылады. Басқа автордың туындысының 10 пайыздан астамын, оның авторлығын және дереккөзге сілтемелерді көрсетпей сөзбе-сөз көшіруге жол берілмейді. Алынған үзінділер немесе мәлімдемелер автор мен дереккөзді міндетті түрде көрсете отырып ресімделуі керек. Шамадан тыс өзге материалдарды пайдалану, сондай-ақ кез келген нысандағы плагиат, соның ішінде дәйексіз дәйексөздер, басқа адамдардың зерттеулерінің нәтижелерін иемдену этикаға жатпайды және қабылданбайды. Зерттеу барысына қатынасқан барлық тұлғалардың үлесін мойындау қажет және мақалада зерттеуді жүргізуде маңызды болған жұмыстарға сілтемелер берілуі керек. Бірлескен авторлар арасында зерттеуге қатыспаған адамдарды көрсетуге жол берілмейді.

Автор(лар) жұмыстарында қателіктер байқалса, бұл туралы дереу редакторға хабарлап, түзету туралы ұсыныс беруі тиіс.

Қолжазбаны басып шығарудан бас тарту туралы шешім рецензенттердің ұсыныстарын ескере отырып, редакция алқасының отырысында қабылданады. Редакциялық алқаның шешімімен жариялауға ұсынылмаған мақала қайта қарауға қабылданбайды. Жариялаудан бас тарту туралы хабарлама авторға электрондық пошта арқылы жіберіледі.

Журналдың редакциялық алқасы мақаланы жариялауға рұқсат беру туралы шешім қабылдағаннан кейін редакциялық алқа бұл туралы авторға хабарлайды және жариялау шарттарын көрсетеді. Мақалаға берілген пікірлердің түпнұсқасы Журнал редакциясында 3 жыл сақталынады.

Этика научных публикаций

Редакционная коллегия и главный редактор научного журнала «Химический журнал Казахстана» (далее – Журнал) придерживаются принятых международных стандартов «Комитета этики по публикациям» (Committee on Publication Ethics – COPE) (<http://publicationethics.org/about>), «Европейской ассоциации научных редакторов» (European Association of Science Editors – EASE) (<http://www.ease.org.uk>) и «Комитета по этике научных публикаций» (<http://publicet.org/code/>).

Во избежание недобросовестной практики в публикационной деятельности (плагиат, изложение недостоверных сведений и др.) и в целях обеспечения высокого качества научных публикаций, признания общественностью, полученных автором научных результатов, члены редакционного совета, авторы, рецензенты, а также учреждения, участвующие в издательском процессе, обязаны соблюдать этические стандарты, нормы и правила и принимать все меры для предотвращения их нарушений. Соблюдение правил этики научных публикаций всеми участниками этого процесса способствует обеспечению прав авторов на интеллектуальную собственность, повышению качества издания и исключению возможности неправомерного использования авторских материалов в интересах отдельных лиц.

Все научные статьи, поступившие в редакцию, подлежат обязательному двойному слепому рецензированию. Редакция Журнала устанавливает соответствие статьи профилю Журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на первое рассмотрение ответственному секретарю Журнала, который определяет научную ценность рукописи и назначает двух независимых рецензентов – специалистов, имеющих наиболее близкие к теме статьи научные специализации. Рецензирование статей осуществляется членами редакционного совета и редакционной коллегии, а также приглашенными рецензентами других стран. Решение о выборе того или иного рецензента для проведения экспертизы статьи принимает главный редактор. Срок рецензирования составляет 2-4 недели, но по просьбе рецензента он может быть продлен, но не более чем на 2 недели.

Редакция и рецензент гарантируют сохранение конфиденциальности неопубликованных материалов присланных на рассмотрение работ. Решение о публикации принимается редакционной коллегией Журнала после рецензирования. В случае необходимости (наличие замечаний редактора(-ов) и /или рецензента(-ов)) рукопись направляется авторам на доработку, после чего она повторно рецензируется. Редакция оставляет за собой право отклонить публикацию статьи в случае нарушения правил этики. Ответственный редактор не должен допускать к публикации информацию, если имеется достаточно оснований полагать, что она является плагиатом.

Авторы гарантируют, что представленные в редакцию материалы являются новыми, ранее неопубликованными и оригинальными. Авторы несут ответственность за достоверность и значимость научных результатов, а также соблюдение принципов научной этики, в частности, недопущение фактов нарушения научной этики (фабрикация научных данных, фальсификация, ведущая к искажению исследовательских данных, плагиат и ложное соавторство, дублирование, присвоение чужих результатов и др.)

Направление статьи в редакцию означает, что авторы не передавали статью (в оригинале или в переводе на другие языки или с других языков) в другой(-ие) журнал(ы) и что этот материал не был ранее опубликован. В противном случае статья немедленно возвращается авторам с формулировкой «Отклонить статью за нарушение авторских прав». Не допускается дословное копирование более 10 процентов работы другого автора без указания его авторства и ссылок на источник. Заимствованные фрагменты или утверждения должны быть оформлены с обязательным указанием автора и первоисточника. Чрезмерные заимствования, а также плагиат в любой форме, включая неоформленные цитаты, перефразирование или присвоение прав на результаты чужих исследований, неэтичны и неприемлемы. Необходимо признавать вклад всех лиц, так или иначе повлиявших на ход исследования, в частности, в статье должны быть представлены ссылки на работы, которые имели значение при проведении исследования. Среди соавторов недопустимо указывать лиц, не участвовавших в исследовании.

Если автором(-ами) обнаружена ошибка в работе, необходимо срочно уведомить редактора и вместе принять решение об исправлении.

Решение об отказе в публикации рукописи принимается на заседании редакционной коллегии с учетом рекомендаций рецензентов. Статья, не рекомендованная решением редакционной коллегии к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Сообщение об отказе в публикации направляется автору по электронной почте.

После принятия редколлекцией Журнала решения о допуске статьи к публикации редакция информирует об этом автора и указывает сроки публикации. Оригиналы рецензий хранятся в редакции Журнала в течение 3 лет.

Scientific Publication Ethics

The Editorial Board and Editor-in-Chief of the scientific journal the “Chemical Journal of Kazakhstan” (hereinafter referred to as the Journal) adhere to the accepted international standards of the “Committee on Publication Ethics” (Committee on Publication Ethics – COPE) (<http://publicationethics.org/about>), the “European Association of Science Editors” (European Association of Science Editors – EASE) (<http://www.ease.org.uk>) and the “Committee on Scientific Publication Ethics” (<http://publicet.org/code/>).

To avoid unfair practices in the publishing activities (plagiarism, false information, etc.) and in order to ensure the high quality of the scientific publications and public recognition of the scientific results, obtained by the author, the members of the Editorial Board, authors, reviewers, as well as institutions, involved in the publishing process, are obliged to comply with ethical standards, rules and regulations, and take all measures to prevent their violation. The compliance with the rules of the scientific publication ethics by all process participants contributes to ensuring the rights of authors to intellectual property, improving the quality of the publication and excluding the possibility of misuse of the copyrighted materials in the interests of the individuals.

All scientific articles submitted to the editors are subject to mandatory double-blind peer reviewing. The Editorial Board of the Journal determines the compliance of the article with the specificity of the Journal, the registration requirements and sends it for the first reviewing to the Executive Secretary of the Journal, who determines the scientific value of the manuscript and appoints two independent reviewers – the specialists with the scientific specializations closest to the topic of the article. The articles are reviewed by the members of the Editorial Board and the Editorial Staff, as well as the invited reviewers from the other countries. The decision to choose one or another reviewer for reviewing the article is made by the Editor-in-Chief. The reviewing period is 2-4 weeks, though at the request of the reviewer, it can be extended, but no more than for 2 weeks.

The editors and the reviewer guarantee the confidentiality of the unpublished materials submitted for reviewing. The decision to publish is made by the Editorial Board of the Journal after reviewing. If necessary (the presence of comments by the editor(s) and/or reviewer(s)) the manuscript is sent to the authors for revision, after which it is re-reviewed. The editors reserve the right to reject from the publication of the article in case of violation of the rules of ethics. The Executive Editor should not allow the information to be published if there is sufficient reason to believe that it is plagiarism.

The authors guarantee that the materials, submitted to the editors are new, previously unpublished and original. The authors are responsible for the reliability and significance of the scientific results, as well as compliance with the principles of scientific ethics, in particular, the prevention of violations of scientific ethics (fabrication of the scientific data, falsification leading to distortion of the research data, plagiarism and false co-authorship, duplication, appropriation of other people's results, etc.).

The submission of an article to the editor means that the authors did not submit the article (in the original or translated into or from the other languages) to the other Journal(s), and that this material was not previously published. Otherwise, the article is immediately returned to the authors with the wording “Reject the article for the copyright infringement.” The word-for-word copying of more than 10 percent of the work of another author is not allowed without indicating his authorship and references to the source. The borrowed fragments or statements should be drawn-up with the obligatory

indication of the author and source. Excessive borrowing, as well as plagiarism in any form, including inaccurate quotations, paraphrasing, or appropriation of the rights to the results of the other people's research, is unethical and unacceptable. It is necessary to recognize the contribution of all persons, who in one way or another influenced the course of the research, in particular, the article should provide links to the works, which were important in the research conduction. Among the co-authors, it is unacceptable to indicate persons, who did not participate in the research.

If the author(s) finds an error in the work, it is necessary to immediately notify the editor thereof, and together decide on the correction.

The decision to refuse from the publication of the manuscript is made at a Meeting of the Editorial Board, taking into account the recommendations of the reviewers. An article, which is not recommended by the decision of the Editorial Board for the publication, is not accepted for re-consideration. A notice of the refusal to publish is sent to the author by e-mail.

After the Editorial Board of the Journal makes a decision on the admission of the article for the publication, the Editorial Board informs the author thereof, and specifies the terms of the publication. The original reviews are kept in the Editorial Office of the Journal for 3 years.

Технический секретарь: *Ж.Б.Узакова*

Подписано в печать 12.06.2023г.
Формат 70x100 ¹/₁₆. 11.5 п.л. Бумага офсетная. Тираж 300.

Типография ИП «Тойходжаев Н.О.
г.Алматы, Алмалинский район, ул. Нурмакова, 26/195 кв. 49
e-mail: iparuna@yandex.ru