

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

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

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

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

ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ



SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

6 (432)

**ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2018 ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2018 г.
NOVEMBER – DECEMBER 2018**

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

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

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

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

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

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

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2018

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

Главный редактор
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

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

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2018

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

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

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

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

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

<https://doi.org/10.32014/2018.2518-1491.21>

Volume 6, Number 432 (2018), 16 – 22

UDC 574.635

**Johann Dueck¹, Roza Tatayeva², Aliya Baymanova³,
Zhumbike Bakeshova², Baurzhan Kapsalyamov²**

¹Friedrich-Alexander-University Erlangen-Nuremberg, Germany;

²Gumilev Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;

³Karaganda State Medical University, Karaganda, Kazakhstan

johanndueck@yandex.com, rktastana@bk.ru, Baymanova@kgmu.kz,
zhumka.73@mail.ru, 19575859@mail.ru

BIOLOGICAL TREATMENT OF WASTE WATER: THEORETICAL BACKGROUND AND EXPERIMENTAL RESEARCH

Abstract. Recent years have seen a rising interest in biofilters. This is due to the application of new materials for particles in the charge and small energy expenditures. Biological purification before other methods has a number of significant advantages. Microorganisms complete the decomposition of domestic sewage to neutral products (gas and water), while ensuring the circulation of substances in nature. Thus, biological purification, unlike other methods, does not extract and does not transfer contamination to other forms, which ensures practically no-waste production. At the same time, biological methods are less expensive, since, with the exception of capital investments, they almost do not require operating costs. All methods of biological purification are mainly divided into aerobic and anaerobic. In aerobic method, microorganisms use dissolved oxygen in waste water, while in anaerobic process, microorganisms do not have access to oxygen.

The further development of the bio-purification technology will be promoted by the elaboration of effective methods for simulating the processes in purifying plants.

In the present paper, a model for calculating the bio-purification in a continuous reactor supported by experiments on a laboratory facility is developed. Below, instead of empirical assumptions about the exponential dependence of the decrease in the substrate concentration on the distance from the inlet to a reactor with parameters having no clear physical meaning and determined from experiments, this law is calculated directly with the use of the kinetics and mass transfer.

Key words: biofilm, water purification, modeling, biofilter.

Introduction

Environmental biotechnology uses microorganisms to improve environmental quality. This improvement includes preventing the discharge of pollutants into environment and cleaning up the contaminated mediums.

Nowadays there are sorbents, both natural, and artificial, which allow to clear waters from variety of pollutants simultaneously, for example from ions of heavy metals and petroleum. Below we explore a modified sorbent based on the use of one of a sol – gel process [1].

One of them is the biological treatment. Microorganisms capable of water remediation occur in nature as suspended flocs and attached biofilms. Flocs are formed without a solid substratum, while biofilms adhere to a solid substratum, i.e. on the surface of minerals.

Biofilms, which are naturally immobilized cells, occur ubiquitously in nature and are increasingly important in processes used in pollution control, such as trickling filters, rotating biological contactors and anaerobic filters. On the surface of the granules, microorganisms form a film into which the water-dissolved contaminants diffuse to serve as substrates for microbial proliferation.

A mathematical modelling by a biofilm under steady state conditions is discussed. The nonlinear differential Equations in biofilm reaction is solved using the Adomian decomposition method [2].

Biofilters are used successfully in cleaning water from various pollutants [3-5].

In works [6-8] some modern methods of sewage treatment are presented. However, in these works, water purification is not related to the activity of living microorganisms, which is characteristic of biological water treatment technologies.

The analysis of traditional (nitrification-denitrification) and the latest biotechnology wastewater from inorganic nitrogen has been done. Current status of the present key technologies of nitrogen removal from wastewater has been formulated. The main advantages and disadvantages of these biotechnologies are described in [9].

Biofilm formation and adherence properties of bacterial strains commonly found in wastewater treatment systems were studied in pure and mixed cultures using a crystal microtiter plate assay. These results on attachment and biofilm formation can serve as a tool for the design of tailored systems for the cleaning of municipal and industrial wastewater [10].

The stable effective operation of the biofilter is determined by a number of factors both promoting reproduction of microorganisms (conditions of the biochemical reaction, transport intensity of impurities and metabolic products) and inhibiting this process (film erosion by water flow, filling of charge pores, inhibition of bio-reactions by products of their own vital activity).

The further development of the bio-purification technology will be promoted by the elaboration of effective methods for simulating the processes in purifying plants.

In the paper, a model for calculating the bio-purification in a continuous reactor supported by experiments on a laboratory facility is developed. This approach was proposed in describing the processes proceeding in the biofilm [11].

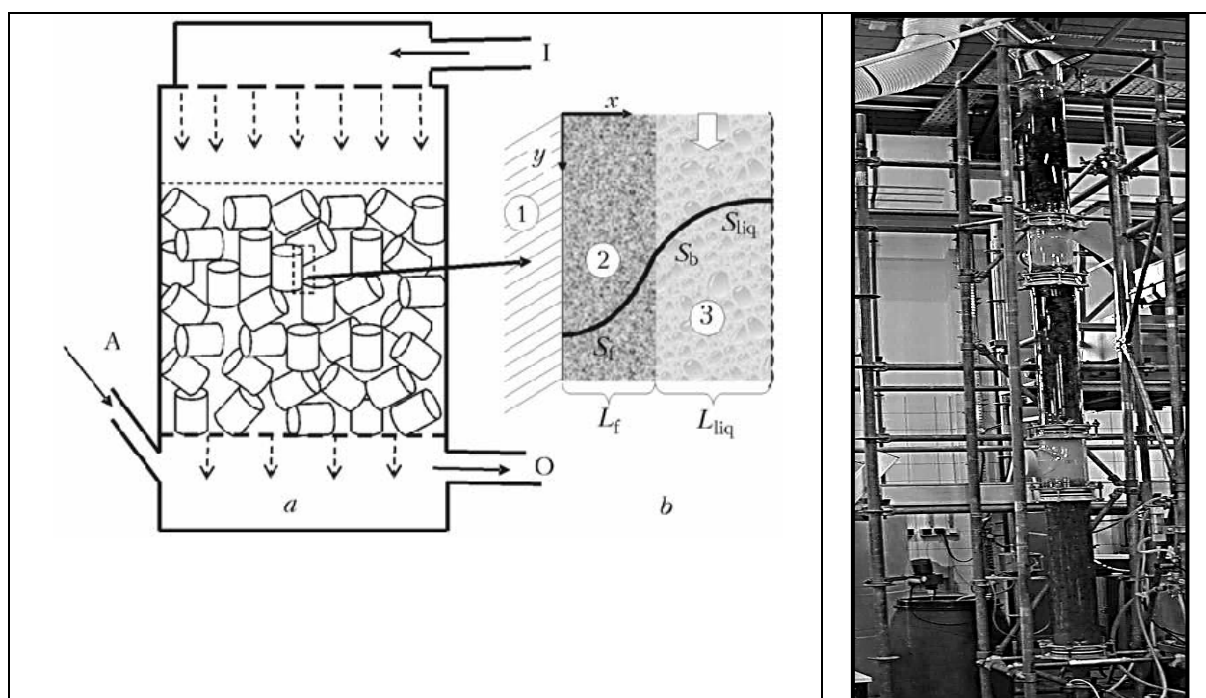


Figure 1 -Schematic representation of the water purification process:

a) biofilter: I, inflowing water; O, outflowing water; A, air inflow;

b) part near the ring surface: 1) ring; 2) biofilm of thickness L_f ; 3) water film of thickness L_{liq} . c) Laboratory-scale plant

Experimental facility

Below we describe measurements of the efficiency of purification of an artificially prepared water representing a low-concentration meat broth (the total inlet content of carbon in the aqueous solution was varied from 5 to 58 mg/l). Experiments were performed on a drop biofilter representing a vertical pipe

(Fig.1) with a working section length equal to 268 cm. The diameter of the pipe was 15 cm. The charge grains represented Raschig rings of height 1.67 mm, inner diameter 1.23 cm, and outer diameter 1.47 cm. Water was supplied to the reactor through a sprinkler in the form of a downflow of drops equidistributed over the reactor cross-section, and the trickling filtrate was removed upon reaching the bottom hole. Microorganisms on the particle surface represented mixed cultures.

Samples of water were taken at both the reactor inlet and outlet and also at two other points at a distance of 78 and 173 cm from the inlet.

The following indices were measured:

1. Total organic carbon. Hard balls of the biofilm carried out by the flow were filtered off from the samples, and the water was investigated for the total organic carbon with the use of a TOC-analyzer of the Groeger&Obst company (Germany).

2. Specific mass of the biofilm. At the same sampling points as for the analysis of water, ten rings were taken out. The weight difference of rings covered with the biofilm and without it gives the mass of the biofilm. Knowing the surface of the rings and measuring the biofilm density, we determined its total volume. On the assumption of a uniform distribution of the biofilm over the surface of the rings its average thickness was calculated.

MODEL OF WATER PURIFICATION IN THE BIOFILTER

Water running down in the biofilter flows over the biofilm surface on particles (Fig. 1a). The flow rate of water is selected so that it flows around the porous charge grains in the form of film and there is enough air between grains to provide aerobic microorganisms with oxygen.

1. Through the biofilm-water layer interface transport of the substrate into the biofilm occurs, so that in the direction of the flow (y) the substrate concentration in the water decreases:

$$Q_2 \frac{dS_1(y)}{dy} = -\beta_w (S_1(y) - S_b(y)), \quad (1)$$

where the value of the substrate concentration on the biofilm surface S_b is not known in advance.

2. The distribution of the substrate concentration in the biofilm is described by the equation

$$D_f \frac{\partial^2 S_f}{\partial x^2} = q \frac{S_f}{K + S_f} X_f \quad (2)$$

with the boundary conditions:

$$\frac{\partial S_f}{\partial x} = 0 \text{ at } x = 0, \text{ and } \beta_w (S_1 - S_f(L_f)) = D_f \frac{\partial S_f}{\partial x} \text{ at } x = L_f, S_1(L_f(y)) = S_b(y). \quad (3)$$

The biomass production rate is equal to the death rate of microorganisms taken, as in proportional to the squared concentration of the active biomass:

$$Yq \frac{S_f}{K + S_f} X_f = bX_f^2 \quad (4)$$

Equations (2) and (4) lead jointly to the relation

$$D_f \frac{d^2 S_f}{dx^2} = \frac{q^2 Y}{b} \left(\frac{S_f}{K + S_f} \right)^2 \quad (5)$$

3. The biofilm thickness is determined by the equality of the production rate of biomass across the whole width and the rate of its ablation:

$$\frac{Yq}{\rho} \int_0^{L_f} \frac{S_f}{K + S_f} X_f dx = rL_f \quad (6)$$

In view of (4)–(6) the biofilm thickness is defined as

$$L_f = \frac{Y}{r_p} \beta_w (S_1 - S_b), \quad (7)$$

A major quantity found from the calculation is the quantity of substrate taken up from the water by the film.

Finding the diffusion flow of the substrate into the film $J = D_f \left. \frac{dS_f}{dx} \right|_{z=L_f}$ from Eq. (5) at the boundary

conditions (3) and equating it to the substrate flow from the water into the film $J = \beta_w (S_1(y) - S_b)$, we obtain equations for finding S_b .

Analysis of problem (3), (5) shows [12], that two reaction regimes can be distinguished: 1) in a relatively thick film, substrate consumption occurs not across its whole width, but only in the water-contacting layer (diffusion regime, unsaturated biofilm); 2) a relatively thin film is saturated with substrate due to the diffusion and its consumption occurs across its whole width at an approximately equal rate (kinetic regime, saturated biofilm).

For calculations, the following diffusion kinetic parameters were taken: $D_{liq} = 0.8 \text{ cm}^2/\text{day}$, $D_f = 0.64 \text{ cm}^2/\text{day}$, $K = 0.01 \text{ mg/day}$, $q = 8 \text{ days}^{-1}$, $Y = 0.5$, $b = 0.5 \text{ cm}^3/(\text{day}/\text{mg})$, $R_{col} = 7.5 \text{ cm}$, $R = 0.6775 \text{ cm}$, $H = 1.67 \text{ cm}$, $\varepsilon = 0.704$.

COMPARISON OF CALCULATIONS AND MEASUREMENTS

Calculations were performed with varying rate of substrate flow through the reactor Q and substrate concentration $S_{liq}(0)$ in water at the reactor inlet (column at $y = 0$). Measurements were made at the Q values given in the Table 1.

Table 1 - Various variants of the flow velocity measurements

Variant number	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q , cm/min	3.28	4.47	5.26	5.32	5.82	5.89	6.56	10.63	11.32

The change in $S_{liq}(y)$ along the working channel of the biofilter was measured.

Figure 2 presents the results of the calculations (curves) and the experimental values (dots) for all variants of the values of substrate flow rates given in table 1. In all cases, there is a fairly good agreement between the experimental and calculated data.

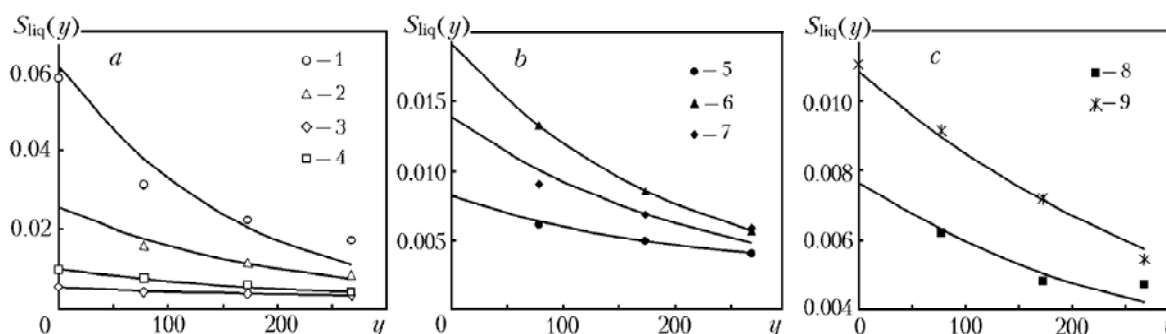


Figure 2 - Substrate concentration in the liquid $S_{liq}(y)$ versus the distance y down the bioreactor column (curves show calculations, dots — experiments): a) relatively low flow rates of the substrate solution; b) moderate flow rate of the substrate; c) relatively high flow rates of the substrate solution.

The curve number corresponds to the variant number in the table.

Both the experiment and the numerical calculation show that for high flow rates Q the efficiency of water purification, i.e., the ratio between the carbon concentrations at the reactor outlet and inlet,

decreases. This is likely to be due to the reduction of the residence time of the substrate solution in the reactor in spite of some increase in the mass transfer intensity.

The calculations provide an additional possibility of judging the behavior of other, not measured, variables defining the process of water purification such as the substrate flow into the biofilm and the biofilm thickness in each section of the biofilter.

However, comparison between measured and calculated thicknesses of the biofilm (Fig. 3) does not always give a satisfactory result for several reasons, including the following ones:

1. Modeling of the biofilm as a smooth layer characterized by the thickness alone is obviously insufficient. Models describing two-dimensional films are rather complicated and are under development [13].

2. Measurements were taken after about a week upon variation of the feed rate of the substrate solution or its concentration. During this time, probably, the microflora concentration and, accordingly, the substrate flow in the film manage to adjust themselves to the new conditions, and the corresponding change in the biofilm thickness strongly depends on the erosion intensity and requires much more time.

3. Measurements of the thickness of the biofilm through measurements of the mass or its volume may not be accurate enough, since they do not take into account the non-uniformity of the film distribution over the surface of grains.

It is important to know the film thickness, because this characteristic correlates with the substrate flow into the film. Figure 3 shows the curves reflecting the change in the biofilm thickness along the working channel of the biofilter. It is seen that the biofilm thickness decreases with decreasing concentration of the substrate in the liquid flow.

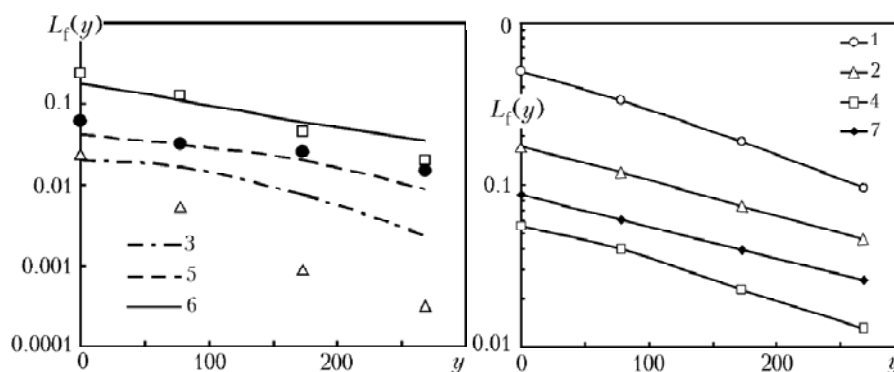


Figure 3 - Comparison of some of the calculated and measured thicknesses of the biofilm L_f in various sections along the reactor y and under various flow conditions: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) variant number. y , L_f , cm

The decrease in L_f with y happens due to the decrease in the substrate concentration in water. On the other hand, a decrease in L_f leads to a decrease in the working volume of the biofilm, which in turn decreases the intensity of water purification.

Conclusions

The developed theoretical model of water bio-purification in the biofilter agrees well with the experimental data obtained on a laboratory bio-column. The agreement between calculations and measurements of the decrease in the substrate concentration down the column is much better than the corresponding comparison for the film thickness.

REFERENCES

- [1] Privalova N.M., Dvadenko M.V., Nekrasova A.A., Privalov D.M. (2017) Perfection of clearing of waters from petroleum technology. Polytematic network electronic scientific magazine of kuban state agrarian university №127. P. 380-389. <https://cyberleninka.ru/article/v/sovershenstvovanie-tehnologii-ochistki-vod-ot-nefteproduktov-1>
- [2] Subramanian Muthukaruppan, Alagu Eswari, Lakshmanan Rajendran (2013) *Mathematical modelling of a biofilm: The Adomian decomposition method*. Natural Science, Vol.5 No.4, April 19. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17070991>

- [3] C.Cortes-Lorenzo, M.L.Molina-Munoz, B.Comez-Villalbat, R.Vilhez, A. Ramost, B.Rodelas, E.Hontoria, J.Gonzales-Lopez. (2006). Analysis of community composition of biofilms in a submerged filter system for the removal of ammonia and phenol from industrial wastewater, *Biochem. Soc. Trans.*, 34, 165. www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16417512
- [4] J.Chung, B.E. Rittmann. (2007). Bio-reductive dechlorination of 1,1,1-trichloroethane and chloroform using a hydrogen-based membrane biofilm reactor, *Biotechnol./Bioeng.*, 97, 52. onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bit.21212/abstract
- [5] Qi Lang, Shumei Ren, Peiling Yang, Zejun Tang, Lu Lu, Yunkai Li, Huiping Zhou, Nuan Sun, Wen Qi. (2016) Effect of Aquatic Plants Combined with Compound Microorganism Preparations Control on Eutrophication in Reclaimed Water. *Oxidation communications*. 3 (1) .2447 scibulcom.net/ocr.php?gd=2016&bk=3
- [6] Harlamova T.A., Kolesnikov A.V., Sarbaeva M.T., Bayeshov A.B., Sarbaeva G.T.(2013) Advanced electrochemical methods of waste water treatment. The bulletin of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.№5. P. 33-44. <http://www.bulletin-science.kz/index.php/en/arhive>. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1467>
- [7] Turebekova G. Z., Dosbayeva A.M., Sihynbaeva Zh.S., Sataeva L.M., Orazymbetova A.O. (2014) Application of new surfactants to improve sewage chemical production. The bulletin of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.№4.P. 28-31. <http://www.bulletin-science.kz/index.php/en/arhive>. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1467>
- [8] Zhumamurat M.S., Ahmetova A.B.(2017) Selection of natural sorbents for wastewater treatment. NEWS of the academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology №1 (421). P.59-66. <http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1491>
- [9] O.M. Shved, R.O. Petrunina, O. J. Karpenko, V.P. Novikov (2014): Modern technologies nitrogen extraction from sewage water // *Biotechnologia ACTA*, V. 7, №5.http://biotechnology.kiev.ua/index.php?option=com_content&view=category&id=129&Itemid=150&lang=ru
- [10] Sofia Andersson: Characterization of Bacterial Biofilms for Wastewater Treatment. School of Biotechnology, Royal Institute of Technology (KTH), Sweden. <http://www.diva-portal.org/smash/get/>
- [11] J. Dueck, S. Pylnik. (2008). Rate of the biochemical Reaction in a Biofilm in Contact with a Flowing Liquid. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, Vol. 5, 536 <https://www.sparrho.com/rate-of-the-biochemical-reaction>
- [12] J.Dueck, S.V. Pylnik, A.V.Gorin. (2009) On the mass transfer in a sprinkled biofilter. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 6(82), 86. <https://www.deepdyve.com/on-the-mass-transfer-in-a-sprinkled-biofilter>
- [13] M.C.Van Loosdrecht, J.J.Heinen, H.Eberl, J.Kref, C.Picioreanu. (2002). Mathematical modeling of biofilm structures, 81, 245 https://www.researchgate.net/11020038_Mathematical_modeling_of_biofilm_structures

UDC 574.635

Johann Dueck¹, Роза Татаева, Алия Байманова, Жұмабике Бакешова, Бауыржан Капсаламов¹Фридрих-Александр-Университеті, Эрланген-Нюрнберг, Германия;²Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Kazakhstan;³Қарағанды мемлекеттік медицина университеті, Қарағанды, Қазақстан**АҚАБА СУЛАРДЫ БИОЛОГИЯЛЫҚ ӨНДЕУ:
ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ ЖӘНЕ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕР.**

Аннотация. Бұл жұмыста ағынды реакторда биологиялық тазартуды есептеу үшін теориялық модель ұсынылған. Модель су ағынындағы контаминанттардың көмірсутектері субстрат ретінде қызмет атқаратын, биопленканың түзілуін есепке алуға негізделген. Есептеулер тазарту процесі кезінде биопленканың өсуін қамтамасыз ететін, Рашиг сақиналарымен толтырылған зертханалық түтіккі реакторда жүргізілген эксперименттермен жасалды.

Ағынмен шығарылған, биопленканың қатты бөлшектері үлгілерден сүзілді, және су сынама алуға арналған төрт нүктеден алынып, Groeger & Obst (Германия) фирмасының ТОС-анализаторын қолданып, жалпы органикалық көміртегінің құрамына зерттелді.

Биопленканың меншікті салмағы анықталды. Дәл сол су сынамасы алынатын нүктелерден он сақина қайтып алынды. Биопленкамен жабылған сақиналардың салмағының айырмашылығы, биопленканың салмағын береді. Сақинаның бетін біліп және биопленканың тығыздығын өлшей отырып, біз оның жалпы көлемін анықтадық. Сақиналардың бетінде биопленканың біркелкі екендігін ескеріп, оның орташа қалыңдығы есептелді.

Биофильтраттағы суды биологиялық тазартудың теориялық моделі зертханалық биоколоннада алынған эксперименттік деректермен жақсы үйлеседі. Пленка қалыңдығымен салыстырғанда, колонна бойындағы субстрат концентрациясының азаюының өлшемдері мен есептеулері арасындағы сәйкестік әлдеқайда көп.

Түйін сөздер: биопленка, суды тазарту, модель, биофильтр.

UDC 574.635

Johann Duesck¹, Роза Татаева, Алия Байманова, Жумабике Бакешова, Бауыржан Капсаламов

¹Фридрих-Александр-Университет, Эрланген-Нюрнберг, Германия;

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

³Карагандинский государственный медицинский университет, Караганда, Казахстан

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТОЧНЫХ ВОД: ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Аннотация. В данной работе предложена теоретическая модель для расчета биоочистки в проточном реакторе. Модель основывается на расчёте образования биопленки, субстратом для которой служат углеводороды контаминантов в потоке воды. Расчёты сопровождались экспериментами на лабораторном трубчатом реакторе, заполненном кольцами Рашига, на которых в процессе очистки нарастала биоплёнка.

Твердые частички биопленки, вынесенные потоком, отфильтровывались из образцов, и вода в четырёх точках отбора проб исследовалась на содержание общего органического углерода с использованием ТОС-анализатора фирмы Groeger & Obst (Германия).

Определялась удельная масса биопленки. В тех же точках отбора проб, что и для анализа воды, изымалось по десять колец. Разница в весе колец, покрытых биопленкой и без нее дает массу биопленки. Зная поверхность колец и измеряя плотность биопленки, мы определили ее общий объем. В предположении равномерного распределения биопленки на поверхности колец была рассчитана её средняя толщина.

Разработанная теоретическая модель биоочистки воды в биофильтре хорошо согласуется с экспериментальными данными, полученными на лабораторной биоколонне. Согласие между расчетами и измерениями падения концентрации субстрата вдоль колонны намного лучше, чем при соответствующем сравнении толщины пленки.

Ключевые слова: биопленка, очистка воды, модель, биофильтр.

МАЗМҰНЫ

<i>Тунгатарова С.А., Ксандопуло Г., Кауменова Г.Н., Жумабек М., Байжуманова Т.С., Григорьева В.П., Комашко Л.В., Бегимова Г.У.</i> Метанды синтез газға каталитикалық риформингілеуде жану әдісімен композитті материалдарды жасау...6	
<i>Johann Dieck, Tатаева Р., Байманова А., Бакешова Ж., Капсалямов Б.</i> Ақаба суларды биологиялық өңдеу: теориялық негіздері және эксперименттік зерттеулер.....	16
<i>Орымбетова Г.Э., Conficoni D., Касымова М.К., Кобжасарова З.И., Орымбетов Э.М., Шамбулова Г.Д.</i> Сүт және сүт өнімдерінде қорғасын тәуекелін бағалау.....	22
<i>Талғатов Э.Т., Әуезханова А.С., Тумабаев Н.Ж., Ахметова С.Н., Сейтқалиева Қ.С., Бегмат Е.Ә., Жармағамбетова Ә.Қ.</i> Фенилацетиленді гидрлеуге арналған магнитті тасымалдағышқа отырғызылған полимер-палладий катализаторлары	28
<i>Ермағамбет Б.Т., Ремнев Г.Е., Мартемьянов С.М., Бухаркин А.А., Касенова Ж.М., Нурғалиев Н.У.</i> Майқұбы және Экібастұз көмір бассейндерінің диэлектрикалық қасиеттері.....	37
<i>Бейсенбаев А.Р., Жабаева А.Н., Сунцова Л.П., Душкин А.В., Адекенов С.М.</i> Оксима пиностробинның супрамолекулярлық кешенін синтездеу мен зерттеу.....	46
<i>Jadhav A. S., Mohanraj G. T., Mayadevi S., Gokarn A. N.</i> Йодты адсорбцияның саны бойынша катеху атты жаңғақтың қабығынан алынатын нано-беттік белсендірілген көмірдің көлемін анықтаудың жылдам әдісі.....	53
<i>Нүркенов О.А., Фазылов С.Д., Исаева А.Ж., Сейлханов Т.М., Животова Т.С., Шұлғау З.Т., Қожина Ж.М.</i> Функционалдық-орынбасылған изоникотин қышқылының гидразондары мен циклодекстриндердің комплекстік кешендері жән.....	57
<i>Ермағамбет Б.Т., Нурғалиев Н.У., Абылғазина Л.Д., Маслов Н.А., Касенова Ж.М., Касенов Б.К.</i> Көмір шлак қалдықтарының өнімдерінен бағалы компоненттер алудың әдістері.....	67
<i>Шоманова Ж.К., Сафаров Р.З., Жумаканова А.С., Носенко Ю.Г., Жанибекова А.Т., Шапекова Н.Л., Лорант Д.</i> Феррокорытпаны өңдеу қалдықтары негізінде алынған катализаторлар бетін электрондық микроскопия әдісімен зерттеу.....	79
<i>Баешов А., Гаишов Т.Э., Баешова А.К., Колесников А.В.</i> Мыс (II) иондарын үш валентті титан иондарымен цементациялау арқылы нано – және ультрадисперсті мыс ұнтақтарын алу.....	87
<i>Баешов А.Б., Мырзабеков Б.Э., Колесников А.В.</i> Құрамында титан (IV) иондары бар күкірт қышқылы ерітіндісінде мыс анодын қолдану кезінде электролит көлемінде дисперсті мыс ұнтақтарының түзілу заңдылықтары.....	96
<i>Чиркун Д. И., Левданский А.Э., Голубев В.Г., Сарсенбекулы Д., Кумисбеков С.А.</i> Өнеркәсіптік барабанды диірмендер жұмысын сарапталау және оларды жетілдіру жолдары.....	102
<i>Бродский А.Р., Григорьева В.П., Комашко Л.В., Нурмаканов Е.Е., Чанышева И.С., Шаповалов А.А., Шлыгина И.А., Яскевич В.И.</i> Молекула зонды бар Fe/γ-Al ₂ O ₃ катализдік жүйенің өзара әрекеттестігі I. γ-Al ₂ O ₃ және Fe/γ-Al ₂ O ₃ бастапқы жүйенің зерттелуі.....	109
<i>Бродский А.Р., Григорьева В.П., Комашко Л.В., Нурмаканов Е.Е., Чанышева И.С., Шаповалов А.А., Шлыгина И.А., Яскевич В.И.</i> Взаимодействие каталитической системы Fe/γ-Al ₂ O ₃ с молекулами-зондами II. Исследование носителя γ-Al ₂ O ₃ и системы Fe/γ-Al ₂ O ₃ после взаимодействия с водородом и аммиаком.....	120
<i>Доспаев М. М., Баешов А., Жумаканова А.С., Доспаев Д.М., Сыздықова Б.Б., Какенов К.С., Есенбаева Г.А.</i> Калий метасиликаты ертіндісінде мыс анодын поляризациялау кезіндегі нанодисперсті мыс силикаты ұнтағының түзілу механизм.....	130
<i>Надилов К.С., Черкаев Г.В., Чихонадских Е.А., Маккаевеева Н.А., Садырбаева А.С., Орымбетова Г.Э.</i> Екі отынды ііж кемелердің пайдаланылған газдарымен зиянды заттардың шығарылуының қоршаған ортаға және тұрғындар денсаулығына әсерін талдау	138
<i>Хусаин Б.Х., Винникова К.К., Сасс А.С., Рахметова К.С., Кензин Н.Р.</i> Бейтараптандыру процестегі пайдаланылған газдар шығудың аэродинамикалық модельдеу.....	150
<i>Утегенова Л.А., Нурлыбекова А.К., Хажиакбер Аиса, Жеңіс Ж.</i> Ақшыл сепкіл гүлөсімдігінің майда еритін құрамын зерттеу.....	156

СОДЕРЖАНИЕ

Тунгатарова С.А., Ксандопуло Г., Кауменова Г.Н., Жумабек М., Байжуманова Т.С., Григорьева В.П., Комашко Л.В., Бегимова Г.У. Разработка композитных материалов методом горения для каталитического риформинга метана в синтез-газ.....	6
Johann Duesck, Tатаева Р., Байманова А., Бакешова Ж., Капсалямов Б. Биологическая обработка сточных вод: теоретическая основа и экспериментальные исследования.....	16
Орымбетова Г.Э., Conficoni D., Касымова М.К., Кобжасарова З.И., Орымбетов Э.М., Шамбулова Г.Д. Оценка риска свинца в молоке и молочной продукции	22
Талгатов Э.Т., Ауезханова А.С., Тумабаев Н.Ж., Ахметова С.Н., Сейткалиева К.С., Бегмат Е.А., Жармагамбетова А.К. Полимер-палладиевые катализаторы на магнитном носителе для гидрирования фенилацетилена.....	28
Ермагамбет Б.Т., Ремнев Г.Е., Мартемьянов С.М., Бухаркин А.А., Касенова Ж.М., Нурғалиев Н.У. Диэлектрические свойства углей Майкубенского и Экибастузского бассейнов.....	37
Бейсенбаев А.Р., Жабаяева А.Н., Сунцова Л.П., Душкин А.В., Адекенов С.М. Синтез и изучение супрамолекулярного комплекса оксима пиностробина.....	46
Jadhav A. S., Mohanraj G. T., Mayadevi S., Gokarn A. N. Быстрый метод определения площади нано-поверхности активированного угля полученного из оболочки ореха катеху по числу адсорбции йода.....	53
Нуркенов О.А., Фазылов С.Д., Исаева А.Ж., Сейлханов Т.М., Животова Т.С., Шульгау З.Т., Кожина Ж.М. Комплексы включения функционально-замещенных гидразонов изоникотиновой кислоты с циклодекстринами и их антирадикальная активность.....	57
Ермагамбет Б.Т., Нурғалиев Н.У., Абылгазина Л.Д., Маслов Н.А., Касенова Ж.М., Касенов Б.К. Методы извлечения ценных компонентов из золошлаковых отходов углей.....	67
Шоманова Ж.К., Сафаров Р.З., Жумаканова А.С., Носенко Ю.Г., Жанибекова А.Т., Шапекова Н.Л., Лорант Д. Исследование методом электронной микроскопии поверхности катализаторов, полученных на основе отходов ферросплавного производства.....	79
Баешов А., Гаитов Т.Э., Баешова А.К., Колесников А.В. Получение нано- и ультрадисперсных порошков меди цементацией ионов меди (II) ионами трехвалентного титана	87
Баешов А.Б., Мырзабеков Б.Е., Колесников А.В. Закономерности образования дисперсных медных порошков в объеме электролита при использовании медного анода в растворе серной кислоты, содержащей ионы титана (IV)	96
Чиркун Д. И., Левданский А. Э., Голубев В.Г., Сарсенбекулы Д., Кумисбеков С.А. Анализ работы барабанных промышленных мельниц и пути их усовершенствования	102
Бродский А.Р., Григорьева В.П., Комашко Л.В., Нурмаканов Е.Е., Чанышева И.С., Шаповалов А.А., Шлыгина И.А., Яскевич В.И. Взаимодействие каталитической системы Fe/γ-Al ₂ O ₃ с молекулами-зондами I. Исследование γ-Al ₂ O ₃ и исходной системы Fe/γ-Al ₂ O ₃	109
Бродский А.Р., Григорьева В.П., Комашко Л.В., Нурмаканов Е.Е., Чанышева И.С., Шаповалов А.А., Шлыгина И.А., Яскевич В.И. Взаимодействие каталитической системы Fe/γ-Al ₂ O ₃ с молекулами-зондами II. Исследование носителя γ-Al ₂ O ₃ и системы Fe/γ-Al ₂ O ₃ после взаимодействия с водородом и аммиаком	120
Доспаев М. М., Баешов А., Жумаканова А.С., Доспаев Д.М., Сыздыкова Б.Б., Какенов К.С., Есенбаева Г.А. Механизм образования нанодисперсного порошка силиката меди в растворе метасиликата калия	130
Надилов К.С., Черкаев Г.В., Чихонадских Е.А., Маккаевеева Н.А., Садырбаева А.С., Орымбетова Г.Э. Анализ влияния выбросов вредных веществ с отработавшими газами судовых двухтопливных двс на окружающую среду и здоровье населения.....	138
Хусаин Б.Х., Винникова К.К., Сасс А.С., Рахметова К.С., Кензин Н.Р. Аэродинамическое моделирование прохождения выбросов в процессе нейтрализации.....	150
Утегенова Л.А., Нурлыбекова А.К., Хажиакбер Аиса, Жеңіс Ж. Исследование жирорастворимого состава рябчика Бледноцветного.....	156

CONTENTS

<i>Tungatarova S.A., Xanthopoulou G., Kaumenova G.N., Zhumabek M., Baizhumanova T.S., Grigorieva V.P., Komashko L.V., Begimova G.U.</i> Development of composite materials by combustion synthesis method for catalytic reforming of methane to synthesis gas.....	6
<i>Dueck Johann, Tatayeva R., Baymanova A., Bakeshova Zh., Kapsalyamov B.</i> Biological treatment of waste water: theoretical background and experimental research.....	16
<i>Orymbetova G.E., Conficoni D., Kassymova M.K., Kobzhasarova Z.I., Orymbetov E.M., Shambulova G.D.</i> Risk assessment of lead in milk and dairy products	22
<i>Talgatov. E.T., Auyezkhanova A.S., Tumabayev N.Z., Akhmetova S.N., Seitkaliyeva K.S., Begmat Y.A., Zharmagambetova A.K.</i> Polymer-palladium catalysts on magnetic support for hydrogenation of phenylacetylene.....	28
<i>Ermagambet B.T., Remnev G.E., Martemyanov S.M., Bukharkin A.A., Kasenova Zh.M., Nurgaliyev N.U.</i> Dielectric properties of the coals of Maykuben and Ekibastuz basins.....	37
<i>Beisenbayev A.R., Zhabayeva A.N., Suntsova L.P., Dushkin A.V., Adekenov S.M.</i> Synthesis and study of pinostrobin oxime supramolecular complexes.....	46
<i>Jadhav A. S., Mohanraj G. T., Mayadevi S., Gokarn A. N.</i> Rapid method for determination of nano surface area of arecanut shell derived activated carbon by iodine adsorption number.....	53
<i>Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Issayeva A.Zh., Seilkhanov T.M., Zhivotova T.S., Shulgau Z.T., Kozhina Zh.M.</i> Complexes of inclusion of functionally-substituted hydrasons of isonicotic acid with cyclodextrines and their antiradical activity.....	57
<i>Yermagambet B.T., Nurgaliyev N.U., Abylgazina L.D., Maslov N.A., Kasenova Zh.M., Kasenov B.K.</i> Methods for extraction of valuable components from ash-and-slag coal wastes.....	67
<i>Shomanova Zh.K., Safarov R.Z., Zhumakanova A.S., Nosenko Yu.G., Zhanibekova A.T., Shapekova N.L., Lorant D.</i> Electron microscopy surface study of catalysts based on ferroalloy production waste.....	79
<i>Bayeshov A., Gaipov T.E., Bayeshova A.K., Kolesnikov A.V.</i> Synthesis of nano- and ultradisperse copper powders by cementation of copper (II) ions by three-valent titanium ions.....	87
<i>Bayeshov A.B., Myrzabekov B.E., Kolesnikov A.V.</i> Patterns of formation of dispersed copper powders in the body of electrolyte during the use of copper anode in sulfuric acid solution along with titanium (IV) ions.....	96
<i>Chyrkun D.I., Leudanski A.E., Golubev V.G., Sarsenbekuly D., Kumisbekov S.A.</i> Analysis of industrial drum mills' operation and ways of their improvement.....	102
<i>Brodskiy A.R., Grigor'eva V.P., Komashko L.V., Nurmakanov Y.Y., Chanysheva I.S., Shapovalov A.A., Shlygina I.A., Yaskevich V.I.</i> Interaction of the Fe/ γ -Al ₂ O ₃ catalytic system with probe molecules I. Research of the γ -Al ₂ O ₃ and the Fe/ γ -Al ₂ O ₃ initial system	109
<i>Brodskiy A.R., Grigor'eva V.P., Komashko L.V., Nurmakanov Y.Y., Chanysheva I.S., Shapovalov A.A., Shlygina I.A., Yaskevich V.I.</i> Interaction of the catalytic Fe/ γ -Al ₂ O ₃ system with probe molecules II. Study OF γ -Al ₂ O ₃ support and Fe/ γ -Al ₂ O ₃ system after interaction with hydrogen and ammonia.....	120
<i>Dospaev M.M., Bayeshov A., Zhumakanova A.S., Dospaev D.M., Syzdykova B.B., Kakenov K.S., Esenbaeva G.A.</i> Mechanism of forming nanodisperse copper silicate powder during anodic polzrization of copper electrode in potassium silicate solution.	130
<i>Nadirov K.S., Cherkaev G.V., Chikhonadskikh E.A., Makkaveeva N.A., Sadyrbaeva A.S., Orymbetova G.E.</i> Analysis of influence of emissions of harmful substances with exhaust gases of marine dual fuel internal combustion engine on the environment and human health.....	138
<i>Khusain B.Kh., Vinnikova K.K., Sass A.S., Rakhmetova K.S., Kenzin N.R.</i> Aerodynamic modeling of emissions passage in the neutralization process.....	150
<i>Utegenova L.A., Nurlybekova A.K., Hajiakber Aisa, Jenis J.</i> Liposoluble constituents of <i>Fritillaria pallidiflora</i>	156

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации
в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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

Подписано в печать 05.12.2018.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
9,8 п.л. Тираж 300. Заказ 6.