

Материалы

международной научной конференции
«Энерго-ресурсоэффективность в интересах
устойчивого развития»

Proceedings

of the International Conference
«Sustainable and Efficient Use of Energy, Water and
Natural Resources»



sewan

2018

Томск, 12–16 ноября 2018
Tomsk, November 12–16, 2018

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный архитектурно-строительный университет
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН
Институт химии нефти СО РАН
Иркутский национальный исследовательский технический университет
Администрация Томской области
АНО «Томский центр ресурсосбережения и энергоэффективности»

ЭНЕРГО-РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Сборник научных трудов
международной научной конференции
«Энерго-ресурсоэффективность
в интересах устойчивого развития»

12–16 ноября 2018 г.

Издательство
Томского политехнического университета
2018

УДК 658,18+620.91.004(063)

ББК 31.19+65.28л0

Э653

Э653

Энерго-ресурсоэффективность в интересах устойчивого развития: сборник научных трудов международной научной конференции «Энерго-ресурсоэффективность в интересах устойчивого развития» Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 417 с.

Сборник посвящён актуальным вопросам энерго-ресурсоэффективности в регионах России и в мире. В сборнике представлены тезисы докладов по следующие научные направления: энергосбережение и повышение энергетической эффективности, чистые технологии, рациональное природопользование, экология и управление природопользованием, «зеленая химия», устойчивое развитие регионов.

УДК 658,18+620.91.004(063)

ББК 31.19+65.28л0

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Energy and Process Integration Research: Implementation and Development Trends

Jiří Jaromír Klemeš, Petar Sabev Varbanov

*Sustainable Process Integration Laboratory – SPIL, NETME Centre,
Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology - VUT
Brno, Technická 2896/2, 616 69 Brno, Czech Republic*

Abstract

Energy supply and its efficient use in production are key to ensuring the healthy functioning of the world economies. Based on that, to ensure sustainability, the supply and use of energy have to apply the principle of minimising negative environmental impacts and even improving the environment through net-regenerative development. In this context, ensuring cleaner energy is the cornerstone for cleaner production, especially for reducing the emissions of greenhouse gases and other pollutants, which are directly related to the types and loads of the energy sources used.

This introduction presents a review of the main lessons recently learned in the area of more efficient energy use, cleaner fuels and biofuels, cleaner production, CO₂ capture, optimisation and waste management. The presentation provides ideas and technologies that can be incorporated into real-world solutions and can serve as the foundations for future research. The wide topical coverage and the high quality would provide directions for future collaborative research – including process level emission minimisation, self-sufficient regions, and industrial symbiosis for optimising usage of waste heat and waste material flows.

The scope covers the extensions of the Pinch Analysis for process modifications of individual processes to total site heat integration (TSHI). The Plus–Minus principle has been adapted to enable the beneficial process modification options to be selected in order to maximise energy savings in TSHI. The Total Site Profile (TSP) is divided into three regions:

- (a) the region of the horizontal overlap between the Site Sink and Source Profiles, (b) the horizontal overlap region and
- (c) below the horizontal overlap region.

The proposed methodology identifies the options to reduce utility targets in these regions using the TSP, Site Utility Composite Curves (SCC), Utility Grand Composite Curve (UGCC), modified Problem Table Algorithm (PTA), Total Site Problem Table Algorithm (TS-PTA) and some

new heuristics. The identified changes on the TSP are then linked to the specific changes in the individual processes. The illustrative case study shows that the Plus–Minus principle application in the TSHI context can further improve heat recovery. The proposed spreadsheet-based methodology combines the advantages of graphical visualisation, as well as the numerical precision.

Several real-life industrial case studies are presented as well.

Acknowledgement

Support provided by the project “Sustainable Process Integration Laboratory – SPIL”, project No. CZ.02.1.01/0.0/0.0/15_003/0000456 funded by EU “CZ Operational Programme Research and Development, Education”, Priority 1: Strengthening capacity for quality research.

Process Integration for Minimising Energy Resource Intake and Emissions: Conception, Success, Challenges

Petar Sabev Varbanov, Jiří Jaromír Klemeš

*Sustainable Process Integration Laboratory – SPIL, NETME Centre,
Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology,
Brno, Czech Republic*

varbanov@fme.vutbr.cz

Keywords: Process Integration, Resource Saving, Heat Exchanger Networks; Heat Recovery Targeting; Retrofit

Abstract

Large amounts of energy are generated and used in industry, commercial and residential sectors. Most of it relies on fossil fuels. The resulting costs and emissions can be reduced to a large degree by applying heat recovery. Process Integration (PI) was developed originally from Heat Integration, which remains the cornerstone for PI continuous advance – especially into Total Site Integration. It has been closely related to the development of Chemical, Mechanical and Power Engineering, supported by the extended implementation of mathematical modelling, simulation and optimisation, and by the application of Information Technology. Its development has accelerated over the years as the methodology has been able to provide answers and support for important issues regarding economic development – better utilisation and savings regarding energy, water, and other resources. This contribution provides an overview of the research developments and the software packages, mapping the

developments to the new challenges posed by the need to account for the process sustainability.

PI, which covers a wide scope of tasks, is a family of methodologies for combining several parts of processes or whole processes for reducing the consumption of resources or harmful emissions into the environment. It started mainly as Heat Integration (HI) stimulated by the energy crises of the 1970s. HI has been extensively used in the processing (as chemical, petrochemical, pulp and paper, food and drinks, steel making) and power generating industries over the last 40 years. It examines the potential for improving and optimising the heat exchange between heat sources and sinks in order to reduce the amount of external heating and cooling, together with the related cost and emissions. It provides systematic design procedures for energy recovery networks.

After HI, the further step in the development of the methodology has been Total Site Integration (TSI), which has united inter-process heat recovery at the site level with power co-generation on-site, providing tools for targeting and synthesis of the utility system and Locally Integrated Energy Sectors. The process interfaces to the Total Site (TS) are discussed, leading to the heat recovery opportunities over the site, using the utility system as the exchange marketplace. The discussion also covers the site power co-generation, retrofit planning for process Heat Exchanger Networks, and power management planning.

The presentation then analyses the challenges and indicators to be considered, to enable the evaluation of the sustainability and emissions impact of the industrial sites. These include GHG and Water footprints, supplemented by investment and total cost targets and their intensive variations per unit of energy generation and unit system capacity.

Acknowledgement

This research has been supported by the EU project “Sustainable Process Integration Laboratory – SPIL”, project No. CZ.02.1.01/0.0/0.0/15_003/0000456 funded by EU “CZ Operational Programme Research, Development and Education”, Priority 1: Strengthening capacity for quality research.

Технологическое решение проблемы техногенного загрязнения окружающей среды и его влияние на элементный статус биологического материала детей в ДФО

Л.Т. Крупская^{1,2}, Н.К. Растинина¹, М.Ю. Филатова^{1,2}, Н.Г. Волобуева³,
Е.А. Чумаченко¹, Д.И. Власова¹

¹ *Тихоокеанский государственный университет, 680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136*

² *Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 680020, г. Хабаровск, ул. Волочаевская, 71*

³ *Северо-Восточный государственный университет, 685000, г. Магадан, ул. Портовая, 13*

В статье изложены результаты многолетних исследований по проблеме изучения влияния техногенного загрязнения окружающей среды на элементный статус биологического материала детей, проживающих в условиях воздействия токсичных отходов переработки оловорудного сырья, накопленных в прошлом столетии, складированных в хвостохранилища, ныне закрытых горных предприятий в Дальневосточном федеральном округе (ДФО). Показано, что большую экологическую опасность для объектов окружающей среды и здоровья человека представляют отходы переработки минерального сырья, расположенные вблизи населенных пунктов и превратившиеся в несанкционированную и необустроенную свалку. Выявлены особенности элементного статуса детей в исследуемой группе, заключающиеся в высоких показателях содержания соединений тяжелых металлов (Pb, Cu, Ni, Cr, Hg) и мышьяка, и пониженном содержании эссенциальных элементов (Co и Zn). Доказано, что детский растущий организм активно адсорбирует соединения токсичных химических элементов от отходов, способствующих возникновению эколого обусловленных заболеваний у детей. В связи с этим разработаны способы, направленные на улучшение качества среды обитания, новизна которых подтверждена Патентами РФ [1, 2] и рекомендации по корректировке нарушений в элементном статусе биологического материала детей.

Список литературы

1. Патент РФ № №2569582. Способ рекультивации поверхности хвостохранилища, содержащего токсичные отходы с использованием фототрофных бактерий. Крупская Л.Т., Кириенко О.А., Майорова О.А., Голубев Д.А., Онищенко М.С.

2. Патент РФ № 2504519. Способ биологической доочистки сточных вод и система для его осуществления: Шевкун Е.Б., Гула К.Е., Крупская Л.Т., Майорова Л.П., Зверева В.П.

Technological solution of the technogenic pollution problem and its influence on elemental status of children's biological material in the FEFD

L.T. Krupskaya^{1,2}, N.K. Rastanina¹, M.Yu. Filatova^{1,2}, N.G. Volobueva³, E.A. Chumachenko¹, D.I. Vlasova¹

¹ *Pacific National University, Tikhookeanskaya street 136, Khabarovsk, 680035, Russia*

² *Far East Scientific Research Institute of Forestry, Volochaevskaya street 71, Khabarovsk, 680020, Russia*

³ *Northeastern State University, 13, Portovaya st, Magadan, 685000, Russia*

The article presents the results of the multi-year research of the problem of technogenic pollution impact on the elemental status of the biological material of children living under the conditions of the impact of tin toxic processing waste, accumulated in the last century, stockpiled in the tailings of the closed mining enterprises in the Far East Federal District (FEFD) of Russia. It is shown, that the wastes of mineral processing located near the settlements and turned into the unauthorized and uncompleted dump are of great ecological danger for environment objects and human being health. The peculiarities of the elemental status of children in the studied group were determined, the high indices of heavy metals (Pb, Cu, Ni, Cr, Hg) and arsenic compounds, and reduced content of Co and Zn essential elements were revealed. It is proved that the growing child organism actively adsorbs compounds of toxic chemical elements from waste that contribute to the development of ecologically caused diseases in children. In this connection, methods have been developed aimed at improving the quality of the habitat, the novelty of which has been confirmed by the Patents of the Russian Federation [1, 2] and recommendations for correcting violations in the elemental status of the biological material of children.

References

1. Patent of the Russian Federation No. 2569582. Publ. 11/27/2015. Bul. No. 33. Application 201433339/3, 12.08.2014. Authors: L.T. Krupskaya, O.A. Kirienko, L.P. Mayorova, D.A. Golubev, M.S. Onishchenko Method for reclamation of tailings dump containing toxic waste, using phototrophic bacteria. – 2015.

2. Patent of the Russian Federation No. 2504519. Publ. 01/20/ 2014. Bul. No. 2. IPC CO 2F 3/32, CO 2F 11/02. Application No. 2012146102, 10.29. 2012. Authors: Shevkun E.B., Gula K.E., Krupskaya L.T., Majorova L.P., Zvereva V.P. Method for biological treatment of sewage and the system for its implementation. – 2014.

Проблемы развития цивилизации – прикладные моменты теории

А.В. Поздняков

*Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, Томск, Россия*

Прогресс и свобода – подмененные реальности. Прогрессивным развитием считается неуклонный рост ВВП и расширение прав и свобод человека, управление природными процессами для расширения независимости человека от природных стихий и пр.

Прогресс и свобода взаимосвязаны. Реальный прогресс без определения цели его развития невозможен, а установление этой цели осуществляется через *познание необходимости* - обретение истинной свободы. Именно потому развитие цивилизации сопровождается необратимыми изменениями среды обитания и истощением природных ресурсов [1]. Современное, подменяющее реальность прогрессивное развитие обосновывается, якобы, неограниченными возможностями цивилизации в области использования энергии.

Перспективы создания искусственной базисной энергии. В политических и даже научных кругах распространяется мнение, согласно которому человек в принципе обладает способностью к созданию искусственной базисной энергии. Затраты базисной энергии на получение искусственной энергии, как и следует из физических законов, увы, превышают таковые на выходе. «Прогрессивная» деятельность, таким образом, имеет своей целью поддержание условий экспоненциального развития цивилизации и по затратам энергии, и производству отходов. Предел этому процессу не определен, поскольку возможности человека не «ограничены». Современные физики [2, 3] возводят в закон положения С.А. Подолинского, согласно которым КПД человеческой деятельности, якобы, превышает 100%, и, следовательно, количество пригодной к использованию энергии на Земле может увеличиваться! Но все живые, биокосные и даже косные системы (включая техногенные аккумуляторы) накапливают в себе энергию для текущих расходов. Создавать

базисные источники энергии человек, увы, не способен. Он лишь превращает энергию в новые формы ее использования и диссипации.

Реально существующий путь прогресса, которому всецело подчиняются экосистемы, за исключением человека, характеризуется асимптотически устойчивым развитием. Прогрессивное развитие цивилизации возможно на основе конструктивного перфекционизма и методологии асимптотически устойчивого роста.

Литература

1. Поздняков А.В. Добрыми намерениями мостится дорога в ад // Проблемы устойчивого развития: иллюзии, реальность, прогноз: Материалы 6-го Всерос. постоянно действующего науч. семина. (Томск, 13-15 ноября 2002 г.). – Томск: Томский гос. ун-т, 2002. – С.3-17.

2. Кузнецов П.Г. Подолинский С.А. Его действительное открытие. - М.: Ноосфера, 1991. –

3. Чесноков В.С. С.А. Подолинский: Концепция социальной энергетики // Век глобализации. – 2010. - № 2. – С. 181–187

Questions of Civilization Development – Practical Applications of Theory

A.V. Pozdnyakov

*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS,
Tomsk, Russia*

Progress and freedom are substituted realities. Progressive development is usually viewed as a steady growth of GDP and of human rights and freedoms, based on the scientific management of natural processes to strengthen human independence from natural disasters and other events.

Progress and freedom are interconnected. A real progress is impossible without determining its goals, and the path to implementing such goals lies through the knowledge of necessity – the basis for the acquisition of the true freedom. Nowadays, the civilization development is accompanied by irreversible changes in the environment and the depletion of natural resources [1]. Modern way of progressive development, which is replacing our previous reality, is often explained and justified by supposedly unlimited capabilities of civilization in the creation and use of energy.

The prospects of creating a man-made basic energy. In political and even scientific circles, the ideas are spreading that Man has the ability to create a completely new, artificial type of basic energy. But, according to the laws of physics, the primary energy expenses, required for the

production of any new energy, exceed the amount of energy received in the result of all those efforts and expenses. The goal of current "progressive" way, therefore, is the ever continuing exponential development of civilization, both in terms of the amount of energy spent and the waste produced. And there are no limitations to this process, because human capabilities are not limited as well. Modern physicists [2, 3] consider as truthful the ideas by S. A. Podolinsky, who states that the efficiency of human activity allegedly exceeds 100%, and, therefore, the amount of usable energy on Earth can also increase, not decrease! But all living, biotic and even inert systems (including technogenic accumulators) accumulate energy for their current and future expenditures. Man, unfortunately, is not able to create any new basic energy sources. We can only turn the already existing energy into some new forms of its usage and dissipation.

A real path of progress, which is followed in reality by all kinds of ecosystems (with the exception of Man), is characterized by asymptotically stable type of development. Thus, truly progressive development of civilization is only possible on the basis of constructive perfectionism and the asymptotically stable dynamics of growth.

References

1. Pozdnyakov A.V. Good intentions bridge the road to hell // The problems of sustainable development: illusions, reality, forecast: Materials of the 6th all-Russia ongoing scientific seminar Tomsk, 13-15 November, 2002 - Tomsk: Tomsk State University, 2002. - P. 3-17.
2. Kuznetsov P.G. Podolinsky S.A. His actual discovery. - M.: Noosphere, 1991.
3. Chesnokov V.S. S.A. Podolinsky: The concept of social energetics // The age of globalization. - 2010. - No. 2. - P. 181-187.

Секция 1. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в строительстве и коммунальном хозяйстве

Optimal Deployment and Operation of Compressors for Multi-Scenario Hydrogen Network

Xincheng Gu¹, Yeyang Zhou¹, Chun Deng¹, Xiao Feng²

¹ *State Key Laboratory of Heavy Oil Processing, College of Chemical Engineering, China University of Petroleum, Beijing, 102249, China*

² *School of Chemical Engineering & Technology, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, 710049, China*

chundeng@cup.edu.cn

Keywords: Process systems, Hydrogen network, Multi-scenario, Compressor, Optimization

Abstract

With the hydrogenation process playing an increasingly more important role in modern petroleum refineries, the consumption of hydrogen in refineries is increasing significantly. In actual refineries operations, hydrogen consumption in hydrogenation units can be influenced by the change of feedstock properties and adjustment of production load. In previous studies, how to design the hydrogen network with minimum fresh hydrogen consumption has always a point of concern. It should be noted that the purchase cost of hydrogen compressors has a large proportion in the hydrogen network and very few studies have paid attention to this area. Therefore, the design and optimization of hydrogen network should address the number of hydrogen compressors.

In this work, a new mathematical model for a hydrogen network with fixed structure and intermediate headers was proposed. The new model contains hydrogen supply units, intermediate headers, compressors, hydrogenation unit, fuel system and their interconnections. Compared with the traditional hydrogen network, this new model has a less number of compressors and more flexible operation. The new hydrogen network could eliminate one standby backup compressor for hydrogenation unit. The capital cost of the backup compressor was saved during design stage and

compressor deployment was optimized. Furthermore, optimization of the hydrogen system with an intermediate header yielded flowrate distribution of different streams and start-stop strategy of compressors under three scenarios of normal, high, and low processing loads of hydrogenation unit was proposed. The operation optimization for multi-scenario hydrogen network can be achieved.

Waste Transportation and Treatment for the Anaerobic Digestion of Municipal Solid Waste: P-Graph

Yee Van Fan¹, Petar Sabeв Varbanov¹, Jiří Jaromír Klemeš¹,
Chew Tin Lee², Simon Perry³

¹ *Sustainable Process Integration Laboratory – SPIL, NETME Centre, Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology - VUT Brno, Technická 2896/2, 616 69 Brno Czech Republic*

² *Department of Bioprocess Engineering, Faculty of Chemical and Energy Engineering Universiti Teknologi Malaysia (UTM), 81310 UTM Johor Bahru, Johor, Malaysia*

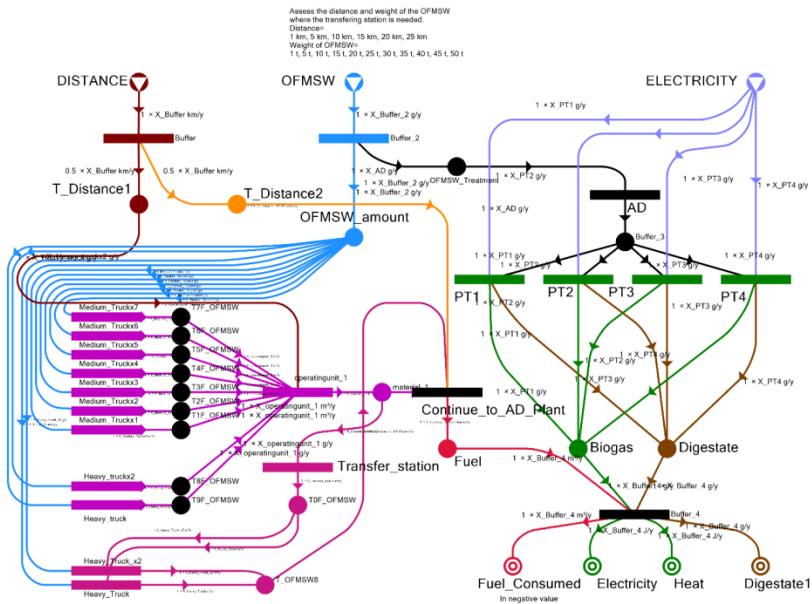
³ *Centre for Process Integration, School of Chemical Engineering and Analytical Science, The University of Manchester, Manchester M13 9PL, United Kingdom*

fan@fme.vutbr.cz

Keywords: Waste to Energy; P-graph; Municipal Solid Waste; Transportation; Anaerobic Digestion

The waste management of organic fraction of municipal solid waste (OFMSW) is comparatively challenging due to the variability and inhomogeneous nature of the composition and scattering throughout the city. Anaerobic digestion (AD) is one of the possible WtE solutions in handling the OFMSW. Energy (biogas) and digestate are produced through biochemical conversion. This study assesses the effect of transport distance and the post-treatment technologies on the AD of OFMSW by applying P-graph. Varying transport distance (e.g. the location of the AD plant, transfer station and the post-treatment plants for digestate), means (e.g. heavy or medium truck), route (e.g. with or without transfer station) and the post-treatment technologies were considered in this study. The post-treatment options for biogas are water scrubbing, pressure swing adsorption, physical scrubbing, membrane separation chemical scrubbing and amine scrubbing. The post-treatment alternatives for digestate are a) back to the digester (methane recovery) and landfill, b) composting, c) landfill only.

The fixed parameters of this study are the handling capacity/amount of waste and the waste collection distance by assuming the waste source is the same for all of the assessed scenarios. In this study, the optimal processing pathway is suggested by considering the economic balance between the primary operating cost, yield and quality of the products (biogas and digestate). The impact of the variables (distance, means, route) on the processing pathway selection are discussed, and the range of feasible transport distance proposed. The novel contribution of this study has been the identification of the conditions where the AD of OFMSW is economically feasible by assessing the treatment types and distance of transportation through the use of the P-graph framework.



Acknowledgement

The EU project Sustainable Process Integration Laboratory – SPIL funded as project No. CZ.02.1.01/0.0/0.0/15_003/0000456, by Czech Republic Operational Programme Research and Development, Education, Priority 1: Strengthening capacity for quality research and the collaboration agreement with The University of Manchester, UK and Universiti Teknologi Malaysia (UTM) based on the SPIL project have been gratefully acknowledged.

3D моделирование упругих модулей гидратированного портландцемента

Ю. А. Абзаев, А. И. Гныря, С. В. Коробков, К. С. Гаусс

Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2

tsp_tgasu@mail.ru

В работе исследовано изменение упругих характеристик, пористой структуры 3D модели портландцемента в процессе гидратации в течение 29 суток в программном комплексе VCSTL. Описание механизмов гидратации клинкерных фаз, формирование продуктов гидратации с учетом пространственной статистики зародышей и пористых структур приведено в работе [1]. В модельном портландцементе использовалось следующее массовое содержание клинкерных минералов: 61.06 (алит), 13.62 (белит), 12.79 (феррит) и 6.50 (алюминат) граммов. Водоцементное соотношение было выбрано равным 0.41, энергия активации гидратации – 40 кДж/моль, пуццолановой реакции – 83 кДж/моль. Моделирование производилось как при комнатной температуре (таблица), так и при 0 °С. Результаты расчетов объемного модуля упругости (K), сдвига (G), Юнга (E), Пуассона (P), эффективной объемной доли пор в цементе (V), клинкерных фаз: (C₃S), (C₂S), (C₃A), (C₄AF), а также продуктов гидратации портландита (CH), цементного камня (CSH), этtringита (ettr) приведены в таблице. Установлено, что в процессе гидратации упругие параметры возрастают. Наблюдается тенденция к уменьшению коэффициента Пуассона. Объемная доля клинкерных фаз значительно уменьшается, а основных продуктов гидратации существенно возрастает. Практически в 3 раза сокращается доля пор. С понижением температуры до 0 °С интенсивность процессов гидратации снижается. Особенно это заметно на начальных стадиях.

| Время, ч | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| K (ГПа) | 12.932 | 14.444 | 15.038 | 15.356 | 15.555 |
| G (ГПа) | 6.708 | 7.610 | 7.966 | 8.142 | 8.259 |
| E (ГПа) | 17.158 | 19.419 | 20.311 | 20.758 | 21.052 |
| P | 0.278 | 0.275 | 0.274 | 0.274 | 0.274 |
| V , пор | 0.321 | 0.269 | 0.246 | 0.231 | 0.221 |
| V , C_3S | 0.115 | 0.079 | 0.063 | 0.054 | 0.048 |
| V , C_2S | 0.057 | 0.053 | 0.0505 | 0.048 | 0.046 |
| V , C_3A | 0.015 | 0.012 | 0.009 | 0.007 | 0.006 |
| V , C_4AF | 0.022 | 0.020 | 0.020 | 0.019 | 0.019 |
| V , CH | 0.101 | 0.124 | 0.134 | 0.141 | 0.145 |
| V , CSH | 0.260 | 0.324 | 0.353 | 0.372 | 0.384 |
| V , ettr. | 0.049 | 0.047 | 0.044 | 0.030 | 0.042 |

| Время, ч | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| K (ГПа) | 15.686 | 15.793 | 15.880 | 15.952 | 15.954 |
| G (ГПа) | 8.339 | 8.401 | 8.450 | 8.494 | 8.503 |
| E (ГПа) | 21.251 | 21.408 | 21.532 | 21.646 | 21.662 |
| P | 0.274 | 0.274 | 0.274 | 0.273 | 0.273 |
| V , пор | 0.214 | 0.208 | 0.203 | 0.199 | 0.193 |
| V , C_3S | 0.044 | 0.040 | 0.037 | 0.035 | 0.035 |
| V , C_2S | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 | 0.041 |
| V , C_3A | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.007 |
| V , C_4AF | 0.018 | 0.018 | .018 | 0.017 | 0.017 |
| V , CH | 0.148 | 0.151 | 0.153 | 0.154 | 0.155 |
| V , CSH | 0.391 | 0.402 | 0.408 | 0.414 | 0.416 |
| V , ettr. | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.038 | 0.038 |

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта №18-08-01025).

Список литературы

1. Bentz D.P. // American Ceramic Society. 1997. Т. 80 (1). С. 3–21.

Investigations of elastic properties on 3D model of hydrated Portland cement

Yu. A. Abzaev, A. I. Gnyrya, S. V. Korobkov, K. S. Gauss

*Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq.,
634003, Tomsk, Russia*

tsp_tgasu@mail.ru

The paper presents a three-dimensional model of Portland cement with changing elastic properties during a 29-day hydration process. The modeling is performed with the Virtual Cement and Concrete Testing Laboratory (VCCTL) software. The hydration process of clinker phases and the formation of hydration products are described in the work of Bentz [1] subject to the spatial statistical analysis of nuclei and porous structures. The weight content of clinker minerals in Portland cement includes 61.06 g alite, 13.62 g belite, 12.79 g ferrite and 6.50 g aluminate. The following parameters are selected for the cement paste: 0.41 water/cement ratio, 40 kJ/mole activation energy of hydration; 83 kJ/mole activation energy of the pozzolanic reaction.

The elastic properties and phases are studied both at room and 0°C temperatures. The Table summarizes calculation results and contains such parameters as the volume modulus of elasticity K , shear modulus G , Young modulus E , Poisson number P , effective volume ratio V of pores in cement and C_3S , C_2S , C_3A and C_4AF clinker phases, and hydration products of Portlandite CH, cement paste CSH, and ettringite (ettr).

It is observed that during the hydration process the elastic parameters increase. The Poisson number tends to decrease. The volume ratio of clinker phases substantially grows. The amount of pores reduces by almost three times. With the temperature decrease down to 0 °C, the intensity of the hydration process also decreases, especially at the initial stages.

| Time, hrs | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| K (GPa) | 12.932 | 14.444 | 15.038 | 15.356 | 15.555 |
| G (GPa) | 6.708 | 7.610 | 7.966 | 8.142 | 8.259 |
| E (GPa) | 17.158 | 19.419 | 20.311 | 20.758 | 21.052 |
| P | 0.278 | 0.275 | 0.274 | 0.274 | 0.274 |
| V , pores | 0.321 | 0.269 | 0.246 | 0.231 | 0.221 |
| V , C_3S | 0.115 | 0.079 | 0.063 | 0.054 | 0.048 |
| V , C_2S | 0.057 | 0.053 | 0.0505 | 0.048 | 0.046 |
| V , C_3A | 0.015 | 0.012 | 0.009 | 0.007 | 0.006 |
| V , C_4AF | 0.022 | 0.020 | 0.020 | 0.019 | 0.019 |
| V , CH | 0.101 | 0.124 | 0.134 | 0.141 | 0.145 |
| V , CSH | 0.260 | 0.324 | 0.353 | 0.372 | 0.384 |
| V , ettr. | 0.049 | 0.047 | 0.044 | 0.030 | 0.042 |

| Time, hrs | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| K (GPa) | 15.686 | 15.793 | 15.880 | 15.952 | 15.954 |
| G (GPa) | 8.339 | 8.401 | 8.450 | 8.494 | 8.503 |
| E (GPa) | 21.251 | 21.408 | 21.532 | 21.646 | 21.662 |
| P | 0.274 | 0.274 | 0.274 | 0.273 | 0.273 |
| V , pores | 0.214 | 0.208 | 0.203 | 0.199 | 0.193 |
| V , C_3S | 0.044 | 0.040 | 0.037 | 0.035 | 0.035 |
| V , C_2S | 0.044 | 0.043 | 0.042 | 0.041 | 0.041 |
| V , C_3A | 0.005 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.007 |
| V , C_4AF | 0.018 | 0.018 | .018 | 0.017 | 0.017 |
| V , CH | 0.148 | 0.151 | 0.153 | 0.154 | 0.155 |
| V , CSH | 0.391 | 0.402 | 0.408 | 0.414 | 0.416 |
| V , ettr. | 0.041 | 0.040 | 0.039 | 0.038 | 0.038 |

This work was financially supported by Grant N 18-08-01025 from the Russian Foundation for Basic Research.

Reference

1. Bentz D.P. // American Ceramic Society. 1997. V. 80 (1). Pp. 3–21.

Разработка алгоритма параллельной работы автономных источников электроэнергии в рамках концепции виртуальной электростанции

В. А. Андреев, А. В. Безбородов, И. Н. Паскарь

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

kuzstu@kuzstu.ru

Для наиболее рациональной работы автономных источников электроэнергии, особенно на базе ВИЭ, необходимо включать их в параллельную работу друг с другом. Для управления такой системой применяется концепция виртуальной электростанции (ВЭ).

Одним из основных рабочих элементов ВЭ является специальный блок, расположенный в пункте управления. Блок, благодаря встроенному программному обеспечению (ПО), принимает сигналы о работе объектов ВЭ, анализирует их и выдает соответствующие команды.

Для внедрения концепции ВЭ в отечественную энергетику планируется разработать собственное ПО. Первым этапом разработки ПО является написание алгоритма. В данном алгоритме нужно учесть как можно больше различных ситуаций, возникающих в реальности. То есть, меняя условия в алгоритме (дополняя или удаляя отдельные блоки), можно будет адаптировать работу ВЭ для любого объекта народного хозяйства. Тем самым сделать данный продукт универсальным. К тому же с продуктом отечественной разработки проще работать в плане устранения неполадок, недостатков и в плане дальнейшего усовершенствования.

Ожидаемым результатом использования в структуре ВЭ данного блока является достижение надежного и качественного электроснабжения потребителей, с помощью современных технологий. При этом можно значительно снизить зависимость от условий, предъявляемых иностранными разработчиками ПО при работе с их продуктами, тем самым повысить информационную безопасность энергосистемы РФ.

Список литературы

1. Давронов Ш. Р. Интеграция виртуальных электростанций с национальной энергосистемой Узбекистана [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2016. №16. С. 82-85. URL <https://moluch.ru/archive/120/33156/> (дата обращения: 23.04.2018).

2. Паниковская Т. Ю. Алгоритмизация задач энергетики. Учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ, 2007. 101 с.

3. Селляхов, О.В., Фатеева Е.И., Юрчук О.Е., Тарновская О.В. Виртуальная электростанция // ЭнергоРынок. Профессиональный журнал Медиа-группы «РЦБ». 2016. № 02 (137). С. 43-50.

Development of an algorithm for parallel operation of autonomous sources of electricity within the concept virtual power station

V. A. Andreev, A. V. Bezborodov, I. N. Paskar

*T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University,
650000, Kemerovo, Vesennyaya st. 28*

kuzstu@kuzstu.ru

For the most rational operation of autonomous power sources, especially on the basis of renewable energy sources, it is necessary to include them in parallel work with each other. To manage such a system, the concept of a virtual power station is used.

One of the main working elements of a virtual power plant is a special unit located at the control point. The unit, thanks to the built-in software, receives signals about the operation of the objects of the virtual power plant, analyzes them and issues the appropriate commands.

To implement the concept of a virtual power station in the domestic energy sector, it is planned to develop its own software. The first stage of software development is the writing of the algorithm. In this algorithm, you need to take into account as many different situations as possible in reality. That is, by changing the conditions in the algorithm (supplementing or removing individual blocks), it will be possible to adapt the work of the virtual power station to any object of the national economy. This makes this product universal. In addition, it is easier to work with the product of domestic development in terms of troubleshooting, shortcomings and in terms of further improvement.

The expected result of using this unit in the structure of virtual power plants is the achievement of reliable and high-quality power supply to consumers, using modern technologies. At the same time, it is possible to significantly reduce the dependence on the conditions imposed by foreign software developers when working with their products, thereby improving the information security of the Russian energy system.

References

1. Davronov Sh. R. Integration of virtual power plants with the national energy system of Uzbekistan // *Molodoy uchenyy*. 2016. №16. S. 82-85.
2. Panikovskaya T. Yu. Algorithmization of energy problems. Tutorial. Ekaterinburg: USTU, 2007. 101 s.
3. Sellyakhov, O.V., Fateyeva E.I., Yurchuk O.E., Tarnovskaya O.V. Virtual power station // *EnergoRynok. Professional'nyy zhurnal Media-gruppy «RTSB»*. 2016. № 02 (137). S. 43-50.

Современные энергосберегающие технологии в освещении

Я.В. Анцупов¹, В.Я. Ушаков¹, А.Т. Овчаров²

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

² *Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2*

antsupov.yv@gmail.com

В последние годы в градостроительной политике мегаполисов утверждается тенденция строительства зданий больших площадей с помещениями с ограниченным естественным освещением, а также подземного строительства [1]. Это породило проблемы формирования комфортной, безопасной световой среды и создания систем освещения высокой энергетической эффективности [2].

Обозначенные проблемы эффективно решаются с помощью систем совмещенного освещения, техническим воплощением которых является гибридный осветительный комплекс (ГОК). В единой конструкции ГОК интегрированы три компонента: польный трубчатый световод (ПТС), доставляющий в помещение естественный свет, светодиоды нового поколения – источники искусственного света и система автоматического управления [3,4]. Продуктовая линейка отечественного изделия представлена 5-ю модификациями ГОК *Solar LED-S*. Благодаря оригинальной конструкции и техническим решениям отечественные комплексы превосходят по светотехническим, энергетическим и эксплуатационным параметрам зарубежные аналоги. ГОК, являясь фактически альтернативой типовым светопроемам в здании (вертикальные окна, зенитные фонари, прозрачная кровля), превосходят их по светотехническим и

теплотехническим параметрам. Например, гибридная осветительная система на основе ПТС торгового центра имеет следующие преимущества перед типовыми светопроемами: соотношение площадей светопроемов для заданной освещенности – 1/52; соотношение мощностей кондиционирования торговых залов – 1/158; соотношение тепловых потерь – 1/170; дисконтированный срок окупаемости инвестиций в ГОК при сравнении с типовыми светопроемами – менее 3-х лет. С учетом экономии на приобретение климатической техники окупаемость достигается на стадии проектирования [5].

Список литературы

1. Zainia F., Hussinb K., Raidb M.M. Legal considerations for urban underground space development in Malaysia // *Underground Space*. – 2017. – Volume 2, Issue 4. – P.234–245.

2. Boyce P.R. *Human Factors in Lighting*. London: CRC Press, 2014.

3. Овчаров А.Т., Селянин Ю.Н. Ресурсосберегающий гибридный светильник для совмещенного освещения // Патент на полезную модель №170978, заявка №2016110374, приоритет ПМ 21.03.2016г., дата гос. регистрации в Государственном реестре ПМ РФ 17.05.2017г. Бюл. № 14.

4. Овчаров А.Т., Селянин Ю.Н., Анцупов Я.В. Ресурсосберегающий гибридный светильник // Заявка №2018103794/07(005555), приоритет ПМ 31.01.2018г.

5. Овчаров А.Т., Селянин Ю.Н., Анцупов Я.В. Гибридный осветительный комплекс для систем совмещенного освещения: качество и технико-экономическое обоснование применения // *Светотехника*. – 2018. - №2. – С.78-83

Modern energy-saving technologies in lighting

Yaroslav V. Antsupov¹, Vasilii Ya. Ushakov¹, Alexander T. Ovcharov²

¹ *National Research Tomsk Polytechnic University, 634050, Tomsk,
Lenin Avenue, 30*

² *Tomsk State University of Architecture and Building, 634003, Tomsk,
Solyanaya sq., 2*

antsupov.yv@gmail.com

In recent years, the metropolis city-planning policy of megacities has confirmed the trend of building large areas with rooms with limited natural lighting, as well as underground construction [1]. This fact have gave the

rise to problems of forming a comfortable and safe light environment and to the creation of highly efficient lighting systems [2].

The solution of this problem is the implementation combined lighting systems, the technical embodiment of which is a hybrid lighting facilities (HLF). There are three main components in HLF such as hollow light tube (the source of natural light), new generation LEDs (the source of artificial light) and automatic control system [3, 4]. The product line is represented by five modifications of HLF *Solar LED-S*. All of them was produced in Russia. Due to original construction and creative technical solutions, domestic products surpasses lighting, energy and operational parameters of foreign analogues. HLF being an alternative solution to typical light aperture areas (windows, clerestories and rooflight) surpasses their lighting and thermos parameters. For example, HLF of the mall has following advantages over typical light aperture areas: the correlations of light aperture areas for a given light – 1/52; the correlation of trading floors conditioning capacities – 1/158; the correlation of thermal losses – 1/170. Discounted payback period of investments in the HLF is less than 3 years. Taking into account saving for the purchase of climatic equipment, the payback period can be achieved at the design stage [5].

References

1. Zainia F., Hussinb K., Raidb M.M. Legal considerations for urban underground space development in Malaysia // *Underground Space*. – 2017. – Volume 2, Issue 4. – P.234–245.
2. Boyce P.R. *Human Factors in Lighting*. London: CRC Press, 2014.
3. Ovcharov A.T., Selyanin Y.N. Resource-saving hybrid lamp for combined lighting // Patent na poleznuyu model № 170978, zayavka №2016110374, prioritet PM 21.03.2016g. data gos. registracii v Gosudarstvennom reestre PM RF 17.05.2017g. Byul. № 14.
4. Ovcharov A.T., Selyanin Y.N., Antsupov Y.V. Resource-saving hybrid lamp // Zayavka №2018103794/07(005555), prioritet PM 31.01.2018g.
5. Ovcharov A.T., Selyanin Y.N., Antsupov Y.V. Hybrid lighting system for combined lighting systems: quality and feasibility study of the application // *Svetotekhnika*. – 2018. - №2. – S.78-83.

Совершенствование метода электродного прогрева железобетонных изделий и конструкций для повышения их качества при одновременном сокращении удельного энергопотребления

М.И. Батюк¹, В.Я. Ушаков¹, А.И. Гныря²

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

²*Томский государственный архитектурно-строительный
университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2*

¹mb110@yandex.ru, ¹vyush@tpu.ru, ²tsp_tgasu@mail.ru

Тепловая обработка бетона является наиболее энергозатратным этапом производства железобетонных изделий (ЖБИ). Самым распространённым методом её осуществления является пропаривание. Для данного метода характерна низкая энергоэффективность из-за недостаточной герметичности пропарочных камер и значительных затрат энергии на нагрев их конструкций и объёма.

Одним из перспективных путей реализации потенциала энергосбережения в данной технологии является применение метода электродного прогрева, суть которого заключается в пропускании переменного электрического тока сквозь объём бетона. При этом происходит непосредственный прогрев изделия, а не окружающих его среды и объектов, благодаря чему минимизируются потери энергии. Однако применение данного метода затруднительно при прогреве конструкций, армированных пространственными каркасами. Но именно на их долю приходится большая часть номенклатуры ЖБИ. Наличие стальной арматуры и закладных деталей неизбежно ведёт к нарушению однородности электрического поля в объёме изделия, перегреву бетона в местах соприкосновения с металлом и, как следствие, возникновению значительных температурных перепадов. На сегодняшний день большая часть экспериментальных исследований электродного прогрева выполнена на образцах с простой формой каркаса, либо на образцах, вовсе не имеющих металлических элементов. Поскольку в таких экспериментах реальные процессы, протекающие в ЖБИ, не воспроизводятся, их результаты затруднительно использовать при конструировании и выборе режимов работы систем электродного прогрева.

Авторы решают задачу адаптации метода электродного прогрева применительно к проблемным изделиям путём разработки приёмов и

средств формирования наиболее благоприятной конфигурации электрического поля в объёме макронеоднородного изделия.

Поскольку электрическое сопротивление компонентов изделия постоянно меняется, то возникает необходимость в изменении во времени конфигурации электрического поля, т.е. его своеобразной подстройке.

Development of direct electric curing method for reinforced concrete products to improve their quality and reduce energy intensity

M.I. Batyuk¹, V.Ya. Ushakov¹, A.I. Gnyrya²

¹*National Research Tomsk Polytechnic University, 634050, Tomsk, 30 Lenin Ave.*

²*Tomsk State University of Architecture and Building, 634003, Tomsk, 2 Solyanaya Sq.*

¹mb110@yandex.ru, ¹vyush@tpu.ru, ²tsp_tgasu@mail.ru

Thermal curing has been considered as the most energy-consuming stage in reinforced concrete production. Steam curing is one of its most widespread types. The distinctive features of this technique are low energy efficiency due to insufficient leak tightness of the facilities and significant energy consumption for heating of objects and space surrounding the product.

One of the future-oriented ways to implement the energy efficiency potential in this technology is application of direct electric curing of reinforced concrete products. The essence of the method consists of passing an alternating electric current through the concrete. The direct heating of the product takes place apart from the surrounding space and objects thus mitigating the energy losses. However, this technique is difficult to apply for heating of structures with reinforcement cage. Meanwhile, they present most of the reinforced concrete products. Presence of steel reinforcement and embedded items necessarily results in violation of the uniformity of the electric field in the product bulk and overheating of concrete in the areas of its contact with metal, and therefore it leads to occurrence of substantial temperature drops. Currently, most of the experimental research of direct electric curing was conducted on the samples with simple cage shape or on the samples without metal elements. Such experiments do not reproduce the real processes occurring in reinforced concrete products. For this reason

their results hard to use for designing and selection of rational operation modes of direct electric curing systems.

Authors solve the objective of improving the direct electric curing technique applicable to problematic products by means of elaboration of the ways to obtain the more favorable configuration of electric field in the bulk of macro-inhomogeneous product.

Due to the fact that electrical resistance of the product components changes constantly, the configuration of electric field also needs to be adjusted with time.

An efficiency of reprocessing industries by Process Integration and Retrofit Planning

Stanislav Boldyryev^{1,2}, Alisher Khusanov³

¹*Centre for Integrated, Energy Saving, Environmentally Friendly Processes, ITMO University, 9 Lomonosova, 191002 St. Petersburg, Russian Federation*

²*Neva-Teplotechnika Engineering Company, Room 12H, 8 Malinovskaya Str., Pushkin, 196602 St. Petersburg, Russian Federation*

³*M. Auezov South Kazakhstan State University, 5 T. Khana Avenue, 160012, Shymkent, Kazakhstan*

stas.boldyryev@gmail.com

The problem of energy efficiency in process industries is still hot topic since the first energy crisis in the second part of XX century. Nowadays, this issue is becoming more complex accounting for global warming and different kinds of wastes. One of the most applicable approaches for retrofit of the industrial system is a Process Integration, namely a Pinch approach. This method is unified and more or less simple for application in chemical, petrochemistry, oil and gas reprocessing etc.

The use of a process system analysis allows finding the economically optimal parameters of heat exchanger network but usually, the solution is founded for a steady-state mode. This fact makes retrofit project different from optimum obtained during analysis. At the same time investment efficiency is decreased because of energy prices are changed. Last time this issue became more important due to hydrocarbon market changing, an influence of renewables and other factors.

This paper represents the methodology of optimum Process Integration solution accounting dynamic mode, energy price changes and decision-making time. The optimum solution can be found for time slice when the

retrofit is completed taking into account the decision-making period of project implementation. Sensitivity analysis of finished solution for heat exchanger network retrofit was performed and flexibility of changes are analysed. Several representative case studies were developed for different industries. Energy efficiency of analysed processes is improved up to 58% with project IRR of 45%.

Представление данных энергетических обследований в форме профиля предпочтений

М.А. Борисова, С.В. Муравьев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

marits@tpu.ru

Рациональное использование электрической энергии, ресурсосбережение и энергоэффективность – актуальная проблема современного мира, которая легла в основу Федерального Закона № 261 – ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности». Закон регламентирует проведение энергетических обследований электрических сетей с целью выявления потерь электроэнергии [1]. Величина потерь электрической энергии определяет эффективность работы энергосетей и в значительной мере оказывает влияние на тарифы. Учитывая постоянно возрастающую стоимость энергоресурсов, учет потерь электроэнергии и их минимизация представляют собой одну из основных задач для ресурсоснабжающих организаций и потребителей. В статье предложен основанный на агрегировании предпочтений метод [2], позволяющий представить большой объем данных анализа потерь электрической энергии подстанциями распределительных сетей в форме компактной интегральной оценки в порядковой шкале, удобной для принятия решений и визуализации. Традиционно обработка результатов энергетических обследований представляет собой работу с большим объемом неструктурированных данных, которые плохо поддаются полному учету [3]. Метод позволяет определить все источники экономически нерациональных затрат энергетических ресурсов и неоправданных потерь энергии, обеспечить сжатие больших объемов данных энергообследований без потери существенной информации. Предложенный метод может стать удобным перспективным инструментом для организаций, занимающихся энергоконсалтингом.

Список литературы

1. Федеральная Сетевая Компания Единой Энергетической системы http://www.iea.org/media/translations/eer_ru.pdf (последнее обращение 25.05.2018)
2. Muravyov S. V. // Measurement 2013 С.46 328-34
3. Sait Н.Н. // Energy Conversion and Management 2013. Т. 66 С. 143-152

Экспериментальное исследование нагрева пола в помещениях с системами лучистого нагрева

В. Я. Ушаков, Г. В. Кузнецов, В. И. Максимов, И. В. Волошко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, пр. Ленина, 30

`iv_voloshko@mail.ru`

Важной задачей, стоящей в настоящее время перед наукой и техникой, является рациональное и эффективное использование топливно-энергетических ресурсов. Современные архитектурные и конструктивные решения элементов промышленных зданий из облегченных конструкций требуют использования новых энергоэффективных и энергосберегающих систем отопления.

Для обеспечения теплового режима промышленных объектов и создания оптимальных условий микроклимата в рабочей зоне может стать применение автономных систем лучистого отопления, на примере газовых инфракрасных излучателей (ГИИ). Применение ГИИ неразрывно связано с необходимостью изучения тепловых режимов рабочих зон в областях с многослойными ограждающими конструкциями, кровлей и габаритным оборудованием в условиях как открытых, так и закрытых помещений.

Целью работы является экспериментальное исследование температурных режимов напольного перекрытия в помещениях, обогреваемых газовым инфракрасным обогревателем.

Объектом исследования являлось несколько помещений прямоугольной формы, снабженных лучистой системой обогрева и имеющих разное напольное покрытие. Исследование теплового режима проводилось на относительно небольшой области, площадью около 80 м² в условиях работы газового инфракрасного излучателя марки «ГИИ-5».

Экспериментально получены значения температур на конструктивных элементах помещений при использовании в качестве источника тепла газового инфракрасного излучателя.

Установлено, что распределение температуры на поверхности пола существенно зависит от материала, и слабо зависит от степени черноты. Так например, температура поверхности плитки под излучателем выше температуры поверхности бетонной стяжки на 3 °С.

Полученные экспериментальные данные можно использовать для усовершенствования методик расчёта тепловых режимов используемых и проектируемых помещений, обогреваемых газовыми инфракрасными излучателями.

Experimental research of floor's heating in rooms with radiant heating systems

V. Ya. Ushakov, G. V. Kuznetsov, V. I. Maksimov, I. V. Voloshko

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Lenin ave., 30

iv_voloshko@mail.ru

An important task currently facing science and technic is the rational and efficient use of fuel and energy resources. Modern architectural and structural solutions of elements of industrial buildings from lightweight structures require the use of new energy-efficient and energy-saving heating systems.

To ensure the thermal regime of industrial facilities and create optimal conditions of the microclimate in the work area, the use of autonomous radiant heating systems can be used, for example, gas infrared emitters (GIE). The application of GIE is inextricably linked with the need to study the thermal regimes of working zones in areas with multi-layered enclosing structures, roof and dimensional equipment in conditions of both open and closed rooms.

The aim of the work is an experimental study of temperature modes of floor covering in rooms heated by a gas infrared emitter.

The object of the study was several rooms of rectangular shape, equipped with a radiant heating system and having a different floor covering. The research of the thermal regime was carried out in a relatively small region, with an area of about 80 m², under the conditions of working the gas infrared emitter of the «ГИИ-5» model.

Temperature values were experimentally obtained for constructive elements of rooms when a gas infrared emitter was used as a heat source.

It is established that the distribution of temperature on the surface of the floor essentially depends on the material, and weakly depends on the degree of blackness. For example, the surface temperature of the tile under the emitter is above the surface temperature of the concrete screed at 3 °C.

The obtained experimental data can be used to improve the methods for calculating the thermal regimes of the used and projected rooms heated by gas infrared emitters.

Термодинамический анализ гидратации портландцемента

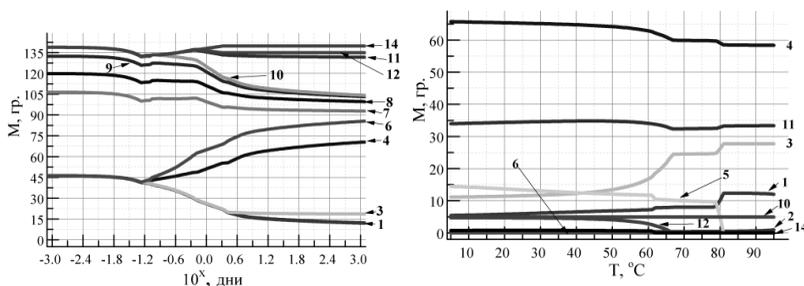
Ю.А. Абзаев, А.И. Гныря, С.В. Коробков, К.С. Гаусс

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2*

tsp_tgasu@mail.ru

В работе проведен термодинамический анализ гидратации портландцемента в комплексе GEMs за период (0–1000) дней при 300 °К. Гидратация клинкерных фаз Alite, Belite, Ferrite, Aluminate была оценена в рамках модели Parrot, Kiloh [1]. Было рассмотрено также влияние температуры на массовое содержание продуктов гидратации, кислотно-щелочное соотношение (pH) в интервале температур 5–95 °C.

На рисунке приведены результаты кумулятивного роста массы продуктов гидратации портландцемента. Были обнаружены следующие фазы: 1 – (aqua); 2 – (gas); 3 – ($C_3(AF)S_{0.84}H$); 4 – (CSHQ); 5 – (ettringite-Al); 6 – (ettringite-Fe); 7 – (Alite); 8 – (Belite); 9 – (Ferrite); 10 – (Aluminate); 11 – (Portlandite); 12 – (Goethite); 13 – (arcanite); 14 – (OH-hydratalcite).



При химическом взаимодействии минералов с водой формируются гидросиликаты кальция $(\text{CaO})_x \cdot (\text{SiO})_y \cdot (\text{H}_2\text{O})_z \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ переменного состава. В жидкой фазе присутствуют ионы алюминия, железа и др., которые стимулируют формирование гидроалюминатов, гидроферитов кальция. В объеме цементных зерен формируются продукты гидратации переменного состава, в частности $\text{Ca}_5\text{H}_2\text{OSi}_2$ (Tobermorite), Deliate, $\text{Ca}_3\text{HO}_9\text{Si}_3$, которые метастабильны на начальных стадиях, а затем превращаются в стабильные гидросиликаты тоберморитового типа. С ростом времени твердения доля фазы $\text{Ca}_5\text{H}_2\text{O}_{10}\text{Si}_2$ возрастает. А с ростом температуры твердения в цементном камне доля основных фаз Tobermorite, Deliate, $\text{Ca}_5\text{H}_2\text{OSi}_2$ мало изменяется в течение первых 54 часов. Гидросиликат $\text{Ca}_3\text{HO}_9\text{Si}_3$ относится к промежуточному состоянию, которое образуется по схеме гидратации тоберморита, $3\text{CaO}_2\text{SiO}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$. Время и температура изотермического твердения оказывает существенное влияние на количественное содержание гидросиликатов.

Было установлено, что за период 0–1000 дней массовое содержание цементного камня на тоберморитовой основе увеличилось до 51.97 гр., этtringит – на 15.02. Содержание клинкерных минералов оказалось равно: алит (7.27 гр.), белит (6.82 гр.), феррит (3.59 гр.), алюминат (0.95 гр.), воды (11.49 гр.).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта №18-08-01025).

Список литературы

1. Lothenbach B., Winnerfeld F. // Cement and Concrete Research. 2008. Т. 36. С. 209–226.

Thermodynamic analysis of Portland cement hydration

Yu.A. Abzaev, A. I. Gnyrya, S. V. Korobkov, K. S. Gauss

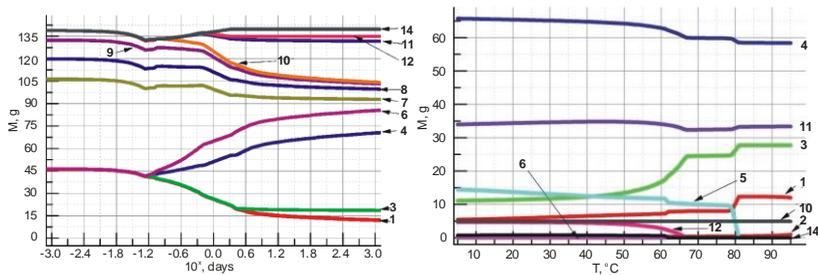
*Tomsk State University of Architecture and Building,
2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia*

tsp_tgasu@mail.ru

The paper presents a thermodynamic analysis of Portland cement hydration for the period of 0–1000 days at 300 K. The analysis is performed using GEMS software, and Portland cement hydration is considered in terms of the Parrot and Killoh model [1]. Such clinker phases as alite, belite, ferrite, and aluminate are studied in this paper. The temperature effect on

the volume fractions of hydration products is described, and the acid-alkaline ratio (pH) is studied within 5–95 °C temperature range.

The diagrams below demonstrate the total growth in hydration products of Portland cement. As a result of GEMS modeling, the following phases are found: 1 – aqua; 2 – gas; 3 – $C_3(AF)S_{0.84}H$; 4 – CSHQ; 5 – ettringite-Al; 6 – ettringite-Fe; 7 – alite; 8 – belite; 9 – ferrite; 10 – aluminate; 11 – Portlandite; 12 – Goethite; 13 – arcanite; 14 – OH-hydrocalcite.



The chemical interaction between minerals and water results in the formation of hydrated calcium silicates $(CaO)_x \cdot (SiO)_y \cdot (H_2O)_z \cdot Ca(OH)_2$ with a variable composition. The liquid phase contains aluminum, iron, and other ions which enable the development of hydrated calcium aluminates and hydrated calcium ferrites. Within the cement grain volume, hydration products with a variable composition appear, in particular, tobermorite ($Ca_5H_2OSi_2$), deliate, and $Ca_3HO_9Si_3$. At the initial stages these phases are metastable, but later they transfer to stable tobermorite-like hydrated calcium silicates. With hardening time, the amount of $Ca_5H_2O_{10}Si_2$ phase increases. And with the increase in the hardening temperature, the amount of major phases of tobermorite, deliate and $Ca_5H_2OSi_2$ almost does not change during the first 54 hours. Hydrated silicate $Ca_3HO_9Si_3$ is an intermediate phase which develops similar to the hydration process of tobermorite ($3CaO_2SiO_2 \cdot 2.5H_2O$). The time and temperature of isothermal hardening have a great effect on the quantitative composition of hydrated silicates.

Experiments show that during the period of 0–1000 days, the volume fractions of tobermorite and ettringite in the cement paste increase up to 51.97 and 15.02 g, respectively. The content of clinker minerals includes 7.27 g alite, 6.82 g belite, 3.59 g ferrite, 0.95 g aluminate, and also 11.49 g water.

This work was financially supported by Grant N 18-08-01025 from the Russian Foundation for Basic Research.

Reference

1. Lothenbach B., Winnerfeld F. // *Cement and Concrete Research*. 2008. V. 36. Pp. 209–226.

**Диагностика технического состояния
зданий и сооружений методом
тепловизионных исследований**

В.Я. Горячев, С.В. Голобоков, Т.Ю. Бростилова

*Пензенский государственный университет, 440026, Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 44*

Golobokov_sv@mail.ru

Для оценки технического состояния внешних ограждающих конструкций зданий и сооружений и повышения энергоэффективности технологических процессов в настоящее время широкое распространение получили методы тепловизионных исследований [1].

Основные преимущества тепловизионных исследований - оперативность, дистанционные измерения, непрерывность потока информации. Исследования относятся к неразрушающему контролю и выполняются без остановки процесса, дается общая картина распределения тепловых полей и детальный анализ [1].

Тепловизор позволяет фиксировать быстропротекающие процессы и записывать в оперативную память результаты измерений. Распределение температур на поверхности тел дает информацию о внутренней структуре объекта исследований, режимах работы и возможных отклонениях.

Тепловизионные исследования [2] решают следующие задачи:

1. Оценка состояния внешних ограждающих конструкций.
2. Проверка тепловой изоляции, ветро- и гидроизоляции.
3. Проверка состояния инженерных систем.
4. Контроль режимов работы силового оборудования.

Специалисты кафедры «Электроэнергетика и электротехника» ПГУ принимают участие в реализации государственных программ по энергоэффективности и ресурсосбережению в различных отраслях.

Список литературы

1. ГОСТ Р 54852-2011 Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций.

2. Голобоков С. В. Диагностика технического состояния промышленных объектов методом тепловизионных исследований. Горячев В.Я., Голобоков С. В., Кожичкин Д.Ю. \ \ Труды международного симпозиума «Надежность и качество» Пенза, изд-во ПГУ, - 2013 с. 126-129.

Diagnostics of the technical condition of buildings and structures using thermal imaging

V.Ya. Goryachev, S.V. Golobokov, T.Yu. Brostilova

Penza State University, 440026, Russia, Penza-city, Red Street, 44

Golobokov_sv@mail.ru

The methods of imaging studies have widespread using for the evaluation technical condition of the buildings and installations external enclosing structures and improving the energy efficiency of technological processes [1].

Thermal imaging studies have some key advantages - operational efficiency, remote measurements, and continuous flow of information. There is no need to open an object, measurements are made without stopping the process. Such study provides an overview heat and thermal field and a detailed analysis [1].

The thermal image converter allows capturing high-speed processes and recording the results of measurements in the random-access memory. The distribution of temperatures on the bodies surface gives information about the internal structure of the research object, operating modes and possible deviations.

While evaluating the state of objects [2], thermal imaging studies address the following issues:

1. Assessing the technical condition of external enclosing structures.
2. Checking the state of thermal insulation, wind- and waterproofing.
3. Checking the state of utilities.
4. Setting the operating modes for the power equipment.

Specialists of the Department participate in the implementation of the State programmes on energy efficiency and resource conservation in various branches of a national economy.

References

1. ГОСТ Р 54852-2011 Buildings and structures. Method for thermal imaging quality control of thermal insulation for enclosing structures.

2. Goryachev V.Ya., Golobokov S.V., Kosjichkin D.Yu.. Diagnostics of industrial objects technical state of thermal imaging research method. // Proceedings of the international symposiums of mind "Quality and reliability" / Penza, PSU- 2013 с. 126-129.

Моделирование теплового состояния дорожного полотна в процессе удаления наледи тепловым способом

А.В. Головки, А.Н. Козлобродов, Н.А. Цветков

Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2

golov7031@gmail.com

Проблема удаления наледи с поверхности дорожного полотна представляет интерес с практической точки зрения в связи с большим количеством ДТП, происходящих на небольших по протяженности участках автомобильных дорог из-за образования гололедных явлений.

Анализ существующих методов ликвидации гололедных явлений на опасных участках автомобильных дорог показывает, что наиболее перспективным методом ликвидации зимней скользкости на покрытии дорожного полотна мостовых сооружений является тепловой способ [1]. Этот способ характеризуется обширным опытом применения как в мировой, так и в отечественной практике.

В настоящей работе для удаления наледи использовался тепловой метод с применением нанокompозитного резистивного материала, нанесенного на дорожную геосетку [2].

С целью выявить влияние нагревательного элемента на тепловое состояние многослойного дорожного полотна и наледи, покрывающей поверхность асфальтобетона, с помощью программного комплекса Comsol проведено численное исследование нестационарного теплового состояния пространственного фрагмента конструкции, с встроенным в нее нагревательным элементом, работающем в циклическом режиме.

Анализ полученных численных результатов позволяют подтвердить, что использование геосетки, с нанесенным на нее нанокompозитным резистивным материалом, является эффективным при борьбе с обледенением на дорогах.

Список литературы

1. Нюдь А.С., Киряков Е.И. О возможности использования резистивного материала для нагрева мостового покрытия // Вестник ТГАСУ. №6. – 2014 – С. 197 – 203.

2. Головкин А.В., Козлобродов А.Н., Моделирование теплового состояния мостового сооружения с использованием нанокompозитного тепловыделяющего покрытия // Избранные доклады 63-й научно-технической конференции студентов и молодых ученых ТГАСУ – 2017 – С.734 – 738.

Исследование и оценка нормируемых энергетических показателей многоквартирных и административных зданий различных конструктивных систем

А.В. Дегтяренко

*Общество с ограниченной ответственностью «Стройтехинновации
ТДСК», 634055, г. Томск, пр. Академический, 8/8*

sti.tdsk@mail.ru

Оценка энергетических показателей имеет большое значение и продиктована Федеральным законом №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», основные требования отражены в нормативах [2-4]. Целью данного исследования являлось формирование общей единой методики и оценка результатов натурных обследований энергетических показателей вводимых в эксплуатацию зданий различных конструктивных систем. Обследования проводилось зданий следующих конструктивных систем: крупнопанельный жилой дом; каркасный жилой дом системы Каскад; монолитный жилой дом; кирпичный жилой дом; административное здание школы на 1100 мест; административное здание школы на 200 мест. В программу оценки энергетических показателей шести типов зданий входит: почасовые измерение температуры и влажности наружного воздуха; инфракрасное термографирование наружной и внутренней поверхности стеновых ограждающих конструкций; инструментальное обследование систем отопления здания; инструментальное обследование систем вентиляции здания; выборочный контроль кратности воздухообмена в здании при разности давлений 50 Па согласно ГОСТ 31167; определение фактической величины сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций здания;

определение фактической величины теплоаккумулирующей способности здания.

Измерения проводились в зданиях вводимых в эксплуатацию, для выяснения влияния наличия жильцов на энергопотребление, необходимо, провести инструментальные измерения аналогичных показателей заселенных зданий. Проведенные инструментальные измерения по определению энергопотребления, показали, что основные фактические показатели энергопотребления здания соответствуют заявленным характеристикам, определенным по данным, представленным в энергетическом паспорте.

Список литературы

1. ФЗ №261 от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности»
2. Распоряжение Главной Инспекции Государственного Строительного Надзора Томской области №325 от 07.11.2011 г.;
3. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 7.04.2008г. №212;
4. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»

Autonomous power supply system for low-storey buildings

L.G. Zotov, M.F. Noskov, V.P. Razinkin, V.I. Khrustalev

*Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk,
K.Marx prospekt, 20*

rector@nstu.ru, eggl@rambler.ru

Design principles and circuit realization questions are considered for autonomous power supply systems feeding telecommunication equipment and consumer electronics. Wind generators and solar energy modules RZMP 240-T are suggested as power sources. Energy conversion is made using multi-contact AC-AC and DC-DC resonance type converters [1,2] and capacitor step up inverters with variable structure. It is shown that the considered systems have enhanced energy efficiency and low pulse interference level. That is achieved owing to utilization of modern element base and efficient operation regimes. The developed methodic for calculating the power circuit parameters and operation regimes ensures designing autonomous low-storey buildings power supply systems for any specified consumed power level and for any geographic region. The lower level of pulsation and pulse interference is achieved owing to the uniform

distribution of decentralized loads consumed currents over their conversion frequency period. Time diagrams for input and output currents of the decentralized autonomous power supply system verify substantial decrease of the consumed from battery current pulsation level. It is shown that owing to dynamic losses decrease, obtained by DC-DC converters power transistor switches soft commutation regime, the high efficiency can be ensured.

References

1. Zotov L. G., Razinkin V. P., Atuchin V.V. // International Journal of Electrical Power and Energy Systems. -. 2017. V. 91. P 117-120. -DOI: 10.1016/j.ijepes.2017.03.004.

2. Zotov L.G., Breido G. V., Isembergenov N. T. Yugaj V.V. // Modern Applied Science. 2015. V. 9. № 4. P 135-150. -DOI: 10.5539/mas/v9.n4p135.

Определение фактических характеристик алюминиевого радиатора с уменьшенными ребрами

З. Г. Марьина, А. Ю. Верещагин, А. В. Новожилова, М. А. Комаревцев

*Северный Арктический федеральный университет имени
М. В. Ломоносова, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17*

a.vereshchagin@narfu.ru, a.novozhilova@narfu.ru

В настоящее время на рынке нагревательных приборов широкое распространение получили алюминиевые радиаторы. Производители для снижения расхода металла на их изготовление и, соответственно, стоимости прибора, используют уменьшение поверхности внутренних и тыльных ребер. Заявляемая производителем теплоотдача при этом достаточно высокая. В соответствии с Постановлением [1] отклонение номинальной тепловой мощности секции, указанной в паспорте прибора, от показателей, установленных по результатам проведения испытаний, не должны превышать предельно допустимых значений ($\pm 5\%$). Таким образом, исследование конструктивных и режимных параметров работы прибора с уменьшенной поверхностью ребер является актуальной задачей.

В статье представлены результаты исследований радиатора типа *STI Classic* заявленной тепловой мощностью 1,92 кВт при расчетных условиях [2, 3]. При определении площади его поверхности оказалось, что она ниже, чем при полном оребрении, на 20%. Опытным путем установлено, что тепловая мощность прибора снижается при этом на

15% по сравнению с заявленной при расчетных условиях. В теплый период отопительного сезона при небольшой разности температур теплоносителя и воздуха в помещении средняя тепловая мощность радиатора совпадает с заявленным значением. Термограммы показали, что прибор при подключении сверху-вниз достаточно хорошо прогревается за 3,4 минуты, что говорит о малой инерционности прибора.

Список литературы

1. Обязательная сертификация всех типов отопительных приборов: https://www.c-o-k.ru/market_news/obyazatelnaya-sertifikaciya-vseh-tipov-otopitelnyh-priborov
2. ГОСТ 31311-2005 «Приборы отопительные. Общие технические условия». М.: Стандартинформ, 2006
3. Алюминиевые радиаторы STI Classic 500/80: http://teplotehnikann.ru/index/shema/radiatornoe-otoplenie/page_968/aljuminievye-radiatory-sti-35080/aljuminievye-radiatory-sti-350801/ (Дата обращения: 24.03.2018)

Actual performance of aluminium heating appliance with reduced fins determination

Z. G. Mar'ina, A. Yu. Vereshchagin, A. V. Novozhilova,
M. A. Komarevtsev

*Northern Arctic federal university named after M. V. Lomonosov,
17, Northern Dvina Emb., Arkhangel'sk*

a.vereshchagin@narfu.ru, a.novozhilova@narfu.ru

Aluminum heating devices are widely used nowadays. The manufacturer decreases surfaces of the rear and internal fins to reduce the price of radiator and declares that heat transfer is high enough. The nominal thermal power of the section of the heating device is indicated in the equipment certificate. Its deviation from the experimental points does not exceed 5% according to decree [1]. Thus analysis of structural and operating parameters of the heating device with reduced fins is an actual task.

The article presents the results of research of radiator of the *STI Classic* type. Its manufacturer's declared thermal power is 1.92 kW at the estimated conditions [2, 3]. The measured surface of this heating device is 20% lower than the same with integral fins. The thermal power of the section at the estimated conditions is 15% lower compared to value, declared by the manufacturer, was determined experimentally. While the difference in the

average temperature of the coolant and room temperature is small, the average thermal power of the heating device is equal to value, declared by the manufacturer. Thermograms show that the radiator is warm in 3.4 minutes when it is connected in a "top-down" scheme, so it is low-inertia device.

References

1. Binding certification of all types heating devices: https://www.c-o-k.ru/market_news/obyazatel'naya-sertifikaciya-vseh-tipov-otopitelnyh-priborov
2. GOST 31311-2005. heating devices. general specifications. Moscow, Standartinform Publ., 2006
3. Aluminum heating devices STI Classic 500/80: http://teploteknikann.ru/index/shema/radiatornoe-otoplenie/page_968/aljuminievye-radiator-y-sti-35080/aljuminievye-radiator-y-sti-350801/

Технико-социальные системы мониторинга потребления энергоресурсов и стандарты передачи данных систем

А. В. Марчуков, В. В. Видман, А. Видман

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

marchukovav@tpu.ru

Современные системы технического мониторинга потребления энергоресурсов имеют довольно развитую систему регистрирующих датчиков и функций. Но абсолютное большинство из них служит для сбора и анализа технических характеристик, систем генерации энергоресурсов и энергопотребления. В настоящее время, данные собираемые со счётчиков и датчиков используются только генерирующими и сбытовыми компаниями. Доступ к собранным данным не имеют ни потребители, ни государственные или контролирующие органы, что не позволяет осуществлять контроль за целевым использованием средств компаниями энергосбыта. Отсутствие контроля влечет за собой высокий уровень коррумпированности данных компаний [1].

Авторы данной статьи предлагают создать систему хранения данных о потреблении энергоносителей, построенную на технологии распределенного реестра. Данные передаются на сервера – энергосбытовой компании и сервер общества потребителей (гос-

услуги). Причём на сервере потребителей можно будет привязать базу данных приборов учёта с данными о потреблении с базой данных потребителей. На основе собранных данных можно строить различные модели финансирования расходов на энергоносители, прогнозировать расходы, производить мониторинг ценообразования и возможности оплаты услуг населением, составлять оперативные графики поставок топлива и ремонта, и.д.. Наличие интернета обеспечит доступ к системе всем участникам и контролирующим органам в любое время из любого места. При этом использование технологий распределенного реестра будет гарантировать достоверность данных и надежность их хранения [2]. Стандартизация данных, поступающих с датчиков позволит производить масштабирование сети, а также стандартизировать собираемые данные в программной реализации и устройства, выпускаемые различными производителями.

Список литературы

1. Clarke G.R.G., Xu L. C. // *Journal of Public Economics*. 2004. Т. 88. № 9-10. С. 2067–2097

2. Yanik S., Kiliç A.S. // *Studies in Systems, Decision and Control*. 2018. Т. 149. № 1. С. 521–543.

Энергосберегающая наружная ограждающая стенная конструкция каркасно-панельного здания

С.Н. Овсянников, В.Б. Максимов

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2*

maximov.valeriy@gmail.com

В последнее время активно развивается строительство каркасных зданий. По данной конструктивной схеме строят жилые, общественные и здания специального назначения. В этом случае применяют различные виды стеновых конструкций: как из мелкоштучных материалов, так и из крупных панелей. По своей схеме работы они могут быть как самонесущие, так и навесные. Основное требование, предъявляемое к наружным ограждающим конструкциям это сопротивление теплопередаче.

Для оптимизации строительно-монтажных работ и повышения энергетической эффективности наружной ограждающей конструкции и всего здания в целом необходимо упрощение технологии монтажа стеновой наружной ограждающей конструкции, снижения нагрузки на

несущие элементы каркаса, а так же снижение теплопотерь и минимизация мостиков холода.

Энергосберегающая наружная ограждающая стеновая конструкция каркасно-панельного здания содержит многослойные стеновые панели, включающие наружный слой, средний слой, заполненный утеплителем, внутренний слой и связи между внутренним и наружным слоем. Многослойные стеновые панели опираются на консольные вылеты и термовставки элементов каркаса, не превышающие толщины наружной стены каркасного здания, и утеплитель. Соединение верхних и нижних многослойных стеновых панелей через термовставки при возведении минимизирует "мосты холода". Помимо этого, в предложенной конструкции внутренний и наружный слои панелей опираются только на термовставку и одновременно являются не несущими (навесными) что позволяет выполнить их из легкого бетона, а толщину слоя эффективного утеплителя выполнить максимальной. В результате снижается собственная масса многослойных панелей, уменьшаются теплопотери и в целом повышается энергоэффективность. Подтверждается это следующими значениями: расчетное значение сопротивления теплопередаче по глади в глухой части стены $R=4,2 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; с учетом оконных откосов $R=3,31 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Приведенное сопротивление теплопередаче по фасаду составило $3,8 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ Класс энергосбережения по [2] A++.

Список литературы

1. Овсянников С.Н., Максимов В.Б. Энергосберегающая наружная ограждающая стеновая конструкция каркасно-панельного здания // Евразийский патент на изобретение №029292 от 30.03.2018 г.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.

Экспериментальные исследования энергоэффективных ограждающих конструкций для панельных зданий

А.А. Овчинников, А.В. Матвеев

*Общество с ограниченной ответственностью «Стройтехинновации
ТДСК», 634055, г. Томск, пр. Академический, 8/8*

sti.tdsk@mail.ru

Одним из наиболее распространенных технических решений наружных ограждающих конструкций панельных зданий,

применяемых для строительства в климатической зоне регионов Сибири, являются трехслойные стеновые панели, состоящие из наружного и внутреннего железобетонных слоев из легкого керамзитобетона и среднего слоя из эффективного утеплителя, такого как, например, пенополистирол. Вопрос соединения конструктивных слоев при наименьших тепловых потерях в настоящее время решается за счет композитных гибких связей. Данное решение на 30...50% повышает приведенное сопротивление теплопередачи наружных стен за счет значительного повышения коэффициента теплотехнической однородности до $r=0,95$. Для контроля качества продукции, реализуемой ОАО «ТДСК», было проведено экспериментальное определение сопротивления теплопередачи в лабораторных условиях фрагмента трехслойной стеновой. Схема экспериментального образца с фотофиксацией момента испытаний приведены на рис. 1.

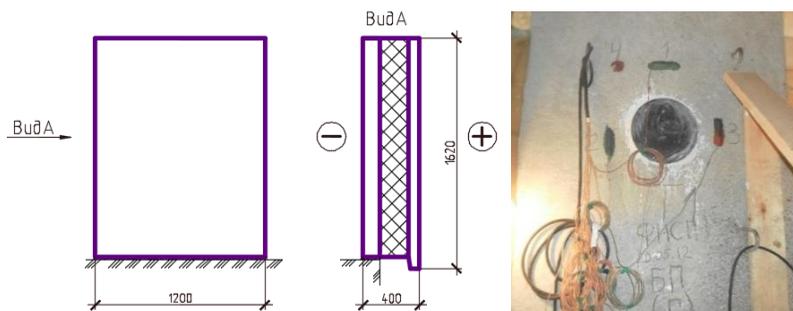


Рисунок 1. Схема испытательного образца в климатической камере с фотофиксацией общего вида

По результатам проведенных испытаний приведенное сопротивление теплопередачи фрагмента стеновой панели с композитными гибкими связями при испытании в течении 12 суток в климатической камере составило $R_{\text{эксп.}}=3.925 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$, что превышает требуемое значение для г. Томска $R_{\text{req}}=3.83 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$ [1].

Список литературы

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий

Аналитическое исследование оптического коэффициента передачи системы «Осветитель – слабозадымлённая воздушная среда – приёмник»

В.Ф. Панин, А.Г. Дашковский

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, г. Томск, ул. Ленина, 30*

vfpd@tpu.ru

Обзор работ [1], посвященных раннему обнаружению пожаро-опасного состояния, показывает, что в большом числе случаев решение такой задачи связывается с использованием фактора дыма.

В настоящее время широко распространен датчик дыма, построенный по нефелометрическому принципу. Его основу составляют осветитель (O) с узким (параллельным) пучком оптического излучения и приёмник (P) излучения, рассеянного контролируемой воздушной средой.

Одним из основных моментов анализа такого устройства является оптимизация взаимного расположения O и P , обеспечивающая максимум сигнала P по сравнению с традиционным расположением осей O и P : под углом $\pi/2$.

Проведение исследования обусловлено работами [2] и др., в которых установлена угловая структура рассеяния дымов материалов (электроизоляционных и других), используемых при оборудовании летательных аппаратов. Индикатрисы рассеяния подобных дымов «вытянуты вперед», то есть P принимает рассеянное излучение тем большей интенсивности, чем меньше угол между осями O и P .

Известно, что на оборудование летательных аппаратов накладываются жесткие ограничения в части электропотребления, габаритов, массы. «Вытянутость вперед» индикатрисы исследованных дымов указала на возможность значимого выигрыша в уровне сигнала P , и, следовательно, в электропотреблении, габаритах, массы датчика. Идея подобного энергетического выигрыша воплотилась в [3].

Задача исследования – количественно охарактеризовать энергетический выигрыш. В результате исследования показано, что использование «вытянутости» индикатрисы дымов обеспечивает энергетический выигрыш в десятки раз.

Список литературы

1. Дашковский А.Г., Панин В.Ф., Шмойлов А.В. // Безопасность жизнедеятельности, № 9, 2015. – С.44 - 50

2. Иониди И.Г., Козлов В.С., Панин В.Ф., Рапопорт Г.А., Фадеев В.Я. Исследование оптических и микрофизических характеристик дымовых аэрозолей. - Труды Всесоюзного совещания по атмосферной оптике.- Томск: изд. лаборат. ИОА СОАН СССР, 1976. – С.244-246.

3. А.С. 262081(СССР) Дымовой датчик / Е.В. Балашов, А.Г. Дашковский, В.Ф. Панин и др. – Приоритет изобр. 28.04.86, зарегистрир. в Гос.реестре изобр. СССР 01.10.87.

Analytical study of optical transfer system factor «Illuminator–smoke filled air–receiver»

V.F. Panin, A.G. Dashkovsky

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Lenina str., 30

vfpd@tpu.ru

Overview of works [1], dedicated to the early detection of fires withstanding, shows that in many cases the decision such tasks concerned by using the smoke factor.

It is now widely distributed smoke detector built by nefelometric principle. Its basis is illuminator (IL) with a narrow (parallel) beam of optical radiation and receiver (R) radiation, scattered controlled smoke filled air.

One of the highlights of the analysis of such a device is the optimization of the resolution of mutual disposition and providing maximum signal (R) compared with the traditional arrangement of axes IL and R: angled $3.14/2$.

The study is due to the works of [2], etc., in which the angular scattering structure smokes materials (electrical isolation and other) used in aircraft equipment. Scattering indicatrix sowing such smokes «stretched forward», i.e. R takes ambient so that heat radiation of greater intensity than the smaller angle between IL and R.

It is known that the aircraft equipment superimposed gesture-kya restrictions part of electricity consumption, dimensions, weight. «Next» indicatrix elongated smokes studied pointed to the possibility of meaningful win in signal level R, and therefore, as well as the dimensions of the mass sensor. The idea of such winning energy embodied in [3].

The objective of the study is to quantify energy winning. As a result of the study shows that the use of " stretched i" of indicatrix smokes provides energy winning in tens of times.

References

1. Dashkovsky a.g., Panin v.f., Shmojlov A.v.//life safety, no. 9, 2015. - P. 44-50
2. I.G. Ioanidi, V.S. Kozlov, V.F. Panin, Rapoport G.A., Fadeev V.Ia investigation of optical and microphysical characteristics of smoke aerosols.-Proc. IVsesojuznogo Conference on atmospheric optics.-Tomsk: IZD. laborato. OAI SIBERIAN SSSR, 1976. -P. 244-246.
3. A.s. 262081 (USSR) smoke detector/E.V. Balashov, A.G. Dashkovsky, V.F. Panin and others. -Priority image. 28.04.86, zaregistrir. the State Register of Fig. The USSR 01.10.87.

Методы анализа теплоснабжающих систем в условиях различных форм организации рынков тепловой энергии

В.А. Стенников, А.В. Пеньковский

*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева,
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130*

sva@isem.irk.ru, penkoffsky@isem.irk.ru

При проектировании теплоснабжающих систем (ТСС) возникает ряд задач, связанных с выбором наилучшей ее структуры и оптимальной организации взаимодействия соответствующих подсистем (источники тепла, тепловые сети, потребители). Задачи такого рода, как правило, являются многокритериальными и конфликтными, в силу того, что каждая подсистема оценивается своим целевым функционалом, а интересы, как самих подсистем, так и их элементов могут не совпадать. Это приводит к необходимости создания и применения теоретико-игровых моделей позволяющих проводить расчеты для получения оптимальных условий функционирования и развития ТСС.

В работе формулируются основные принципы формирования ТСС в условиях рынка по двум организационным моделям: модель «Единый закупщик» (конкурентный рынок тепловой энергии), модель «Единая теплоснабжающая организация» (рынок естественной монополии) [1].

Для рынка тепловой энергии в формате «Единый закупщик» разработана игровая математическая модель, основанная на подходе Курно. Она позволяет находить решение, соответствующее рыночному равновесию по Нэшу. Для модели рынка «Единая теплоснабжающая

организация» разработана равновесная математическая модель на основе классической задачи максимизации прибыли монополии. Для ее решения разработан алгоритм поиска равновесия спроса и предложения на тепловую энергию основанный на методе покоординатной релаксации. Проведено практическое исследование и сопоставление полученных результатов на примере реальной схемы теплоснабжения г. Ангарска.

Список литературы

1. Гительман Л.Д., Ратников Б.Е. Энергетический бизнес. М.: Дело, 2006. 600 с.

Methods of analysis of heat supply systems in terms of different forms of organization of heat energy markets

V. A. Stennikov, [A.V. Penkovskii](#)

Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 664033, Irkutsk, Lermontov str., 130

sva@isem.irk.ru, penkoffsky@isem.irk.ru

In the design of heat supply systems (HSS) raises a number of problems associated with the selection of the best of its structure and the optimum organization of the interaction of the relevant subsystems (heat source, heating networks, heat energy consumers). Problems of this kind are usually multicriteria and conflict, due to the fact that each subsystem estimated its cost function and the interests of both the sub-systems and their components cannot match. This leads to the need for and the use of game-theoretic models allows calculations to obtain the best conditions for the functioning and development of HSS.

In the work with the main principles of formation of HSS in market conditions for the two organizational models: the model "Single Buyer" (competitive heat market), the model of "Uniform Heat Supply Organization" (the market a natural monopoly) [1].

For the market of heat energy in the format "Single buyer" developed a mathematical model based on Cournot approach. It allows you to find the solution corresponding to a market Nash equilibrium. For the market model "Uniform Heat Supply Organization" developed equilibrium mathematical model based on the classic profit maximization problem of a monopoly. A search algorithm for solving a mathematical model of the market "Uniform Heat Supply organization", based on the method of coordinate-wise

relaxation. Conducted practical research and comparison of the obtained results on the example of real heat supply system of Angarsk.

References

1. Gitel`man L.D., Ratnikov B.E. Energy business. M.: Delo, 2006. 600 p. [in Russian]

Расчет системы солнечного теплоснабжения здания на примере населенных пунктов с разными климатическими условиями

И.Я. Львович, А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров

*Воронежский институт высоких технологий, 394043, г. Воронеж,
ул. Ленина, 73а*

*Воронежский государственный технический университет, 394026,
г. Воронеж, Московский проспект, 14*

Целью данной работы является рациональное энергозамещение нагрузок здания на основе утилизации солнечной энергии [1].

Расчет производится для трех городов с различными климатическими условиями. Для сравнительного анализа полученных данных в качестве рассматриваемого здания принимается коттедж:

количество этажей – 2; общей площадью 140 м²; число – людей 4.

Исходные данные для расчета солнечного теплоснабжения здания: 1) Населенные пункты: г.Астрахань, г.Казань, г.Находка. 2) Климатические характеристики: среднее по месяцу количество суммарной и диффузной солнечной радиации, в течение дня, которая поступает к горизонтальной поверхности и значение температуры воздуха снаружи. 3) В качестве рассматриваемого коллектора принят неселективный плоский коллектор с двухслойным остеклением.

Проведен расчет среднемесячного дневного количества общей солнечной энергии, которая идет к наклонной поверхности солнечного коллектора. Рассчитан коэффициент полезного действия коллектора, указаны данные максимальной температуры по теплоносителям, оптическому КПД и коэффициенту теплопотерь для базовых видов коллекторов [2]. Дана оценка годовой экономии топлива. Проведен расчет сезонных систем горячего водоснабжения для случая замены традиционных источников энергии на солнечные.

Список литературы

1. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Гарькавый К.А. Вопрос теории и инновационных решений при использовании гелиоэнергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 2009. 504 с.

2. Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканава А.Н., Егиазаров А.Г., Михайлов Л.М., Невский В.В., Моор Л.Ф., Шилькрот Е.О., Наумов А.Л., Финкельштейн С.М., Харченко Н.В., Васильев С.С., Ивянский А.З., Староверова Н.И., Варфоломеева А.П. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. I. Отопление. Под ред. И. Г. Староверова и Ю. И. Шиллера. М.: Стройиздат, 1990. 344 с.

Calculation of the solar heating system of the building on the example of settlements with different climatic conditions

I. I. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, O. N. Choporov

*Voronezh Institute of high technologies, 394043, Voronezh, Lenina str., 73a
Voronezh state technical University, 394026, Voronezh,
Moskovsky prospect, 14*

The purpose of this paper is the rational energy substitution of building loads based on the utilization of solar energy [1].

The calculation is made for three cities with different climatic conditions. For comparative analysis of the data as the building under consideration is taken cottage: number of floors – 2; total area of 140m²; number of people - 4.

Initial data for the calculation of solar heating of the building:

1) Towns: Astrakhan, Kazan, Nakhodka.

2) Climatic characteristics: the monthly average amount of total and diffuse solar radiation during the day, which comes to the horizontal surface and the value of the outside air temperature.

3) As the considered collector the non-selective flat collector with double-layer glazing is used.

The calculation of the average monthly daily amount of total solar energy, which goes to the inclined surface of the solar collector. The efficiency of the collector is calculated, the data of the maximum temperature for heat carriers, optical efficiency and the heat loss coefficient for the basic types of collectors are indicated [2].

The estimation of annual fuel economy, which is provided by the use of solar energy is carried out.

The calculation of seasonal hot water supply systems for the case of replacement of traditional energy sources by solar is made.

References

1. Amerkhanov R. A., Butuzov V. A., Garkavy K. A. The question of theory and innovative solutions in the use of solar energy systems. - Moscow: Energoatomizdat, 2009. 504 p.

2. Bogoslovsky V. N., Krupnov B. A., Skanavi A. N., Egiazarov A. G., Mikhailov L. M., Nevsky, V. V., Moore, L. F., Shilkrot E. O., Naumov A. L., Finkelstein, S. M., Kharchenko N. In: Vasilyev S. S., Iwanski A. Z., N. Staroverova. And. Varfolomeeva, A. P. Internal sanitary-technical devices. At 3 H. I. heating. Under the editorship of Staroverov I. G. and J. I. Schiller. M.: Stroyizdat, 1990. 344 p.

Реализация концепции энергоэффективных систем управления внешним освещением на основе технологии индустрии 4.0

С.Р. Сулейманов, В.Я. Ушаков, А.Д. Мехтиев

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, 634034, Россия, г. Томск, ул. Усова, 4а*

seidamet.s@gmail.com

Качество систем наружного освещения является одним из показателей развития и благосостояния страны. Для решения проблемы повышения энергоэффективности осветительных систем необходимы не только энергосберегающие осветительные приборы, но и устройства для интеллектуальных систем рационального управления энергопотреблением на основе SMART технологий [1].

Совместно с научно-производственной компанией «КазТехАвтоматика» был разработан действующий прототип ИСУЭО, который позволил выполнить испытания системы в условиях пилотного проекта на автодороге в городе Темиртау в 2017 году.

Проведенные испытания, длящиеся 3 месяца, показали возможность снизить расход электроэнергии в городских электроосветительных сетях практически до 6 раз (По данным коммунального управления Горсвета г. Темиртау).

Опытная эксплуатация разработанной нами ИСУЭО показала ее преимущества перед существующими аналогами, особенно отчетливо проявляющиеся при замене технически устаревших светильников с газоразрядными лампами на энергоэффективные светодиодные.

Затраты на эксплуатацию одного светильника в течение года снизились до 9 раз, а потребления электроэнергии до 6 раз. Применение ИСУЭО может обеспечить уменьшение электропотребления на 30-34% даже в сравнении с системами уличного освещения, прошедшими модернизацию – замену электроламп ДРЛ на светодиодные [2].

Список литературы

1. Мехтиев А.Д., Сулейманов С.Р., Нешина Е.Г. Интеллектуальная система рационального управления электроосвещением на основе SMART-технологии. *Международный научный журнал «Актуальные проблемы современности»*. № 3 (17). – Караганда: Болашақ-Баспа. - 2017. - С. 160-163.

2. Шуберт Ф.Е. Светодиоды // М., Физматлит. – 2008. – 496.

Realization of energy efficiency concept of outdoor lighting management system based on industry technology 4.0

S.R. Suleimanov, V.Y. Ushakov, A.D. Mekhtiev

National Research Tomsk Polytechnic University, 634034, Russia, Tomsk, Usov Street, 4a

seidamet.s@gmail.com

The quality of outdoor lighting systems is one of the indicators of the development and welfare of the country. To solve the problem of improving the energy efficiency of lighting systems, not only energy-saving lighting devices are needed, but also devices for smart energy management systems based on SMART technologies [1].

Together with the scientific and production company called "KazTechAutomatics", a working model of the intelligent outdoor lighting management system (IOLMS) was developed. The prototype allowed to perform system tests in the conditions of the pilot project on the road in Temirtau in 2017.

The tests carried out lasting 3 months showed the opportunity to reduce electricity consumption in urban electric lighting networks up to 6 times (According to the communal department of Temirtau).

Experimental operation of the IOLMS developed by us showed its advantages over existing analogues, especially clearly manifested when replacing technically obsolete gas-discharge lamps. The operating cost of a single luminaire decreased to 9 times during the year, and electricity

consumption to 6 times. The application of the IOLMS can provide a reduction in power consumption by 30-34% even in comparison with outdoor lighting systems that have undergone modernization - replacing the AML lamps with LED lamps [2].

References

1. A.D. Mekhtiev, S.R. Suleimanov, E.G. Neshina. Intelligent system of rational management of electro-lighting based on SMART-technology. International scientific journal "Actual problems of modern times". - 3(17). – Karaganda: Bolashak-Baspa, 2017. - P. 160-163.
2. Shubert F.E. LEDs. // М., Fizmatlit. – 2008. – 496.

Use of numerical modeling to select a rational scheme for air exchange

V.M. Ulyasheva, A.A. Vdovichev

*St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
190005, St. Petersburg, ul.II Krasnoarmeyskaya, 4*

ulyashevavm@mail.ru

The article considers the issues of increasing the energy efficiency of the air conditioning system in an office building with low ceilings. The tasks were solved to create an efficient air exchange system, to improve the air distribution quality and to provide a given air circulation scheme by changing the number and location of fan-type air outlets. The study of the problem is realized on mathematical modeling method the basis with the using the universal program STAR-CCM+. On the analysis of spatial fields of temperature distribution and air velocity basis, the features of the interaction of the inlet full horizontal fan-like flooring jets identified. The justification of the proposed version of air-supply devices placement from the energy saving position carried out. The results of the work implemented in the project activities.

Использование сульфаткальциевых твердых отходов в ресурсосберегающих производствах строительных материалов и альтернативных изделий

Ю.М. Федорчук¹, В.В. Матвиенко¹, Д.В. Нарыжный¹, А.А. Волков¹, Т.П. Малинникова¹, Л.А. Аниканова², М.А. Саденова³, Н.В. Замятин⁴, Г.В. Смирнов⁴

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

² *Томский государственный архитектурно-строительный университет*

³ *Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева*

⁴ *Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники*

Наличие сульфаткальциевых отходов химической промышленности вызывает желание у научных сотрудников и практиков-производственников как у нас в России, так и за рубежом превратить вышеупомянутые отходы в целевой, полезный в народном хозяйстве, продукт. Источником указанных отходов являются химические производства фтороводорода, производства фосфорных удобрений и фосфорной кислоты, производства борной кислоты, производства титана и др. В большинстве технологий сульфаткальциевые отходы выбрасывают в окружающую среду в виде двуводного гипса (гг. Воскресенск, Лермонтов, Череповец, Полевской, Комсомольск–на–Амуре). На производствах в атомной промышленности при получении фтороводорода в Северске и Усть-Каменогорске получают отходы в виде безводного сульфата кальция, но на Ульбинском металлургическом заводе в Казахстане до сегодняшнего дня газаций кислый фторангидрит вывозят автосамосвалами на отвальное поле, расположенное на берегу р. Иртыш, а в Северске эти отходы нейтрализуют натриевой щелочью, распульповывают и через систему канализации сбрасывают в р. Томь, а затем - в р. Обь. Сотрудниками ТПУ и многими другими исследователями доказана экономическая эффективность использования сульфаткальциевых отходов в строительной промышленности в виде вяжущего в бесцементных ангидритовых композитах. Но экономическая эффективность проявляется только в том случае, когда сульфаткальциевые отходы извлекают из

химической промышленности в сухом безводном обезвреженном (рН= 7-9) состоянии. В этом случае после измельчения и модифицирования упрочняющей добавкой фторангидрит превращается в техногенное ангидритовое вяжущее, на основе которого в 70-х годах прошлого столетия в Японии, в 90-х и двухтысячных годах на Урале и в Западной Сибири в промышленных масштабах получали различную ангидритовую строительную продукцию по ресурсо- и энергосберегающим технологиям. Несмотря на очевидное преимущество вовлечения в дальнейшую переработку указанных отходов производства, нестабильность их свойств и и некоторых материалов на их основе вызывали рекламации от потребителей ангидритовой строительной продукции.

Сотрудники ТПУ, ТГАСУ, ВКГТУ и ТУСУРа, объединив свои знания и опыт, разработали основные критерии, при соблюдении которых на примере фтороводородных производств, будет осуществляться получение техногенного ангидрита и ангидритового вяжущего на таких предприятиях, как ОАО «Галополимер», г. Пермь, ОАО «СХК», г. Северск Томской области, АО «УМЗ», г. Усть-Каменогорск, (Казахстан) со стабильными свойствами, а на основе техногенного ангидрита предлагается получение ресурсосберегающей строительной продукции, например, половые стяжки, штукатурные растворы, листы ПАНО (Панели АНгидритовые Отделочные), каркасно-монолитные модули помещений, изделия малых архитектурных форм, композиты буровых и тампонажных растворов и др.

The use of sulphate-calcium solid waste in resource-saving production of building materials and alternative products

Yu.M. Fedorchuk¹, V.V. Matvienko¹, D.V. Naryzhny¹, A.A. Volkov¹,
T.P. Malinnikova¹, J.J. Klemesh², P. Varbanov², L.A. Anikanova³,
M.A. Sadenova⁴, N.V. Zamyatin⁵, G.V. Smirnov⁵

¹ *National Research Tomsk Polytechnic University*

² *University of Technology, Brno, Czech Republic*

³ *Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*

⁴ *East Kazakhstan State Technical University D. Serikbayev*

⁵ *Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics*

The presence of sulphate-calcium waste in the chemical industry causes the desire of researchers and practitioners-production workers both in Russia and abroad to turn the above-mentioned waste into a target

product useful in the national economy. The source of these wastes is chemical production of hydrogen fluoride, production of phosphate fertilizers and phosphoric acid, production of boric acid, titanium production, etc. In most technologies, calcium sulphate waste is released into the environment in the form of two-water gypsum (cities of Voskresensk, Lermontov, Cherepovets, Polevskoy, Komsomolsk– on – Amure). In the nuclear industry, in the production of hydrogen fluoride in Seversk and Ust-Kamenogorsk, waste is obtained in the form of anhydrous calcium sulphate, but at the Ulba metallurgical plant in Kazakhstan until today, acidic hydrofluoric acid is dumped by dump trucks to the dump field located on the banks of the r. Irtysh, and in Seversk, this waste is neutralized with sodium alkali, pulped and thrown into the r. Tom, and then - in p. Ob. TPU staff and many other researchers have proved the economic efficiency of using sulphate-calcium waste in the construction industry as a binder in cementless anhydrite composites. But economic efficiency is manifested only in the case when sulphate-calcium waste is extracted from the chemical industry in a dry anhydrous neutralized (pH = 7-9) state. In this case, after grinding and modifying with a hardening additive, the fluoro-anhydrite is transformed into a technogenic anhydrite binder, on the basis of which in the 70s of the last century in Japan, in the 90s and 2000 years in the Urals and in Western Siberia, various anhydrite building products were obtained on an industrial scale on resource and energy saving technologies. Despite the obvious advantage of the involvement in the further processing of these production wastes, the instability of their properties and some materials based on them caused complaints from consumers of anhydrite building products.

Employees of TPU, TGASU, EKSTU and TUSUR, combining their knowledge and experience, developed the main criteria, subject to which, using the example of hydrogen fluoride production, will be produced technogenic anhydrite and anhydrite binder at such enterprises as JSC «Halopolimer», Perm, JSC «SCC», Seversk, Tomsk Region, JSC «UMP», Ust-Kamenogorsk, (Kazakhstan) with stable properties, and on the basis of technogenic anhydrite, it is proposed to obtain resource-saving construction products, for example, floor ties, plasterers e solutions, panel PANF (Panel ANhydrite Finishing), frame-monolithic modules Improvement, products of small architectural forms, composites drilling and grouting mortars etc.

Основы выбора схемы и оборудования автоматизированного индивидуального теплового пункта

С.О. Хомутов, И.А. Бахтина

*Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46*

altgtu@list.ru

Наибольшую долю в энергопотребление жилищно-коммунального хозяйства практически в любой стране вносят системы теплоснабжения и отопления. Поэтому энергосбережение в данных системах оправдано как экономически, так и экологически. Совершенствование данных систем возможно несколькими путями: оптимизация распределения тепла при установке современных PID-регуляторов [1], снижения расхода тепла за счет применения термостатических и балансировочных клапанов в системах отопления [2] и др. Однако, как показывает опыт европейских стран и России, наибольшая экономия тепловой энергии достигается за счет установки индивидуальных тепловых пунктов у потребителей [3, 4].

Задача автоматического управления системами отопления – многопараметрическая. В данной работе сформулированы основные требования к системам автоматики, применяемых для регулирования систем отопления, выполнен анализ структурных схем автоматического регулирования и выбрана оптимальная схема. В настоящее время на рынке представлены индивидуальные тепловые пункты, которые зачастую включают оборудование и приборы только своих фирм, что не всегда позволяет решать многовариантные задачи управления системами отопления. Поэтому в работе был произведен выбор оборудования для индивидуального теплового пункта.

Необходимо отметить, что переход на автоматизированные индивидуальные тепловые пункты не только позволяет получить существенную экономию тепловой энергии у потребителей (до 40 %) и улучшить надежность систем теплоснабжения, но и внедрить комплексные согласованные системы автоматизации зданий [5], что отвечает современным тенденциям энергосбережения.

Список литературы

1. Yang Weidong, Xu Xiaowei, Jia Pengfei, Ma Yuanyuan et al // J. Hebei Univ. Technol. 2017.46. № 1 С. 53–58.

2. Zhang Lipeng, Gudmundsson Oddgeir, Thorsen Jan Eric, Li Hongwei et al // *Energy*. 2016. 107. С. 431–442.
3. Ливчак В. И. // *Гл. энергетик*. 2016. № 5. С. 48–60.
4. *Fachmedium TGA-Branche*. 2015.46. № 3. С. 20.
5. *Elektrowirtschaft*. 2016. № 11. С. 55.

Basic Principles of Choosing Patterns and Equipment for Automated Individual Heating Unit

Stanislav Khomutov, Irina Bakhtina

Polzunov Altai State Technical University, 656038, 46 Prospekt Lenina, Barnaul

altgtu@list.ru

Organization of technical and economic electric systems makes it possible to obtain a significant saving of fuel resources [1], to reduce carbon dioxide emissions from organic fuel burning and alongside with increasing economic indicators to contribute to improvement of environmental indicators. The largest share of energy consumption of enterprises and housing and communal services almost in every country is made by the systems of heat supply. Therefore, the improvement of such systems is justified both economically and environmentally. Improvement of centralized heat supply systems is possible in several ways: optimization of heat distribution by means of modern PID-regulators installation [2], reduction of heat consumption due to thermostat valve installation with balancing valve in heat supply systems [3], etc. However, European countries and Russia's experience shows that the greatest economy of thermal energy is achieved due to the transition to automatic regulation in individual heating units [4, 5].

The article presents the analysis of structural patterns of automated control of heating systems during installation of individual heating unit. The main requirements for organization and automation systems, used in individual heating units are laid, optimal pattern is chosen and the choice of the main equipment is considered.

It should be noted that the transition to automated individual heating unit not only allows obtaining heat savings of consumers up to 40% and improving reliability of heating system, but also introduces integrated coordinated automated systems of buildings [6], that meets the current energy saving trends.

References

1. Busch J., Roelich K., Bale Catherine S.E., Knoeri C. // Energy Policy. 2017. 100. P. 170–180.
2. Yang Weidong, Xu Xiaowei, Jia Pengfei, Ma Yuanyuan et al // J. Hebei Univ. Technol. 2017.46. № 1 P. 53–58.
3. Zhang Lipeng, Gudmundsson Oddgeir, Thorsen Jan Eric, Li Hongwei et al // Energy. 2016. 107. P. 431–442.
4. V.I. Livchak // Electric Supervisor. 2016. № 5. P. 48-60.
5. Fachmedium TGA-Branche. 2015.46. № 3. P. 20.
6. Elektrowirtschaft. 2016. № 11. С. 55.

Эффективность использования солнечной энергии дуальными системами горячего водоснабжения в условиях климата Якутии

Ю.О. Кривошеин, А.Н. Хуторной, Н.А. Цветков, А.Е. Колесов

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет, Россия, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2*

khantgs@mail.ru

Институтом высоких температур Российской академии наук (ИВТ РАН) в результате многолетних исследований установлено, что в России наиболее «солнечными» регионы Приморья и Юга Сибири (от 4,5 до 5,0 кВт·ч/м² в день). Северный Кавказ, включая известные российские черноморские курорты (Сочи и др.), по среднегодовой солнечной радиации относится к той же зоне, что и большая часть Сибири, включая Якутию (4,0-4,5 кВт·ч/м² в день). Это позволяет создавать на основе мирового опыта и успешно эксплуатировать различные автономные гибридные системы электро- и теплоснабжения в труднодоступных и малонаселенных территориях Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера.

Наиболее крупное и успешное применение разработанных дуальных систем горячего водоснабжения с применением газового котла и солнечных вакуумных трубчатых коллекторов осуществлено при строительстве малоэтажных жилых домов (2012–2017 годы) в энергоэффективном городском округе «Жатай» в г. Якутске (рис. 1).



а)

б)

Рисунок 1. Энергоэффективные жилые дома в городском округе «Жатай» (г. Якутск): а) одно-подъездные; б) трех-подъездные

Разработанный автоматизированный экспериментальный комплекс с контролем параметров в режиме реального времени и внешнем доступе позволил выполнить детальные исследования часовых, суточных и месячных режимов работы дуальной системы горячего водоснабжения в 23-квартирном доме по ул. Комсомольская 3. Анализ результатов исследования позволил оценить эффективность использования солнечной энергии системой за год.

Оптимизация потребления тепловой энергии зданиями: графики изменения нагрузки буднего и выходного дня

С. В. Чичерин

*Омский государственный университет путей сообщения,
644046, Россия, г. Омск, пр. Маркса, 35*

man_csv@hotmail.com

Цель настоящей работы – обеспечить руководством исследователей, проектировщиков и эксплуатирующий персонал, работающий в отрасли теплоснабжения. Задачей стало ускорение новых исследований в смежных областях и ощутимая экономия времени тех, кто еще плохо ориентируется в моделировании с использованием ГИС-технологий и оптимизации графиков потребления тепловой энергии. Работа предлагает некоторые

конкретные шаги, связанные с эксплуатацией системы централизованного теплоснабжения жилого массива.

Был смоделирован конкретный жилой массив; после чего была разработана математическая модель, совмещающая в себе оптимальную конфигурацию и способ эксплуатации тепловой сети. При создании этой модели, во-первых, было применено изображение, полученное путем аэрофотосъемки, а, во-вторых, был сконструирован график изменения тепловой нагрузки.

Для прогнозирования потребления тепловой энергии зданием был использован заранее заготовленный набор данных, содержащий информацию по отопительному сезону в г. Омске, находящемся в России, в Юго-Западной Сибири. В качестве исходных данных были взяты два дня, представляющие рабочий день и выходной в ноябре 2017 г. Как было упомянуто, в рамках второго этапа с помощью рассматриваемой модели были получены численные результаты; при расчете использовались как оптимальные принципы эксплуатации, так и фактические показатели температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах. На основе полученных данных по одному выходному и рабочему дню в будущем предлагается изменить порядок эксплуатации системы в целом. Цель такой оптимизации очевидна – снижая суточное теплотребление, мы можем снизить годовое потребление ископаемого топлива и годовые эксплуатационные затраты, связанные с работой тепловой сети. Пока же было произведено сравнение полученных путем моделирования и снятых с приборов учета показателей.

Из такого сравнения следует, что погрешность слегка различается для результатов выходного и буднего дня, не коррелируя с этим. В целом результаты достаточны и важны, т. к. моделирование позволяет срезать пики потребления в 2:00 и 7:00, как правило, происходящие по вине постепенно возрастающих тепловых потерь и переходных процессов после окончания планового снижения мощности отопительных систем в ночной период. Кроме того, было показано, что погрешность возрастает, когда оптимизированные значения сильнее отличаются от заданных базовым профилем теплотребления и наоборот. В течение рабочего дня хорошо заметны местные пики, вызванные использованием тепловой энергии на нужды ГВС и ручным управлением термостатами. Это приводит к большей относительно выходного дня неопределенности между фактическими и полученными в результате оптимизации кривыми изменения нагрузки.

Список литературы

1. Boloşina, A., Boloşins, G. & Blumberga, D. Analysis of the Impact of Decreasing District Heating Supply Temperature on Combined Heat and Power Plant Operation. *Environ. Clim. Technol.* 14, 41–46 (2014).
2. Goodier, C. I., Chmutina, K., Poulter, E. & Stoelinga, P. Potential for seawater district heating and cooling in the UK. *Proc. ICE - Energy* 3, 1–5 (2013).
3. Чичерин С. В. Выглубление каналов тепловых сетей – ключ к их эффективной эксплуатации // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. № 9. 49–56. doi:10.5281/zenodo.1158414
4. Чичерин С. В. Новая методика определения степени коррозионного поражения элементов систем трубопроводного транспорта // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 12. С. 110–115 doi:10.5281/zenodo.1158784
5. Chicherin, S. District Heating System Performance Characteristics (Omsk, Russia, Nov. 2017). Mendeley Data, v1 (2017). doi:10.17632/4tgyрy6hhf.1

Влияние теплонагревательного элемента на тепловые характеристики светопрозрачных конструкций

Е.В. Петров, И.С. Яхругин

Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2

petrov1818@rambler.ru

В работе представлены результаты экспериментальных исследований влияния теплонагревательного элемента на тепловые характеристики светопрозрачных ограждающих конструкций. Целью настоящего исследования являлось изучение влияния использования низкотемпературного теплового излучения теплонагревательной пленки Heat Plus Standard SPN–305–225 на возможность изменения тепловых характеристик оконной конструкции с целью снижения через них тепловых потерь. В качестве объекта исследования была взята оконная конструкция с размерами Н×В, равными 1450×400 мм (рисунок 1).

При проведении экспериментальных исследований по измерению тепловых характеристик окна применялся измеритель плотности тепловых потоков и температуры ИТП–МГ4.03/Х(У) «Поток». Данные по измеренным температурам в каждой точке конструкции окна на поверхности остекления без теплонагревательного элемента и с применением теплонагревательного элемента представлены на рисунке 2.

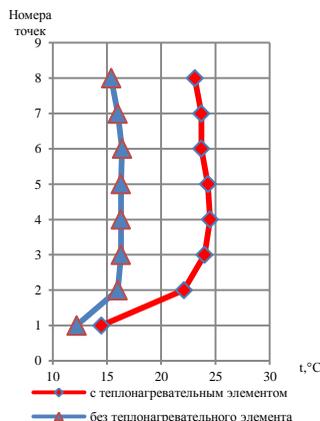
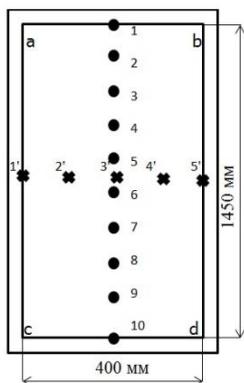


Рис. 1. Схема установки датчиков температуры по внутренней поверхности остекления **Рис. 2.** Распределение температур по внутренней поверхности остекления

На основе представленных данных экспериментальных исследований видно, что применение теплонагревательного элемента в оконной конструкции позволяет не только существенно повысить температуру внутренней поверхности остекления, но и как результат, снизить тепловые потери через светопрозрачные ограждающие конструкции и, тем самым, позволяет экономить на отоплении зданий в зимний период времени.

Список литературы

1. Nizovtsev M.I., Terekhov V.I., Petrov E.V., Gnyrya A.I. Experimental investigation of the effect of heat release in an interglass space on the thermal characteristics of a glazed windows // Heat Transfer Research. 2002. Т. 33, №5–6. С. 334–341.

Секция 2. Теоретические основы повышения энергетической эффективности

Process Simulation and Energy Integration of hydrogenation Unit

Xuepeng Liu¹, Chun Deng¹, Xiao Feng², Xingying Lan¹

¹ *State Key Laboratory of Heavy Oil Processing, College of Chemical
Engineering, China University of Petroleum, Beijing, 102249, China*

² *School of Chemical Engineering & Technology, Xi'an Jiaotong University,
Xi'an, 710049, China*

chundeng@cup.edu.cn

Keywords: Hydrogenation; process modeling and simulation; energy integration.

As the processing ratio of inferior and heavy oil has been increasing and environmental regulations impose increasingly stringent requirements on the quality of fuel oil, the proportion of oil product hydrogenation processes in refineries has gradually increased. The hydrogenation device is also known for its high energy consumption and complicated reaction-separation-heat transferring connection. Therefore, the entire process simulation and energy integration of the hydrogenation plant is of great significance.

In recent years, there have been numerous reports on process simulation and heat exchanger network optimization for refinery plants. However, the existing problem is that the application of the process simulation model of production plant is still only to focus on the optimization of the unit operations, such as the optimization of the operation of the tower ^[1, 2], but the connection relationship of reaction- separation - heat transferring has not yet been explored; the integrated optimization analysis of the energy system is also limited to the integration optimization of the heat exchanger network ^[3-5] and the optimization of the inter-unit heat exchange ^[6]. For hydrotreating units, researches on the design optimization of absorption stabilization systems have been reported ^[7], but the entire process simulation and energy integration optimization for the integrated reaction process and separation process have not yet been carried out.

In this article, ASPEN HYSYS software will be used for a hydrogenation plant to build the whole process simulation model with the hydrogenation reactor model based on strict mechanism modeling. Next, the simulation results would be compared with the actual operation data to validate and adjust model calculation parameters. The deviation of the simulation results from the actual process operation data need to be not greater than 5%. Based on the model, the separation process of the reaction product will be studied and designed. The integration and optimization of the entire heat exchanger network, and the coupling characteristics of the reaction-separation-heat transferring will be analyzed. The entire process simulation and energy integration leads to energy conservation, emission reduction and resource consumption reduction.

References

1. Gadalla, M., Jobson, M. and Smith, R, Optimization of existing heat-integrated refinery distillation systems, *Chemical Engineering Research & Design*, 81(2003)147-152.
2. Al-Mayyahi, M. A., Hoadley, A. F. A. and Rangaiah, G. P, Energy optimization of crude oil distillation using different designs of pre-flash drums, *Applied Thermal Engineering*, 73(2014) 1204-1210.
3. Phipps, M. A. and Hoadley, A. F. A ,Experiences from using heat integration software to determine retrofit opportunities within a refinery process, *Korean Journal of Chemical Engineering*, 20(2003) 642-648.
4. Zhang, B. J., Chen, Q. L., Hu, S., Gu, W. G. and Hui, C. W, Simultaneous optimization of energy and materials based on heat exchanger network simulation for diesel hydrotreating units, *Chemical Engineering Research & Design*, 88(2010)513-519.
5. Bumbac, G. and Ud-Din, M. B, HEN Retrofit Solution in an AVCODU by Using Process Heat Integration and Process Simulation Methodologies, *Revista De Chimie*, 66(2016)2152-2156.
6. Plesu, V., Bumbac, G., Iancu, P., Ivanescu, I. and Podescu, D. C, Thermal coupling between crude distillation and delayed coking units, *Applied Thermal Engineering*, 23(2003)1857-1869.
7. Querzoli, A. L., Hoadley, A. F. A. and Dyson, T. E. S, Identification of heat integration retrofit opportunities for crude distillation and residue cracking units, *Korean Journal of Chemical Engineering*, 20(2003)635-641.
8. Liu, X. G., He, C., He, C. C., Chen, J. J., Zhang, B. J. and Chen, Q. L, A new retrofit approach to the absorption-stabilization process for improving energy efficiency in refineries, *Energy*, 118(2017)1131-1145.

Фактические и располагаемые электрические величины и их небалансы для узлов энергосистемы

Ю.Д. Бай, М.В. Андреев, Н.Ю. Рубан, Р.А. Уфа, А.А. Суворов,
С.А. Ставицкий, А.В. Киевец, И.А. Разживин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

tbf@list.ru

Элементы сети предназначены для выполнения функции пропуска фактической электрической мощности к потребителям. В аварийной ситуации элементы должны пропустить всю требуемую мощность. Чтобы данную функцию обеспечить, при проектировании и построении сети предусматривают увеличенные сечения проводов линий, проходные мощности трансформаторов, затраты на другие мероприятия. Чтобы понять, на какую величину нужно их увеличивать, находят максимально-предельные потоки мощности. Данное решение не является абсолютно эффективным, т.к. неизвестно, насколько соотносятся проведенные мероприятия с вероятностью происхождения аварии. Для уточнения этого необходимо знать, откуда может появиться повышенная мощность для электропотребления. Следовательно, необходимо в недетерминированном [1] виде определить как располагаемая мощность электростанций распределяется по сети для обеспечения электропитания.

В рамках задачи предполагается распределение располагаемой мощности электростанций по сети в соответствии с правилами электротехники с учетом ограничений, свойственным регламенту эксплуатации.

При возможности нахождения вероятностных характеристик фактических параметров режима [2, 3] и использовании специального алгоритма для нахождения плотности распределения вероятностей располагаемых значений этих же параметров режима рассматривается вопрос их использования для электроэнергетических задач расчета рисков. А именно - от превышения фактической электрической величиной потока полной мощности через трансформаторный элемент располагаемой мощности этого элемента и от снижения располагаемой мощности электростанций энергосистемы относительно номинальной мощности трансформаторного элемента.

Сумма рисков при разных номинальных мощностях трансформаторного элемента имеет разные значения. При минимальном значении суммарного риска целесообразно принять

номинальную мощность трансформаторного элемента. Аналогично может быть решена задача об оптимальном сечении проводов линий [4] между электростанциями и подстанциями сети.

Список литературы

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учебник для вузов. Москва: Высшая школа, 1999. 576 с.
2. Bay Y.D., Shmoilov A.V., Gusev A.S., Razzhivin I.A. // MATEC Web of Conferences. 2017. Vol. 141. pp. 1-4.
3. Genz A. // Journal of Statistics and Computing. 2003. Vol. 14. pp. 251 – 260.
4. Александров Г.Н. Передача электрической энергии. 2-е изд. Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2009. 412 с.

Actual and available electrical quantities and their imbalances for power system nodes

Y.D. Bay, M.V. Andreev, N.Yu. Ruban, R.A. Ufa, A.A. Suvorov,
S.A. Stavitsky, A.V. Kievets, I.A. Razzhivin

*National Research Tomsk Polytechnic University, Lenina avenue, 30,
634050, Tomsk, Russia*

tbf@list.ru

The electric power system elements are designed to transmit the actual electrical power to consumers. In an accidents, the elements must transmit all the required power. To ensure the transmission, in the design and construction of the power system provide for increased cross-section of lines, throughputs of transformers, costs for other procedures [1]. To find the magnitude of it increase determined the maximum power flow. This solution is not absolutely effective, because it's not known how far the measures are related to the accident probability. It's need to know where the maximum consumption power can appear. Therefore, it is necessary to define in non-deterministic form [2] how the available power plants capacity is distributed over the grid to provide power supply.

Within the task, it is proposed to distribute the available power plants capacity in accordance to the rules of electrical engineering, taking into account the limitations inherent in the operating procedure.

Knowledge of the probabilistic characteristics of the actual parameters of the steady state mode [3] and using a special algorithm for finding the probability density of the available parameters of these same parameters of

the steady state mode considers the issue of their use for electric power tasks of risk calculation. From the excess of the actual electrical quantity of the maximum throughputs of transformer of the available power plants capacity of this element and from the reduction in the available power plants of the power system relative to the nominal throughputs of the transformer.

The sum of risks at different nominal throughputs of transformer has different values. At the minimum value of the total risk, it is advisable to take the nominal power of the transformer element. Similarly, the problem of the optimal cross-section of the lines [4] between electrical power plant and substations of the power system can be solved.

Список литературы

1. Wentzel E.S. Theory of Probability: High School Textbooks (In Russian). Moscow: High school, 1999. 576 p.
2. Bay Y.D., Shmoilov A.V., Gusev A.S., Razzhivin I.A. // MATEC Web of Conferences. 2017. Vol. 141. pp. 1-4.
3. Genz A. // Journal of Statistics and Computing. 2003. Vol. 14. pp. 251 – 260.
4. Alexandrov G.N. Electrical energy transmission. 2nd ed (In Russian). Saint-Petersburg: Publishing house of Polytechnic University, 2009. 412 p.

Влияние скорости нагрева модифицированных образцов на промотирующие свойства иницирующей добавки

Д.Л. Болгова, К.Б. Ларионов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, ул. Ленина, 30

laryk070@gmail.com

Уголь для энергетических предприятий играет важнейшую роль. По оценкам специалистов, при сохранении текущих темпов добычи угля, его запасов хватит еще как минимум на 100 лет [1, 2].

Одним из современных способов повышения эффективности использования угля является каталитическое сжигание [3], состоящее в интенсификации процесса горения в результате активного взаимодействия топлива с катализатором. В качестве катализатора, как правило, выступают оксиды различных металлов [3]. Предметом исследования чаще всего выступают качество и количество

промотирующих добавок, однако практически не рассматриваются режимные параметры окисления.

В данной работе исследовано действие нитрата меди II ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$) как иницирующей добавки на характеристики горения каменного угля марки Т Аллардинского месторождения с учетом влияния скорости нагрева.

Модифицированный образец (с содержанием соли 5 % масс.) и образец сравнения подвергались нагреванию в окислительной среде (воздух) в интервале температур 25-600 °С при различных скоростях нагрева: 2,5 °С/мин; 10 °С/мин; 25 °С/мин; 40 °С/мин.

Результаты эксперимента показали, что с увеличением скорости нагрева происходит смещение процесса окисления в область больших температур, уменьшается время реагирования горючей массы образцов и увеличивается средняя и максимальная скорости реакции их окисления. С повышением температуры нагрева увеличивается интенсифицирующей эффект промотирующей добавки, отражающийся в снижении начальной и конечной температуры процесса окисления образцов углей.

Список литературы

1. International Energy Agency. Key world energy statistics. Paris: IEA Publications, 2017, 97 p.

2. Макаров А. А., Григорьев Л. М., Митрова Т. А. Прогноз развития энергетики мира и России 2016. Москва: ИНЭИ РАН–АЦ при Правительстве РФ, 2016, 200 с.

3. Пармон В. Н., Симонов А. Д., Садыков В. А., Тихов С. Ф. // Физика горения и взрыва. 2015. Т. 51. № 2. С. 1-9.

Повышение эффективности перерабатывающих отраслей промышленности с помощью интеграции процессов и планирования реконструкции

С.А. Болдырев^{1,2}, Алишер Хусанов³

¹Центр интегрированных, энергосберегающих, экологически безопасных производств, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, 191002, Санкт-Петербург, Российская Федерация

²ООО «Нева-Теплотехника», ул. Малиновская, 8, г. Пушкин, 196602, Санкт-Петербург, Российская Федерация

³Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, пр. Т. Хана 5, 160012 Шымкент, Казахстан

stas.boldyryev@gmail.com

Проблема энергоэффективности перерабатывающих отраслей промышленности до сих пор остается актуальной проблемой, начиная со времен энергетического кризиса второй половины XX века. Сегодня эта тема осложняется глобальным изменением климата и большим количеством отходов и вредных выбросов. Одной из наиболее удачно используемых методологий для реконструкции и проектирования производств является интеграция процессов, а именно Пинч-анализ. Этот метод является унифицированным и относительно простым в применении для анализа химических, нефтехимических, пищевых и других отраслей промышленности.

Использование системного анализа позволяет находить экономически оптимальные параметры для теплообменных систем предприятий, однако решения, чаще всего получают для статического режима. Это приводит к тому, что полученный оптимум и реализованный проект реконструкции различны. В то же время, эффективность инвестиций снижается благодаря непостоянству цен на энергоносители. В последнее время, данный аспект становится более важным из-за изменений на рынке углеводородов, влияния возобновляемых источников энергии и других факторов.

В данной работе представлена методология для интеграции процессов с учетом динамики изменения режима работы производства, стоимости энергоносителей и времени принятий решений. Оптимальное решение может быть найдено с учетом времени реализации проекта. Проведен анализ чувствительности полученного решения и проанализирована гибкость предлагаемых изменений. Рассчитано несколько показательных примеров для различных перерабатывающих отраслей и показано, что энергопотребление

процессов снижается на величину до 58% процентов при IRR проекта 45%.

Математическое моделирование нагрузки электрической сети цифровой подстанции

В.Я. Ушаков, Д.Л. Бульга

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

leonard1614@tpu.ru

Актуальность работы обусловлена необходимостью совершенствования методов моделирования узла нагрузки. Моделирование несинусоидальных и несимметричных режимов сложных электрических сетей представляет непростую задачу, когда во внимание принимается распределенность параметров линий электропередач, геометрия подвески проводов, нелинейные свойства узловых нагрузок. Это в значительной мере усложняет задачу но и позволяет определить вклад конкретной нелинейной нагрузки в формирование показателей качества напряжения и добавочных потерь электроэнергии от несинусоидальности токов. Анализ существующих методов и подходов к моделированию нагрузок выявил не только их большое разнообразие, но возможные направления их совершенствования.

В качестве исходных данных для идентификации промышленного узла нагрузки используются временные диаграммы напряжения и тока, для шестипульсного преобразователя диаграммы получены аналитически.

Предложена функциональная модель нагрузки с нелинейными вольтамперными характеристиками и необходимые расчетные соотношения, обеспечивающие математическое моделирование в установившихся режимах. Предложен алгоритм идентификации нелинейных нагрузок. В качестве примера приводятся результаты идентификации нагрузки в виде шестипульсного вентиляционного преобразователя и нагрузки общепромышленного узла сети 110 кВ.

Требования стандарта МЭК 61850 к данным измерений качества электрической энергии позволяют применять математическую модель для определения влияния конкретной нагрузки на электрическую сеть.

Список литературы

1. Аррилага Дж., Брэдли Д., Боджер П. Гармоники в электрических системах / пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.

Оптимизация гибридных систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии

Д.Ю. Давыдов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

dud5@tpu.ru

Повышение эффективности автономных систем электроснабжения на основе дизель-генерирующих установок, путем интегрирования в их структуру ВИЭ, является перспективной задачей в тех регионах, где подключение потребителей к электросетям экономически нецелесообразно, ввиду их территориальной удаленности от энергосистемы и имеются проблемы с доставкой дизельного топлива [1]. Использование ВИЭ в автономных системах электроснабжения позволяет снизить топливную составляющую в энергобалансе и таким образом увеличить их энергоэффективность. Однако для достижения максимально возможной эксплуатационной экономичности и обеспечения надежности подобных гибридных систем электроснабжения, необходимо осуществление выбора оптимальной конфигурации, параметров и типа оборудования, а также оптимизации режимов работы [2]. Стоит отметить, что универсального метода оптимизации не существует и в большинстве случаев необходима разработка методов оптимизации конструкционных и энергетических параметров с учетом условий эксплуатации и требованиям к проектируемым системам, а также климатических условий местности.

В работе проведен анализ исследований и критический обзор методов и алгоритмов оптимизации, а также программных инструментов для моделирования и технико-экономической оценки гибридных систем электроснабжения. В результате чего обоснована целесообразность использования современных алгоритмов стохастического поиска и комбинированных алгоритмов (совмещенных алгоритмов локального и глобального поиска), как

наиболее эффективных в задачах многокритериальной оптимизации систем электроснабжения на основе ВИЭ.

Список литературы

1. Бердин В.Х. Возобновляемые источники энергии в изолированных населенных пунктах Российской Арктики. Москва: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2017. 80 с.

2. Kaldellis J.K. Stand-Alone and Hybrid Wind Energy Systems: Technology, Energy Storage and Applications. Woodhead Publishing, 2010. 420 p.

Исследование характеристик горения жидкого углеводородного топлива при взаимодействии со струей перегретого водяного пара

Е.П. Копьев¹, И.С. Ануфриев¹, О.В. Шарыпов¹, С.С. Арсентьев^{1,2},
Я.А. Осинцев^{1,3}

¹ *Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 1*

² *Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2*

³ *Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К.Маркса, 20*

copyeve@itp.nsc.ru

Добавления перегретого водяного пара при сжигании жидкого углеводородного топлива оказывает существенное влияние на протекание процесса [1–2]. Такой способ является эффективным и безопасным при сжигании некондиционных углеводородов и утилизации горючих отходов производства с получением энергии. В данной работе изучаются характеристики горения жидкого углеводородного топлива при взаимодействии со струей перегретого водяного пара в лабораторном образце горелочного устройства. В результате такого взаимодействия формируется мелкодисперсный газокпельный поток, кроме того перегретый пар повышает температуру топливных капель, что интенсифицирует массообмен и смесеобразование, способствуя устойчивому воспламенению. Исследования проведены при различных параметрах подачи (расход пара и топлива): удельное тепловыделение, определяемое калориметрическим методом, и состав продуктов сгорания, получаемый методом газового анализа. Получены зависимости

удельного тепловыделения и концентрации токсичных компонент продуктов (СО и NO_x) от режимных параметров.

Список литературы

1. Алексеенко С.В., Ануфриев И.С., Вигриянов М.С., Копьев Е.П., Шарыпов О.В. Характеристики сжигания дизельного топлива в горелочном устройстве с подачей струи перегретого водяного пара // Физика горения и взрыва. 2016. Т. 52. № 3. С. 37–44

2. И.С. Ануфриев, А.М. Бакланов, О.В. Боровкова, М.С. Вигриянов, В.В. Лещевич, О.В. Шарыпов Исследование наночастиц сажи при горении жидких углеводородов с подачей в зону горения струи перегретого водяного пара // Физика горения и взрыва. 2017. Т. 53. № 2. С. 22–30.

Анализ применения многотерминальных передач постоянного тока

А.П. Мальцев, Н.Ю. Рубан, В.Е. Рудник, Р.А. Уфа

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

maltsevalexey@mail.ru

Технологии высоковольтной передачи постоянного тока доказали свою эффективность в решении задачи транспорта энергии на дальние расстояния, несинхронного объединения энергосистем, интеграции возобновляемых источников энергии и др. Особенно эффективными и перспективными для внедрения являются многотерминальные ППТ (МППТ), свойства и возможности которых позволяют осуществить энергоснабжение изолированных регионов, островов, офшорных объектов, не имеющих собственных источников электроэнергии. Кроме того, в МППТ имеется возможность гибкого управления передаваемой мощностью для оптимизации потокораспределения и выравнивания графиков электрических нагрузок. Несмотря на очевидные преимущества использования МППТ их масштабное внедрение требует решения ряда исследовательских и эксплуатационных задач, анализу и обоснованию которых посвящена данная работа. В частности, одной из наиболее сложных задач является разработка алгоритмов разработки алгоритмов регулирования мощности и напряжения. Также актуальными являются задачи разработки алгоритмов определения места повреждения и противоаварийного управления, разработки выключателей короткого

замыкания на стороне постоянного тока. Обоснование и определение обозначенных задач были проведены на анализе планируемых и существующих проектов МППТ, в частности Нанао (Китай), South West Link (Норвегия), Чжоушань (Китай).

Кроме этого, дана оценка перспективы внедрения МППТ в Единую энергетическую систему России. Например, для энергоснабжения регионов Крайнего Севера (полярных портов и нефтегазовых предприятий) и эффективно использования ветровых электростанций.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00821.

Список литературы

1. Gao P., Shao Z., Cheng G., Dong X., Jing H. // Энергия единой сети. 2015. № 3(20). С. 48–58.
2. Сулова О.В., Травин Л.В. // Энергия единой сети. 2018. № 1 (36). С. 48–58.

Analysis of the use of multiterminal HVDC

A.P. Maltsev, N.Yu. Ruban, V.E. Rudnik, R.A. Ufa

*National Research Tomsk Polytechnic University, 634050,
Tomsk, Lenin Avenue, 30*

maltsevalexey@mail.ru

Technologies of high-voltage direct current (HVDC) transmission have proved their effectiveness in solving the problem of energy transport for long distances, non-synchronous integration of energy systems, integration of renewable energy sources, etc. Particularly effective and promising for implementation are multiterminal HVDC (MTDC), properties and capabilities of which make it possible to provide power supply to isolated regions, islands, offshore facilities that do not have their own sources of electricity. Besides, MTDC provide the possibility of flexible control of the transmitted power to optimize the flow distribution and equalization of the electric load graphs. Despite the obvious advantages of using MTDC their large-scale implementation requires solving a number of research and operational problems, the analysis and substantiation of which is devoted to this work. In particular, one of the most difficult tasks is the development of power and voltage regulation algorithms. Also relevant are the problems of locating the fault and emergency control, the development of short-circuit breakers on the DC side. The rationale and definition of these tasks were

carried out based on an analysis of planned and existing projects MTDC, in particular Nanao (China), South West Link (Norway), Zhoushan (China).

In addition, an assessment of the prospects for implementation MTDC in the Unified Energy System of Russia. For example, to supply the regions of the Far North (polar ports and oil and gas enterprises) and effectively use wind power stations.

The reported study was funded by RFBR according to the research project № 18-38-00821

Список литературы

1. Gao P., Shao Z., Cheng G., Dong X., Jing H. // Energy of Unified Grid. 2015. № 3(20). P. 48–58
2. Suslova O.V., Travin L.V. // Energy of Unified Grid. 2018. № 1 (36). P. 48–58.

Исследование реакции $D(^3\text{He}, p)^4\text{He}$ как альтернативы для реакции $T(D, n)^4\text{He}$ в производстве термоядерной энергии

В.М. Быстрицкий, Г.Н. Дудкин, Д.К. Чумаков, М. Филипович, А.В. Филиппов, А.Р. Крылов, Б.А. Нечаев, А. Нуркин, В.Н. Падалко, Ф.М. Пеньков, Ю.Ж. Тулеушев, В.А. Варлачев, Е.А. Жаканбаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

battchat@gmail.com

Изучение термоядерных реакций $D(d, p)^3\text{H}$, $D(d, n)^3\text{He}$, $T(d, n)^3\text{He}$, $^3\text{He}(d, p)^4\text{He}$, и $D(^3\text{He}, p)^4\text{He}$ в астрофизическом диапазоне энергий представляет интерес как в области фундаментальной, так и для прикладной физики. Кроме того, исследования этих реакций содержит информацию об электронном экранировании в ядерных реакциях. Экранирующий потенциал дает важную информацию о роли электронов в реакциях вызванных дейтронами, тритонами и ядрами изотопов гелия, которые протекают в термоядерных реакторах.

Реакция $D(^3\text{He}, p)^4\text{He}$ была исследована на импульсном плазменном ускорителе Холла (Томск) в области энергий ионов $^3\text{He} + E \text{ He} = 16\text{-}34$ кэВ с шагом 2 кэВ. Целью настоящей работы было экспериментальное определение коэффициента усиления реакции $D(^3\text{He}, p)^4\text{He}$ и потенциала экранирования электронов U_e .

Наблюдается очень сильное влияние кристаллической структуры (текстуры) мишеней на фактор усиления реакции.

Фактор усиления реакции очень сильно растет с уменьшением энергии ионов ${}^3\text{He}^+$ и достигает значения 8.1 для энергии $E_{\text{lab}} = 16$ кэВ и для мишеней TiD с индексом Миллера [100]. Это может представлять интерес, когда реакция используется для производства термоядерной энергии на основе технологий пучковых мишеней.

Список литературы

1. P. Navrátil, and S. Quaglioni, //Physical Review Letters. 2012. 108, 042503
2. R.H. Cyburt, B.D. Fields, K.A. Olive, Tsun-Han Yeh. // Rev. Mod. Phys. 2016. 88. 015004
3. K. Czerski, A. Huke, P. Heide, and G. Schiwietz // Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B. 2002. P.193. 183 .
4. A.P. Kobzev, J. Huran, D. Maczka, M. Turek // Vacuum. 2009. V.83. P. 124.

Investigation of the D (${}^3\text{He}$, p) ${}^4\text{He}$ reaction as an alternative for the T (D, n) ${}^4\text{He}$ reaction in the production of thermonuclear energy

V.M. Bystritsky, G.N. Dudkin, D.K. Chumakov, M. Filipowicz, A.V. Filippov, A.R. Krylov, B.A. Nechaev, A. Nurkin, V.N. Padalko, F.M. Pen'kov, Yu.Zh. Tuleushev, V.A. Varlachev, E.A. Zhakanbaev

*National Research Tomsk Polytechnic University,
30, Lenin Avenue, Tomsk, Russia, 634050*

battchat@gmail.com

To study fusion reactions $\text{D}(\text{d}, \text{p}){}^3\text{H}$, $\text{D}(\text{d}, \text{n}){}^3\text{He}$, $\text{T}(\text{d}, \text{n}){}^3\text{He}$, ${}^3\text{He}(\text{d}, \text{p}){}^4\text{He}$, and $\text{D}({}^3\text{He}, \text{p}){}^4\text{He}$ at astrophysical energies is of interest for both basic and applied physics. In addition, these studies provide information on electron screening of nuclear reactions. Electron screening potentials provide important information on the role of electrons in reactions induced by deuterons, tritons, and nuclei of helium isotopes that proceed in thermonuclear reactors.

The $\text{D}({}^3\text{He}, \text{p}){}^4\text{He}$ reaction was investigated at the pulsed plasma Hall accelerator (Tomsk) in the ${}^3\text{He}^+$ ion energy range $E_{\text{He}} = 16\text{--}34$ keV with a step of 2 keV. The goal of this paper was to determine experimentally the enhancement factor of the $\text{D}({}^3\text{He}, \text{p}){}^4\text{He}$ reaction and the electron screening potential U_e .

In this paper strong impact of target crystal structure on reaction enhancement factor was observed.

Growth rate of reaction enhancement factor with decreasing of $3\text{He}+$ Ion energy didn't described by theory and didn't depend from target crystal structure. This indicates about existence of an unknown process.

Reaction enhancement factor growth strong with decrease of energy of $3\text{He}+$ Ions and reach of 8.1 value for $E_{\text{lab}} = 16$ кэВ energy and for TiD target with Miller indices [100]. This can be of interest when this reaction is used for thermonuclear power production based on beam-target technologies

References

1. P. Navra'til, and S. Quaglioni, //Physical Review Letters. 2012. 108, 042503
2. R.H. Cyburt, B.D. Fields, K.A. Olive, Tsun-Han Yeh. // Rev. Mod. Phys. 2016. 88. 015004
3. K. Czerski, A. Huke, P. Heide, and G. Schiwietz // Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B. 2002. P.193. 183 .
4. A.P. Kobzev, J. Huran, D. Maczka, M. Turek // Vacuum. 2009. V.83. P. 124.

Теплоперенос в слое тонкопленочной тепловой изоляции с учетом разнородности свойств микросфер и связующих веществ

В. Ю. Половников, М. А. Иванов, Н. С. Чуйко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

polovnikov@tpu.ru

В последнее время на рынке теплоизоляционных материалов появляется все больше товаров. При этом рекламируемые теплоизоляционные свойства новых продуктов на порядок опережают свойства традиционно используемых материалов. Типичным примером таких материалов является жидкая теплоизоляция, которую часто называют также керамическая теплоизоляция, сверхтонкая или тонкопленочная теплоизоляция.

В работе проведены экспериментальное и численное исследование теплопереноса в слое тонкопленочной тепловой изоляции с учетом разнородности свойств микросфер и связующих веществ.

Результаты экспериментов позволили сделать ожидаемый вывод о том, что теплопроводность тонкопленочного материала увеличивается

с ростом температуры изолируемой поверхности, а средний коэффициент теплопроводности составил 0,0574 Вт/(м·К), что практически в 50 раз превышает заявленные фирмой-производителем значения.

Результаты численного моделирования свидетельствуют о существенном влиянии на тепловые потери вида характеристик связующих веществ и микросфер (полые или полнотельные), толщины стенки микросферы и свойств газовой фазы, содержащейся в полости микросферы. Для рассматриваемых случаев отклонение от экспериментальных данных составило от 9,36% до 91,12% в зависимости от состава тонкопленочного теплоизоляционного покрытия. Это обусловлено резким изменением эффективных теплофизических свойств тепловой изоляции при различных характеристиках компонентов тонкопленочной тепловой изоляции.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-48-700008 р_а «Разработка энергосберегающих технологий применения тонкопленочных теплоизоляционных покрытий для систем теплоснабжения с учетом особенностей эксплуатации энергетических объектов в Томской области».

Математическое моделирование процесса газификации угля в среде парокислородного окислителя

Е.С. Попова, А.Н. Субботин

Томский политехнический университет, г. Томск, пр. Ленина, 30

popovalena04@mail.ru, subbot@tpu.ru

Целью работы является создание математической модели газификатора угля в среде высокотемпературного окислителя, которая могла бы служить инструментом для оценки состава продуктов конверсии в зависимости от температуры подаваемого в реактор окислителя и структуры самого топлива. Для решения данной задачи использовалась математическая модель [1]. Были проведены численные расчеты конверсии кокса, которые с хорошей точностью совпали с экспериментальными исследованиями по конверсии кокса [2]. После тестирования программы, проведены исследования по основным параметрам, определяющим состав генераторного газа при конверсии угля.

В работе [3] было показано, что при паровой газификации кокса основное влияние на выход синтез-газа оказывает температура окислителя, а также удельная поверхность пор и пористость. При моделировании парокислородной газификации угля установлено, что влияние структуры топлива на процентный состав синтез-газа невелико. Определяющим параметром в этом случае является доля кислорода в окислителе. Показано, что изменение доли кислорода в окислителе приводит к различным режимам, как по температуре и скорости газификации, так и по составу генераторного газа. Установлено, что при парокислородной конверсии угля, после того как произошло возгорание топлива и начался процесс газификации, температуру окислителя можно существенно понижать, а температуру процесса в газифицируемом угле можно повысить увеличив долю кислорода в окислителе. Получены составы генераторного газа в зависимости от доли кислорода в окислителе, а также при наличии процесса пиролиза и после прогрева всего слоя, когда пиролиз отсутствует.

Список литературы

1. Субботин А.Н. Исследование режимов горения при утилизации в цилиндрическом реакторе коксующихся промышленных отходов // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 312, № 4. – С. 23–27.
2. Шевырёв С.А., Богомолов А.Р. и др. Исследование конверсии углей и шламов в потоке перегретого пара // Теплоэнергетика. – 2013. – № 12. – С. 33–39.
3. Arukov R. N. and Subbotin A.N.. Physical Model and Bases of Mathematical Modelling of Above-Surface Gasification of Coal. Heat and Mass Transfer in the System of Thermal Modes of Energy – Technical and Technological Equipment (HMTTSC-2016). MATEC Web Conf. Volume 72, 2016, Article Number 01003, Number of page(s) 5.

Методические подходы к оценке энергоэффективности и надежности работы локальных теплоисточников активных потребителей в составе теплоснабжающих систем

И. В. Постников, А.В. Пеньковский

*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН,
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130*

postnikov@isem.irk.ru

Работа посвящена решению ключевых методических задач функционирования локальных источников тепловой энергии активных потребителей в составе централизованных теплоснабжающих систем, касающихся оптимизации совместных режимов работы централизованных и локальных источников и обеспечения надежности и качества теплоснабжения потребителей на протяжении всего отопительного периода. Первая задача формулируется как поиск максимального экономического функционала, разделенного на две составляющие – затраты активного потребителя, включая эксплуатацию своего источника, и прибыль централизованного источника тепловой энергии. В качестве математического аппарата для решения этой задачи используются методы двухуровневого программирования (bi-level programming) [1]. Вторая проблема заключается в выборе оптимальной структуры функционального и элементного резерва в системе, включая локальные источники активных потребителей с учетом их возможности по обеспечению резерва мощности и времени при отказах в централизованной системе. Предлагаются методы и модели для решения этой задачи, основанные, главным образом, на теории марковских случайных процессов [2, 3] и теории гидравлических цепей [4]. Представлены результаты вычислительного эксперимента, полученные с использованием разработанного методического аппарата. Показан возможный экономический эффект применения активного потребителя для рассматриваемого тестового примера.

Список литературы

1. Bard J.F. Practical Bilevel Optimization. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. 488 p.
2. Ivan Postnikov, Valery Stennikov, Ekaterina Mednikova, Andrey Penkovskii. // Energy Procedia. 2017. No.105. P. 3083–3088.

3. Сеннова Е.В., Смирнов А.В., Ионин А.А. и др. Надежность систем теплоснабжения. Новосибирск: Наука, 2000. 352 с.

4. Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей. М.: Наука, 1985. 278 с.

Methodical approaches for the analysis of efficiency and reliability of work the local heat sources of prosumers in the district heating systems

Ivan Postnikov, Andrey Penkovskii

*Melentiev Energy Systems Institute of SB RAS, Irkutsk,
664033, Lermontov st., 130, Russia*

postnikov@isem.irk.ru

The work is devoted to solving the basic methodological problems of functioning of local heat sources of prosumers as part of district heating systems: optimization of joint operating modes of district and local heat sources and ensuring reliability and quality of heat supply to consumers throughout the heating period.

The first problem is formulated as a search for the maximum economic functional, divided into two components: the costs of the prosumer, including costs on the operation of its heat source, and the profit of a district heat source. As a mathematical basic for solving this problem bi-level programming methods are used [1].

The second problem is determine of the optimal structure of functional and component redundancies in the system including local heat sources of prosumers, taking into account their options to provide power and time reserves under failures in the system. Methods and models for solving this problem are proposed, based mainly on the theory of Markov random processes [2, 3] and the theory of hydraulic circuits [4].

The results of the case study obtained using the developed methodical approaches are presented. The possible economic and reliability effect of using the heat source of prosumer for the district heating sytem aggregated scheme is shown.

References

1. Bard J.F. Practical Bilevel Optimization. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. 488 p.

2. Ivan Postnikov, Valery Stennikov, Ekaterina Mednikova, Andrey Penkovskii. // Energy Procedia. 2017. No.105. P. 3083–3088.

3. Sennova E., Smirnov A., Ionin A. et al. Reliability of heat supply systems. Novosibirsk: Nauka, 2000. 352 p. [In Russian]

4. Merenkov A.P., Khasilev V.Ya. Theory of hydraulic circuits. Moscow: Nauka, 1985. 278 p. [In Russian]

Современные методы диагностики неисправностей высоковольтных асинхронных двигателей

Е.К. Семенова, А.А. Радионов

Югорский государственный университет, 628012, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16

ugrasu@ugrasu.ru

В статье рассмотрены наиболее распространённые неисправности и дефекты высоковольтных асинхронных двигателей. Данный тип двигателей широко применяется в различных отраслях народного хозяйства, поэтому стабильность его работы играет достаточно большую роль [1]. Таким образом проблема эффективности диагностики неисправностей электрических машин не теряет своей актуальности и требует применения наиболее современных методов и средств заблаговременного обнаружения дефектов [2]. Проведён обзор современных методов диагностики неисправностей, а также диагностического оборудования используемого на данный момент при эксплуатации высоковольтных асинхронных двигателей.

На данный момент разрабатывается достаточно много методов неразрушающего контроля для обследования электрических машин и выявления наиболее распространённых дефектов.

Несмотря на это, остаётся проблема поиска наиболее труднодиагностируемых неисправностей электродвигателей. Решение данной проблемы позволит наиболее эффективно бороться с дефектами и недостатками высоковольтных электродвигателей. Это поможет значительно увеличить срок службы, качество работы рассматриваемых асинхронных электрических машин широко используемых в различных отраслях народного хозяйства.

Список литературы

1. Шевчук В.А., Семёнов А.С. // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3–4. – С. 419–423.

2. Синельников А.М., Боннет В.В. // Вестник ИрГСХА. – 2009. – № 37. – С. 60–65.

3. Вакальчук А.А., Сукьясов С.В. // Вестник ИрГСХА. – 2009. – № 37. – С. 60–65.

Modern methods of diagnostics of malfunctions of high-voltage asynchronous motors

E. K. Semenova, A. A. Radionov

*Yugra State University, 628012, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug –
Yugra, Khanty-Mansiysk, Chekhov str., 16*

ugrasu@ugrasu.ru

The article deals with the most common faults and defects of high-voltage asynchronous motors. This type of engines is widely used in various sectors of the economy, so the stability of its work plays a large enough role [1]. Thus the problem of efficiency of diagnostics of malfunctions of electric machines does not lose the relevance and demands application of the most modern methods and means of advance detection of defects [2]. The review of modern methods of diagnostics of malfunctions, and also the diagnostic equipment used at the moment at operation of high-voltage asynchronous motors is carried out.

At the moment, a lot of non-destructive testing methods are being developed to examine electrical machines and identify the most common defects.

Despite this, the problem of finding the most difficult to diagnose malfunctions of electric motors remains. The solution to this problem will most effectively deal with the defects and shortcomings of high-voltage motors. This will help to significantly increase the service life, the quality of the asynchronous electric machines are widely used in various sectors of the economy.

References

1. Shevchuk V.A., Semyonov A.S. // Mezhdunarodnyiy studentcheskiy nauchniy vestnik [International Student Scientific Bulletin]. – 2015. – № 3–4. – P. 419–423. [in Russian]
2. Sinelnikov A.M., Bonnet V.V. // Vestnik IrGSKhA [Bulletin of IrGSKhA]. – 2009. – № 37. – P. 60–65. [in Russian]
3. Vakalchuk A. A., Sukyasov S.V. // Vestnik IrGSKhA [Bulletin of IrGSKhA]. – 2009. – № 37. – P. 60–65. [in Russian]

Анализ возможности включения на параллельную работу несинхронно работающих частей энергосистемы Томской области

В.Е. Рудник, А.П. Мальцев, Р.А. Уфа

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

fordlp006@mail.ru

Объединение несинхронных частей энергосистемы возможно осуществить различными способами, применяя автоматическое повторное включение с улавливанием синхронизма, фазоповоротное устройство, вставку постоянного тока (ВПТ). Среди перечисленных способов объединения, ВПТ зарекомендовала себя как самый эффективный механизм, предназначенный для объединения несинхронно работающих электроэнергетических систем (ЭЭС) и их частей [1].

ВПТ используются для решения таких задач, как соединение несинхронно работающих ЭЭС, которые имеют различные частот (50 и 60 Гц соответственно), передача электроэнергии, повышения локальной и системной управляемости ЭЭС, повышения пропускной способности элементов сети, которые содержат «слабые» связи. Внедрение и эксплуатация ВПТ в Томской ЭЭС определяет необходимость в проведении широкого спектра анализа и исследований, которые возможно провести с помощью математического моделирования.

Из-за отсутствия двухстороннего питания северной части Томской ЭЭС надежность электроснабжения потребителей нефтедобывающей отрасли снижена, пропускная способность сети северного транзита напряжением 220 кВ исчерпана, действуют ограничения на присоединение новых потребителей, собственной электрогенерации в северных районах недостаточно. Возможным решением вопроса по бесперебойному электроснабжению ответственных потребителей нефтегазового комплекса является осуществление параллельной работы Томской ЭЭС и Тюменской ЭЭС с помощью ВПТ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00862.

Список литературы

1. Виджей К. Суд. HVDC and Contollers: Применение статических преобразователей в энергетических системах: Пер. с англ. – М.: НП "НИИА", 2009. – 344 с. – ил.

Математическое моделирование явления теплообмена в условиях фазового перехода и конвекции

Г.В. Кузнецов, В.И. Максимов, А. Салум

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, пр. Ленина, 30

amer-salom@hotmail.com

Использование топлива для отопления помещений продолжает оставаться обычной практикой. Это приводит к относительно высоким выбросам вредных веществ, включая многие продукты неполного сжигания, таких, как мелкодисперсные частицы (MЧ2.5) и оксид углерода (СО) - два основных загрязнителя воздуха. Для уменьшения выбросов можно использовать систему теплового насоса в системе теплоснабжения [1].

Цель работы - анализ теплопередачи в системе теплового насоса, имеющего трубы с температурой ниже нуля в воде, в условиях конвекции и фазового перехода.

Образование льда на поверхности трубы испарителя является частным случаем из классической задачи Стефана, чтобы описать градиент температуры в среде, где происходит переход фазы.

В некоторых исследованиях делают вывод, что профиль ледяного слоя в конечном установившемся состоянии увеличивается линейно вдоль испытываемого участка. Число Стефана и теплопроводность влияют на скорость и время замерзания, но не изменяют профиль устойчивого слоя льда. Падение давления вдоль горизонтальной трубы оказывает значительное влияние на скорость роста льда [1, с. 109]. Моделирование переноса тепла при искусственном замерзании грунтов в сочетании с потоком грунтовых вод было выполнено в работе [2], где сделан вывод, что замерзающая стена образовалась симметричной формы, так как горизонтальный поток грунтовых вод является перпендикулярным к осевому туннелю, и толщина льда на верхней части трубки тоньше, чем на нижней.

В настоящей работе 2D модель была построена в зависимости от уравнений теплообмена и потока жидкости. Было определено, что образование льда снижает интенсивность теплообмена на 29%.

Список литературы

1. Jong Suk Lee. Freezing problem in pipe flows. Iowa State University, 1993. 167 P.
2. Rui Hu, Quan Liu. Simulation of Heat Transfer during Artificial Ground Freezing Combined with Groundwater Flow. // Excerpt from the Proceedings of the COMSOL Conference in Munich. N 6. 2016. 6 P.

Разработка теоретических и прикладных основ перевода котельных агрегатов с жидкого шлакоудаления на твердое при работе на углях Канско-Ачинского бассейна

Н. В. Седельников, Е. А. Бойко, С. А. Михайленко

*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск,
ул. Академика Киренского, 26А*

hokli94@mail.ru

Значительная часть оборудования тепловых электрических станций Красноярского края, представлена устаревшими котлами с жидким шлакоудалением (ЖШУ). Результаты их длительной эксплуатации указывают на значительное отставание в техническом развитии топочных процессов, высокую интенсивность шлакования и загрязнения поверхностей нагрева, повышенные значения выбросов вредных веществ в атмосферу.

Для решения вышеперечисленных проблем разработаны универсальные конструктивные и режимные рекомендации по организации топочного процесса, позволяющие повысить мощность и экономичность работы котельных агрегатов с ЖШУ, сжигающих угли Канско-Ачинского бассейна (КАУ), а также снизить выбросы оксидов азота. При реконструкции и проектировании паровых котлов требуется выполнить многовариантные и многофакторные расчетные исследования, поэтому было разработано специализированное программное обеспечение, позволяющее осуществить комплексные расчетные исследования паровых котлов. Однако существующие нормативные методики расчета в большинстве случаев не способны дать корректные и точные результаты, поэтому для определения

наиболее эффективной технологии модернизации котельных агрегатов были использованы методы трехмерного математического моделирования, реализованные в программном продукте Ansys Fluent [2]. Эффективные решения, полученные в результате проведенных расчетных исследований, могут оказаться нерациональными с экономической точки зрения. В этой связи проведено технико-экономическое обоснование разработанной технологии модернизации котельных агрегатов с ЖШУ, сжигающих КАУ.

Список литературы

1. Пузырев Е. М., Голубев В. А., Пузырев М. Е. // Разработка вихревых топок для энергетических котлов. Энергетик. 2017. № 4. С. 44-47.

2. Yacheng L., Weidong F., Yu L. // Numerical investigation of air-staged combustion emphasizing char gasification and gas temperature deviation in a large-scale, tangentially fired pulverized-coal boiler. Applied Energy. 2016. Vol. 177. P. 323-334.

Разработка СДиПАО Красноярской ТЭЦ-2

С.Ю. Сизинцов

*Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск,
пр. Свободный, 79*

office@sfu-kras.ru

В целях формирования подхода планирования ремонтов оборудования ТЭС на основе его фактического состояния и минимизации ущерба от возникновения аварий актуальной задачей в энергетике становится разработка системы диагностики и прогнозирования аварийных отказов (СДиПАО) оборудования со специализированным программным обеспечением, выполняющим оценку фактического состояния по показателям надежности.

Анализ существующих отечественных (Арбитр и др.) и зарубежных (Windchill Quality Solutions) программ по прогнозированию отказов промышленного оборудования показал их узкую направленность и сложность применения для системного прогнозирования аварийных ситуаций на электрических станциях.

В ходе выполнения работы, с использованием разработанного классификатора оборудования, определен перечень управляющих воздействий по снижению вероятности отказов по каждому типу

оборудования и виду отказа, построена функциональная схема станции (743 элемента), отражающая взаимосвязь между элементами с позиции надежности. Разработанная математическая модель СДиПАО является синтезом существующих расчетных методов оценки надежности [1, 2]. Исходными данными в алгоритме разработанной модели являются текущие параметры режима работы и статистика возникновения событий. В результате расчетов определяются диагностируемые события и вероятности их возникновения, элементы технологической схемы событий, параметры, влияющие на их возникновение, рекомендуемые управляющие воздействия и оценка экономического ущерба диагностируемых и прогнозируемых событий. С целью постоянной актуализации статистических данных возникновения событий, а также для унификации ввода данных по отказам сформирована структура и программа базы знаний аварийных отказов.

Интерфейс программы выполняется в концепции многодокументного интерфейса (MDI) в среде C++ Builder с использованием БД MySQL, что позволит использовать ПО на любом персональном компьютере.

Список литературы

1. Помогаев Ю. М. Методы расчета надежности систем электроснабжения. Вестник МичГАУ. – 2014. – №1 – С. 73-78.
2. Шихеева В.В. Теория случайных процессов: марковские цепи: учеб. Пособие. Москва: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 70 с.

Повышение энергетической эффективности магистрального нефтепровода

С.О. Стрюк

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, пр. Ленина, 30

ssstr33@gmail.com

Для успешного экономического развития каждое предприятие по транспортированию нефти должно стремиться к сокращению затрат на транспортировку продукта по магистральным трубопроводам.

Основные затраты потребляемой мощности идут на преодоление гидравлического сопротивления трубопровода, работу по производству напора, передаваемого следующей нефтеперекачивающей станцией, и работу по преодолению разности геодезических высот.

Таким образом, одним из способов сокращения затрат энергии является снижение гидравлического сопротивления линейной части трубопровода. Составляющие гидравлического сопротивления делят на два класса: постоянные и изменяющиеся во времени.

В первом случае снижение энергозатрат может быть достигнуто за счет точного расчета важнейших параметров трубопровода с помощью специальных программ. Такие расчеты точно определяют гидравлическое сопротивление трубопроводов, насосов, и аппаратов. Эффективным способом снижения затрат энергии при перекачке нефтепродуктов является сокращение сопротивления регулирующей арматуры.

Еще один способ снижения гидравлического сопротивления заключается в применении противотурбулентных присадок, молекулы которых располагаются вдоль движения молекул жидкости и сглаживают пульсации давления.

Во втором случае - оптимизацией графика пропуска очистных устройств.

Таким образом, описанные способы позволяют предприятиям по транспортированию нефти и нефтепродуктов уменьшить как энергетические, так и финансовые затраты.

Список литературы

1. Ромодин А.В., Кухарчук А.В., Мишуриных С.В. Оценка эффективности энергосберегающих мероприятий на предприятиях нефтегазодобывающей отрасли // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 11-3. – С. 593-598

Об оценке высших гармоник в «интеллектуальных» сетях

Е.В. Тарасов, В.Я. Ушаков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

e.tarasov@inbox.ru

Актуальность решения проблемы снижения эффективности электропотребления из-за влияния высоких гармонических составляющих в сетях обостряется объективной тенденцией к увеличению доли нелинейной нагрузки, отсутствием у потребителей заинтересованности в снижении доли высоких гармоник в сети [1-3].

Выполненные сотрудниками НИ ТПУ инструментальные энергетические обследования режимов работы распределительных электрических сетей 110 кВ, выявили целый ряд факторов, снижающих эффективность их функционирования:

- искажения фазных напряжений в узлах сети выходящие за пределы, установленные ГОСТом на качество напряжения;
- несимметрия основной гармонической составляющей напряжения, в ряде случаев выходящая за установленные пределы;
- несимметрия и искажения фазных токов в элементах сети;
- наличие высших гармонических составляющих и др.

Предстоящие преобразования систем передачи и распределения энергии в России в связи с реализацией концепции Smart Grid, требуют изучения проблемы высших гармонических составляющих в таких нетрадиционных сетях [1–3].

В статье обсуждаются подходы к решению данной проблемы и представлены некоторые конкретные шаги. В частности, для более точного контроля качества электрической энергии в аспекте несинусоидальности предложено раздельное измерение энергии основной гармоники и высших гармоник.

Список литературы

1. Дубинин В. В., Попов А. Н. // Ползуновский вестник. 2013. № 4. с. 66-71.
2. Шклярский Я.Э., Скамьин А.Н. // Промышленная энергетика. 2012. №8. с. 44-47.
3. Коверникова Л.И. // Электричество. 2010. № 9. с. 50-55.

On the higher harmonics estimation in Smart Grids

Evgeniy V. Tarasov, Vasily Ya. Ushakov

*National Research Tomsk Polytechnic University,
30, Lenin Avenue, Tomsk, 634050, Russia*

e.tarasov@inbox.ru

The solution of the problem low efficiency of power consumption due to the influence of high harmonic components in networks becomes especially relevant by the objective tendency to increase the share of nonlinear load, the lack of interest in consumers in reducing the share of high harmonics in the network [1-3].

The instrumental energy surveys of the operation modes of the distribution networks 110 kV performed by the employees of the NR TPU revealed a number of factors that reduce the efficiency of their operation:

- Phase voltage distortion in the network nodes beyond the limits set by GOST on the voltage quality;
- Asymmetry of the main harmonic voltage component, in some cases beyond the established limits;
- Asymmetry and distortion of phase currents in the network elements;
- Presence of higher harmonic components, etc.

The forthcoming transformations of the transmission and distribution systems in Russia due to the implementation of the Smart Grid concept require the study of the higher harmonic components problem in such unconventional networks [1-3].

The article discusses approaches to solving this problem and presents some concrete steps. In particular, for a more accurate control of electrical energy quality in non-sinusoidal electrical networks mode, a separate energy measurement of the fundamental harmonic and higher harmonics is suggested.

References

1. Dubinin V. V., Popov A. N. // Polzunovsky vestnik. 2013. №. 4. P. 66-71.
2. Shklyarsky Ya. E., Scamin A. N. // Industrial energy. 2012. № 8. P. 44-47.
3. Kovernikova L.I. // Electricity. 2010. № 9. P. 50-55.

Численное моделирование теплоотдачи при наличии продольного градиента давления

А.А. Цынаева, А.П. Азрумелашвили

*Самарский государственный технический университет,
4030100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244*

a.tsinaeva@rambler.ru

В газотурбинных установках теплообмен осуществляется при наличии градиента давления. Градиент давления оказывает существенное влияние на локальные значения коэффициентов теплоотдачи [1]. Градиент давления быть положительным фактором для интенсификации теплообмена, например, в каналах пластинчатых теплообменников [2-3], и быть отрицательным фактором, снижающим

эффективность охлаждения лопаток турбин [4]. В этой связи, при проектировании новых теплообменных аппаратов, при разработке эффективных систем охлаждения электрических машин [5], систем охлаждения элементов газовых турбин [4] для снижения затрат на проектирование, требуется использовать численное моделирование. Работа посвящена численному исследованию теплообмена в канале, профиль которого спроектирован по формуле Витошинского, при наличии продольного градиента давления и с одиночной лункой, так как новейшие системы пленочного охлаждения лопаток турбомашин [4] используют подачу охладителя из лунок. В результате численного исследования выявлено, что применение RANS подхода и k-epsilon модели турбулентности показывает завышенные значения (до 2 раз) локальных коэффициентов теплоотдачи для лунки по сравнению с экспериментальными данными и по сравнению с моделью k-w sst.

Список литературы

1. Mohanty A. K., Prasad B. // *Experimental Thermal and Fluid Science*. 1991. Т. 4 № 1. С. 44–55.
2. Islamoglu Y., Parmaksizoglu C. // *Applied Thermal Engineering*. 2003. Т. 23 № 8. С. 979–987.
3. Цынаева А. А., Петрова Н. П. // *Градостроительство и архитектура*. 2018. Т. 8 № 2. С. 100–106.
4. Khalatov A. A. , Panchenko N. A. , Borisov I. I. , Severina V. V. // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2017. Т. 90 № 3. С. 637–643.
5. Цынаева А. А., Цынаева Е. А. // *Проблемы региональной энергетики*. 2018. Т. 36 № 1. С. 26–35.
6. Щукин А.В., Ильинков А.В. *ТПРистенная интенсификация теплообмена при сложных граничных условиях*. Казань: КГТУ, 2014. 252 с.

Numerical simulation of heat transfer in channel with a longitudinal pressure gradient

A.A. Tsynaeva, A.P. Azrumelashvili

*Samara State Technical University, Samara, 403010,
Molodogvardeyskaia str., 244*

a.tsinaeva@rambler.ru

In gas turbine units, heat exchange is carried out in the presence of a pressure gradient. The pressure gradient has a significant effect on the local

values of the heat transfer coefficients [1]. The pressure gradient should be a positive factor for the intensification of heat exchange, for example, in the channels of plate heat exchangers [2-3], and be a negative factor reducing the cooling efficiency of turbine blades [4]. In this regard, the design of new heat exchangers, the development of effective cooling systems of electric machines [5], cooling systems of gas turbine elements [4] to reduce design costs, it is required to use numerical simulation. The work is devoted to the numerical study of heat transfer in the channel, the profile of which is designed according to Vitoshinsky's formula, in the presence of a longitudinal pressure gradient and with a single hole, since the latest film cooling systems of Turbomachinery blades [4] use the coolant supply from the wells. As a result of the numerical study, it was found that the application of the RANS approach and the K-epsilon turbulence model shows inflated values (up to 2 times) of local heat transfer coefficients for the well in comparison with the experimental data and in comparison with the k-w SST model.

References

1. Mohanty A. K., Prasad B. // *Experimental Thermal and Fluid Science*. 1991. Vol. 4 № 1. pp. 44–55.
2. Islamoglu Y., Parmaksizoglu C. // *Applied Thermal Engineering*. 2003. Vol. 23 № 8. pp. 979–987.
3. Tsynaeva A. A., Petrova N. P. // *Urban planning and architecture*. 2018. Vol. 8 № 2. pp. 100–106. (In Russian)
4. Khalatov A. A. , Panchenko N. A. , Borisov I. I. , Severina V. V. // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2017. T. 90 № 3. C. 637–643.
5. Tsynaeva A. A., Tsynaeva E. A. // *Problemele energeticii regionale*. 2018. Vol. 36 № 1. pp. 26–35. DOI: 10.5281/zenodo.1217247
6. Schukin A. V., Ilinkov A. V. *Near-wall intensification of heat exchange under complex boundary conditions*. Kazan: KSTU, 2014. 252 p. (In Russian).

Характеристики газочапельного потока при различных режимах распыления жидкости пневматической форсункой

Е.Ю. Шадрин

*Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 630090,
Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 1*

anufriev@itp.nsc.ru

В настоящее время перспективным топливом, в частности, для малой энергетики, являются водоугольные суспензии (ВУС) [1]. Форсунки, используемые для сжигания суспензионных топлив должны удовлетворять ряду специальных требований. При движении такой суспензии по узким каналам нередко происходит запыление каналов. Кроме того, несмотря на достаточно высокую дисперсность частиц угля и кажущуюся пластичность суспензии, ВУС является высокоэрозионным продуктом. Соответственно, конструкция форсунки не должна иметь узких каналов и создавать высокую скорость движения частиц вблизи стенок.

В данной работе проведены испытания лабораторного образца пневматической форсунки специальной конструкции, основанной на использовании свойств кумулятивных струй, тороидальных вихрей и эффекта Коанда [2]. Такая форсунка может быть использована для диспергирования жидкостей и суспензий, в частности, водоугольных. Экспериментальная установка позволяет получать сверхзвуковой газочапельный поток: скорость несущей фазы до 500 м/с, при давлении газа до 0.4 МПа, расход жидкости до 500 кг/ч. С применением фотосъемки определен диапазон режимных параметров, обеспечивающих устойчивый режим работы форсунки. Вне этого диапазона наблюдаются сильные пульсации газочапельного потока. Установлено, что в данном диапазоне режимов угол раскрытия струи газочапельного потока слабо зависит от расхода жидкости и давления газа. Созданная экспериментальная и методическая база позволяет провести в дальнейшем измерения дисперсного состава генерируемого газочапельного потока с целью оптимизации режимов работы форсунки.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-38-00153-мол_а).

Список литературы

1. Мингалеева Г.Р., Нигматуллин Р.М., Шамсутдинов Э.В. Перспективы использования водоугольного топлива в России // Тр. Академэнерго. 2009. №1. С.83–95.
2. Пат. 2346756, РФ. Пневматическая форсунка. Автор Л.И. Мальцев, опубл.20.02.2009, приоритет от 15.05.2007.

Characteristics of a gas-droplet flow at various regimes of liquid spraying with a pneumatic nozzle

E.Yu. Shadrin

*Kutateladze Institute of Thermophysics SB RAS, 630090, Russia,
Novosibirsk, 1 Lavrentiev ave.*

anufriev@itp.nsc.ru

Currently, perspective coal, in particular for small-scale power generation, is water-coal suspension (WCS) [1]. Nozzles used for combustion of slurry fuels must meet special requirements. When such suspensions move along narrow channels, they are often blocked. In addition, despite the rather high dispersity of the particles and the apparent plasticity of the suspension, the WCS is a high erosion product. Accordingly, the design of the nozzle should not have narrow channels and high velocity of particles near the walls.

In this paper, a laboratory sample of pneumatic nozzle of special design [2] based on the use of the properties of cumulative jets, toroidal vortices and the Coanda effect was carried out. Such a nozzle can be used for spraying liquids and suspensions, in particular, water-coal ones. The experimental setup makes it possible to obtain a supersonic gas-droplet flow: the velocity of the carrier phase is up to 500 m/s, with a gas pressure up to 0.4 MPa and liquid consumption up to 500 kg/h. With the use of photography, a range of regime parameters that ensure a stable operating mode of the nozzle was determined. Outside this range there are strong pulsations of the gas-droplet flow. It is established that in this range of conditions, the jet opening angle for this gas-droplet flow slightly depends on the liquid consumption and the gas pressure. The created experimental and methodological base allows further measurements of disperse composition of generated gas-droplet flow in order to optimize the operating conditions of the nozzle.

The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project No. 18-38-00153-mol_a).

References

1. Mingaleeva G.R., Nigmatullin R.M., Shamsutdinov E.V. Prospects for the use of water-coal fuel in Russia // Tr. Akademenergo. 2009. № 1. С.83-95. (in Russian)
2. RF Patent No. 2346756. Pneumatic nozzle. Author: Maltsev L.I. Registered with the Public Register for Inventions on 20.02.2009.

Исследование характеристик газокпельного потока при распылении дизельного топлива паровой струей

О.В. Шарыпов, И.С. Ануфриев, Е.Ю. Шадрин, Е.П. Копьев

*Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 630090,
Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 1*

anufriev@itp.nsc.ru

Проблема эффективного диспергирования жидких углеводородных топлив (в т.ч. высоковязких) является одной из ключевых при проектировании горелочных устройств. Распыление топлива, подаваемого через форсунку, как правило, приводит к коксованию, что снижает надежность оборудования. В данной работе исследуется перспективный способ распыла свободно натекающего топлива струей пара [1]. Такой способ исключает проблему коксования и применим на практике в стационарных условиях.

С использованием метода IPI (Interferometric particle imaging) [2] на примере дизельного топлива получены зависимости дисперсного состава газокпельного потока от режимных параметров (расход и температура пара, расход топлива). Найдены условия, обеспечивающие устойчивое воспламенение и высокую полноту сгорания жидких углеводородов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-58-00025-Бел_a).

Список литературы

1. Патент РФ на изобретение № 2450207, Горелочное устройство. Опубликовано 10.05.2012, приоритет от 28.10.2010, патентообладатель ИТ СО РАН. Автор: Вигриянов М.С.

2. Бильский А.В., Ложкин Ю.А., Маркович Д.М. Интерферометрический метод измерения диаметров капель // Теплофизика и аэромеханика. 2011. Т. 18. № 1. С. 1-13.

Investigating characteristics of a gas-drop flow when diesel fuel is sprayed with a steam jet

O.V. Sharypov, I.S. Anufriev, E.Yu. Shadrin, E.P. Kopyev

*Kutateladze Institute of Thermophysics SB RAS, 630090, Russia,
Novosibirsk, 1 Lavrentiev ave.*

anufriev@itp.nsc.ru

The problem of effective dispersion of liquid hydrocarbon fuels (including highly viscous fuels) is one of the key problem in the design of burner devices. Spraying fuel delivered through the nozzle, usually leads to coking, which reduces the reliability of equipment. In this paper a promising method of spraying a freely flowing fuel with a steam jet [1] is investigated. This method eliminates the problem of coking and is applicable in practice under stationary conditions.

Using the IPI (Interferometric particle imaging) method [2], the dependence of the dispersion composition of a gas-droplet flow on regime parameters (steam consumption and temperature, fuel consumption) on the example of diesel fuel was obtained. Conditions that ensure stable ignition and highly complete combustion of liquid hydrocarbons were found.

The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (Project No. 18-58-00025-Bel_a).

References

1. RF Patent No. 2450207. Burner Device. Author: Vigriyanov M.S. Registered with the Public Register for Inventions on 10.05.2012.
2. Bilsky A.V., Lozhkin Yu.A., Markovich D.M. Interferometric technique for measurement of droplet diameter // Thermophysics and Aeromechanics. 2011. Vol. 18, No. 1. P 1-12.

Испытание устройств релейной защиты с применением системы RTDS

А.Е. Андрейченко, С.М. Юдин

Томский политехнический университет, г. Томск, пр. Ленина, 30

yudinsm@tpu.ru

RTDS (Real Time Digital Simulator) – специализированный комплекс, предназначенный для моделирования стационарных режимов и электромагнитных переходных процессов в электроэнергетической системе (ЭС) в реальном масштабе времени. Отличительной особенностью комплекса является то, что он формирует электрические сигналы (токи и напряжения), имеющие место в моделируемой ЭС, в физической форме в виде напряжений с амплитудой 10В. После подачи этих сигналов на вход усилителя тока и усилителя напряжения соответственно, выполнив масштабирование, получаем вторичные токи и напряжения, соответствующие реальным процессам в ЭС. Таким образом, если заложить в моделирующий комплекс фрагмент энергосистемы с ее реальными параметрами, можно проводить испытания конкретных устройств релейной защиты и автоматики в условиях близких к реальным для данной энергосистемы. В базах данных специализированных программных комплексов, используемых для расчета устройств релейной защиты и для расчета параметров аварийных режимов закладываются сложные схемы энергосистем, имеющие большое количество узлов и ветвей. Создание схем такой же сложности в комплексе RTDS возможно, но требует количественного наращивания процессорных модулей комплекса. Это экономически нецелесообразно. Другой способ – выполнить эквивалентирование схемы до приемлемых размеров. Осуществить это можно, например, с помощью российской программы для расчета уставок релейной защиты АРМ СРЗА. Имеющийся в ее составе программный модуль РАССЧЕТ ЭКВИВАЛЕНТОВ СЕТИ позволяет выполнить эту задачу.

С помощью программы АРМ СРЗА была спроектирована дистанционная трехступенчатая защита реальной линии одной из энергосистем России. Затем, после эквивалентирования, упрощенная схема была смоделирована с помощью комплекса RTDS и физические сигналы подавались на реальное устройство релейной защиты – ШЭ2607 016. На всех этапах проводилось сравнение электрических сигналов в характерных режимах. Испытание показало, что данный

экземпляр в некоторых режимах имеет отклонения, что могло быть незамеченным при отсутствии таких испытаний.

Testing devices of relay protection by RTDS system

A.E. Andreychenko, S.M. Yudin

Tomsk Polytechnic University

yudinsm@tpu.ru

RTDS (Real Time Digital Simulator) is a specialized complex for modeling of stationary regimes and electromagnetic transients in power system (PS) in real time. A distinctive feature of the complex is that it generates electrical signals (currents and voltages) occurring in a simulated PS, in physical form, in the form of voltage with amplitude of 10V. After sending of these signals to the inputs current amplifier and voltage amplifier respectively, performing scaling, we get secondary currents and voltage, corresponding to real-life processes in PS. Thus, if set the fragment of power system with its real parameters into simulating complex, you can test specific devices of relay protection and automation in conditions close to real for this power system. Databases of specialized software complexes used for calculating relay protection devices and for calculation of parameters of emergency regimes have a sophisticated schemes of power systems. These schemes have a large number of nodes and branches. There is require quantitative increase of processor modules of the complex to create schemes of the same complexity in complex RTDS. It is economically inexpedient. Another way is to perform an equivalent circuit to acceptable sizes. Can do so, for example, using Russian program for calculating relay protection settings AWP SRP (APM CP3A). Its composition software module CALCULATION EQUIVALENTS CIRCUIT allows you to perform this task.

With the help of the program the AWP SRP was designed impedance protection real line one of the power systems of Russia. Then, after equalization, simplified version was modeled using complex RTDS and physical signals submitted to the real device of relay protection-SHE 2607 016. At all stages, the electrical signals in specific modes was compared. The tests showed that this unit in some modes has a deviation that could be unnoticed in the absence of such tests.

Секция 3. Экоэнергетика

Полупромышленные экспериментальные исследования перспективной технологии снижения выбросов вредных веществ пылеугольных ТЭС

Е.А. Бойко, А.В. Страшников

*Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск,
пр. Свободный, 79*

EVoiko@sfu-kras.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований предварительной термической обработки топлива перед сжиганием как способа снижения выбросов вредных веществ на тепловых электростанциях. Приведена модель образования оксидов азота при сжигании угольной пыли по кинетической схеме Митчелла–Тэрбела.

Для проведения натуральных огневых испытаний был использован экспериментальный стенд кафедры ТЭС СФУ, производительностью 150 кг/ч. Дана технологическая схема и описание работы установки. Экспериментальные исследования проводились по двум схемам. Первая – сжигание исходного топлива, вторая – с предварительной термической обработкой угольной пыли в интервале температур пылегазовой смеси от 300 до 900 °С и временем обработки от 2,5 до 0,6 с.

Представлены результаты испытаний в зависимости от температуры предварительной обработки: по доле азота топлива, перешедшего в процессе термохимического превращения в соединения HCN, NH₃ and NO; по относительному распределению азота между соединениями HCN, NH₃ and NO, которые образуются в процессе предварительной термической обработки березовского угля Канско-ачинского месторождения. Рассмотрено влияние коэффициента избытка воздуха на содержание оксидов азота. Приведена зависимость концентрации оксидов азота в продуктах сгорания от глубины предварительной термической обработки рядового и окисленного березовского угля, а также от температуры сжигания.

Даны формулы химических реакций и описание процессов образования оксидов азота. Изложено теоретическое обоснование влияния условий и режимов организации предварительной

термической обработки угля на снижение выбросов оксидов азота при сжигании продуктов термообработки.

Semi-industrial experimental studies of promising technology to reduce emissions of harmful substances of coal-fired power plants

E.A. Boiko, A.V. Strashnikov

Siberian Federal University, 660041, Krasnoyarsk, Svobodniy, 79

EBoiko@sfu-kras.ru

The results of experimental studies of pre-heat treatment of fuel before combustion as a way to reduce emissions of harmful substances in thermal power plants are presented. The model of formation of nitrogen oxides during coal dust combustion according to the Mitchell–Tarbell kinetic scheme is presented.

To conduct full-scale fire tests were used in the experimental stand of the Department of thermal power plants SFU, capacity 150 kg/h. The technological scheme and description of the installation are given. Experimental studies were conducted on two schemes. The first is the combustion of the initial fuel, the second-with preliminary heat treatment of coal dust in the temperature range of the dust-gas mixture from 300 to 900 °C and processing time from 2.5 to 0.6 s.

The test results are presented depending on the pretreatment temperature: the proportion of fuel nitrogen, which has passed in the process of thermochemical transformation into compounds HCN, NH₃ and NO; the relative distribution of nitrogen between the HCN, NH₃ and NO, which are formed in the process of pretreatment of Berezhovskiy coal of the Kansk-Achinsk Deposit. The influence of air excess coefficient on the content of nitrogen oxides is considered. The dependence of the concentration of nitrogen oxides in combustion products on the depth of pre-heat treatment of ordinary and oxidized Berezhovskiy coal and the combustion temperature is presented.

Formulas of chemical reactions and description of the processes of formation of nitrogen oxides are given. The theoretical substantiation of the influence of conditions and modes of organization of preliminary thermal treatment of coal on reduction of emissions of nitrogen oxides during combustion of heat treatment products is stated.

Энергетические и экологические показатели сжигания высоковлажных топлив на основе типичных городских и промышленных отходов

К.Ю. Вершинина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

vershininaks@gmail.com

В работе проведен анализ номенклатуры и объемов типичных промышленных и муниципальных отходов. Разработаны составы топливных суспензий на основе отходов (опилок, соломы, картона, осадка сточных вод, нефтяных остатков и отходов нефтехимического производства), а также каменноугольной пыли.

Экспериментально определены характеристики и условия зажигания и горения суспензионных топлив. Установлено, что отличие максимальных температур поверхности изученных топлив в процессе горения составило 60–95 °С. Отличие удельной теплоты сгорания рассмотренных суспензий составило 1.3–4.15 МДж/кг. Суспензии на основе опилок, соломы, картона не могут конкурировать по теплоте сгорания с водоугольной суспензией на основе каменного угля даже при добавлении (10% масс.) высококалорийных отходов нефтяной и нефтехимической отраслей промышленности. Самой малой температурой зажигания (≈ 330 °С) характеризовалась суспензия на основе соломы, картона, загрязненной воды и тяжелой нефти. Самой высокой (≈ 375 °С) – водоугольная суспензия.

Установлено, что сжигание промышленных и городских отходов в виде водной суспензии более экологично, чем высокотемпературное сжигание угля. Относительные показатели экологической, экономической, энергетической эффективности сжигания для изученных суспензий в 1.2–12.58 раз выше, чем для угля и мазута. Преимущество достигается за счет низкой эмиссии вредных газов и малой стоимости компонентов. Согласно полученным результатам, можно рекомендовать использование различных отходов (отходы очистки городских и технологических стоков, солому, опилки, картон, отходы нефтехимии, нефтешламы и др.) в качестве дополнительных компонентов суспензионных топлив.

Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента РФ (СП-1114.2018.1).

Energy and Environmental Indicators of the Combustion of High-moisture Fuels Based on Typical Municipal and Industrial Wastes

K.Yu. Vershinina

*National Research Tomsk Polytechnic University,
634050, Russia, Tomsk, Lenina str., 30*

vershininaks@gmail.com

In this paper, the analysis of the nomenclature and volumes of a number of industrial and municipal wastes is carried out. The compositions of fuel slurries based on wastes (sawdust, straw, cardboard, sewage sludge, oil residues, and waste petrochemical production), as well as coal dust, were developed.

The characteristics and conditions for the ignition and combustion of the slurries were determined experimentally. It was found that the difference in the maximum temperatures of the surface of the studied fuels during their combustion was about 60–95 °C. The difference in the specific heating value of the considered slurries was 1.3–4.15 MJ/kg. By the criterion of combustion heat, fuels based on sawdust, straw, cardboard cannot compete with coal-water slurry, even with the addition (10% wt.) of high-calorific petrochemical waste. In this work, the slurry based on straw, cardboard, wastewater and heavy oil was characterized by the lowest ignition temperature (≈ 330 °C). The coal water slurry had the highest ignition temperature (≈ 375 °C).

It has been established that combustion of industrial and municipal wastes in slurry composition is more environmentally friendly than high-temperature combustion of coal dust. Relative indicators of ecological, economic, energy efficiency of combustion of the studied fuel slurries are 1.2–12.58 times higher than of coal and fuel oil. Advantages are achieved due to low emissions of harmful gases and low cost of the components. According to the results obtained, it is possible to recommend the use of various wastes (wastes of technological and urban water treatment, straw, sawdust, cardboard, petrochemical waste, oil sludge, etc.) as additional components of slurry fuels.

Research was funded by the Council of the Russian President Grants (SP-1114.2018.1).

Внедрение автономной электростанции в систему энергоснабжения Пензенского государственного университета

С.В. Голобоков, И.А. Скиба, Р.Д. Лапин

*Пензенский государственный университет, 440026, Россия,
г. Пенза, ул. Красная, 44*

Golobokov_sv@mail.ru

По данным энергоаудита затраты Пензенского государственного университета на топливно-энергетические ресурсы в 2016 г составили 52 млн руб. Поставки тепловой и электрической энергии ведутся централизованно от ТЭЦ-2. При протяженности магистральных линий порядка 10 км потери на транзит составляют примерно 5 %. Эти потери считаются технологическими и оплачиваются покупателями.

Важнейшим преимуществом распределенной генерации является снижение потерь при транспортировке энергоресурсов к конечному потребителю. Установка электростанции на территории ПГУ позволит уменьшить длину ЛЭП и трубопроводов (не более 200-300 м) и за счет этого сократить потери на транзит [1]. Следовательно, можно снизить объем генерации тепловой и электрической энергии в мини ТЭС на величину потерь транзита и снизить расход топлива.

Электрический КПД мини-ТЭС, работающей на природном газе достигает 40 %. КПД по выработке тепла – до 46 %. Комплектование мини-ТЭС котлом-утилизатором и автономной котельной позволит подключить систему отопления зданий ПГУ и получить экономию затрат по сравнению с централизованной поставкой теплоносителя.

Применение автоматического регулирования позволит поддерживать оптимальные режимы эксплуатации оборудования при изменениях климата и графика работы, и сжигать топливо с наибольшей эффективностью. При эксплуатации децентрализованных энергетических установок удастся получить до 30 % экономии топлива [2]. Выбросы продуктов сгорания автономных котельных и ТЭС также снижаются, что существенно улучшает экологическую обстановку.

Список литературы

1. Мини-ТЭС и электрогенераторы на базе газовых двигателей. // Проспект фирмы «GE Energy Jenbacher gas engine» / М: -2015, 41 с.
2. Голобоков С. В. Повышение надежности систем отопления. // Труды международного симпозиума «Надежность и качество» / Пенза, изд-во ПГУ, 2013 с. 44-47.

The introduction of autonomous power plant in energy-supply system the Penza State University

S.V. Golobokov, I.A. Skiba, R.D. Lapin

Penza State University, 440026, Russia, Penza, Red street, 44

Golobokov_sv@mail.ru

According to the energy cost of the Penza State University, the fuel and energy resources in 2016, amounted to 52 mln rub. Supplies of heat and electricity are maintained centrally from electrical power station. When the length of the trunk lines of the order of 10 km to transit losses constitute about 5%. These losses are considered technological and paid by buyers.

The most important advantage of distributed generation is the reduction of losses during transportation of energy resources to the end user. Installation of power plants on the territory of the PSU will reduce the electrical power line and pipelines length (not more than 200-300 m) and thus reduce energy losses in transit [1]. Therefore, you can reduce the amount of thermal and electric energy generation on the transit losses value and reduce fuel consumption of mini heat and electrical power.

Electrical efficiency mini-electrical power station, running on natural gas reaches 40%. Efficiency on heat-up is 46% [1]. The mini-electrical power station was staffed waste-heat boiler and autonomous boiler. The buildings heating system PSU will connect by this generated systems and get cost savings compared to a centralized supply of coolant.

Automatic general control provides to allow optimal operating modes of the equipment when climate changes and schedule. The fuel burn was with the highest efficiency. The decentralized energy plants operating unable to obtain drugs up to 30% fuel economy [2]. The autonomous boiler and mini-electrical power station have reduced combustion emissions, which significantly improves the environmental situation also.

References

1. Mini-electrical power station and generators on the basis of gas engines. // The official firm book «GE Energy Jenbacher gaz engine» / 2015, p 41.

2. Nevertheless. Improving the reliability of heating systems. // Date Inter-national Symposium "Quality and reliability" / Penza, PGU-2013 s. 44-47.

Электрогенерирующие системы на основе инверсии потоков энергии при добыче урана

Б.О. Дуйсебаев¹, К.М. Байтасов², К.О. Сабденов³

¹ *АО «Волковгеология», г. Алматы*

² *АО «Казахстанско-Британский технический университет»*

³ *Северо-Казахстанский госуниверситет им. М. Козыбаева*

Республика Казахстан является крупным игроком на мировом рынке энергоресурсов. Однако, руководство страны, осознавая важность углеводородной энергетики, значительное внимание уделяет развитию альтернативной энергетики и энергосбережению. АО «НАК «Казатомпром» - национальный оператор в области добычи и переработки урана, который занял лидирующие позиции в мире по технологии подземного скважинного выщелачивания урана (ПСВ).

Урановые рудники, где ПР имеют повышенную температуру и достаточно большой массовый расход, могут самостоятельно снабжать себя электроэнергией. Предлагается новый способ производства электроэнергии из находящихся в обороте продуктивных растворов (ПР) на основе использования теплообменника с циркулирующим в контуре цис-бутеном-2 и низкотемпературной турбины с низкой температурой кипения рабочего тела.

Оценочно из тепла продуктивных растворов уранового рудника можно получить через тепловые устройства и машины (тепловые насосы) столько же или больше энергии, сколько из урана получают энергетики с применением полного ядерно-топливного цикла через строительство атомной станции и многочисленных других предприятий ядерно-топливного цикла. Это открывает новые перспективы для АО НАК Казатомпром к трансформации из добывающей компании именно в энергетическую компанию.

The Republic of Kazakhstan is a major player in the world energy market. However, the country's leadership, realizing the importance of hydrocarbon energy, pays much attention to the development of alternative energy and energy conservation. JSC NAC Kazatomprom is a national operator in the field of mining and processing of uranium, which has taken the leading position in the world in terms of underground uranium leaching technology (ISL).

Uranium mines, where the PR have high temperature and a sufficiently large mass flow, can independently supply themselves with electricity. A new method for producing electricity from circulating production solutions (PR) is proposed based on the use of a heat exchanger circulating in the cis-

butene-2 circuit and a low-temperature turbine with a low boiling point of the working fluid.

Estimated from the heat of productive solutions of a uranium mine, it is possible to obtain as much or more energy through heat devices and machines (heat pumps) as from power generation using a full nuclear fuel cycle through the construction of a nuclear power plant and numerous other enterprises of the nuclear fuel cycle. This opens up new prospects for NAC Kazatomprom JSC to transform from a mining company to energy company.

Влияние ультразвука на метановое сбраживание навоза при разных режимах эксплуатации

А.Т. Жумагажинов, В.Я. Федянин

*Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул*

zhumagazhinov1970@mail.ru

Использование сельскохозяйственных отходов, таких как навоз и другие органические отходы для производства биогаза имеет значительные экологические преимущества с точки зрения производства тепла и электроэнергии и ее использования в качестве биотоплива. Биогазовые установки могут внести существенный вклад в устойчивое развитие в сельских районах, а также предоставления фермерам новые возможности дохода [1].

Целью исследований было выявление оптимальных режимов эксплуатации и оценить эффект применения ультразвука при совместном сбраживании навоза с закваской рубцовых микроорганизмов. Серии экспериментов проводили в мезофильных условиях в трех режимах: режим сбраживания без обработки и закваски; режим сбраживания с закваской; режим сбраживания с закваской с обработкой ультразвуком.

Представлены результаты экспериментальных исследований повышения эффективности биохимического взаимодействия. Рассмотрен процесс активизации при непрерывном удалении биогаза путем наложением на процесс ультразвуковых полей [2]

Энергетическая эффективность метанового сбраживани оценена путем сопоставления объема полученного топлива (биогаз) и расхода тепла на технологические нужды.

Как показало сравнение эффективности разных режимов эксплуатации, наибольшее количество товарной энергии в виде биогаза получено в режиме обработанного ультразвуком — в 1,65 раза больше, чем без обработки.

Список литературы

1. Веденев А.Г., Веденева Т.А., Бишкек.: Руководство по биогазовым технологиям, «ДЭМИ», 2011. 84с.

2. G. Quiroga, L. Castrillón, Y. Fernández-Nava, E. Marañón, L. Negral, J. Rodríguez-Iglesias, P. Ormaechea Effect of ultrasound pretreatment in the anaerobic co-digestion of cattle manure with food waste and sludge // *Bioresource Technology*. 2014. Vol. 154, pp. 74-79.

Influence of ultrasound on methane fermentation of manure at different operating conditions

A.T. Zhumagazhinov, V.Ya. Fedyanin

Altai State Technical University I.I. Polzunova, Barnaul

zhumagazhinov1970@mail.ru

The use of agricultural waste, such as manure and other organic waste to produce biogas has significant environmental benefits in terms of heat and power generation and using its as biofuels. Biogas plants can make a significant contribution to sustainable development in rural areas, as well as providing farmers with new income opportunities [1].

The objective of our investigation was to identify the optimal, economically viable operating modes and to evaluate the effect of ultrasound in the joint fermentation of manure with ferment of scar microorganisms. The series of experiments were carried out at mesophilic conditions in three regimes: the fermentation regime without processing and leaven; fermentation with leaven; a fermentation regime with the leaven and with ultrasound processing.

The results of experimental investigation of increasing the efficiency of the biochemical process were given. The activation of the process with the continuous removal of biogas occurs by the imposition of ultrasonic fields [2].

The economic efficiency of methane fermentation was calculated according to the comparative heat consumption for technological needs in relation to a cattle farm.

At the comparison of the efficiency of different operating modes the greatest amount of commodity energy as biogas was taken in the mode of ultrasound processing. It was in 1,65 times more than without processing.

References

1. Vedenev A.G., Vedeneva T.A.. Guidance for biogas technologies. Bishkek: "DEMI", 2011. 84p.
2. G. Quiroga, L. Castrillón, Y. Fernández-Nava, E. Merañón, L. Negral, J. Rodríguez-Iglesias, P. Ormaechea Effect of ultrasound pre-treatment in the anaerobic co-digestion of cattle manure with food waste and sludge // Bioresource Technology. 2014. Vol. 154, P. 74–79.

Газификация низкосортных топлив и промышленных отходов непрерывным лазерным излучением

А.С. Зайцев, Р.И. Егоров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Alexzaitsev@tpu.ru

Глобальный рост энергопотребления в мире, а так же рост цен на энергоносители, за последние несколько лет, обострил потребность в использовании альтернативных видов топлив. Общепризнанным трендом в последнее время является все более широкое использование в энергетике горючих промышленных отходов и низкосортных топлив. Это расширяет топливную базу энергетике, а также дает возможность утилизировать накопленные за многие годы отходы.

В данной работе мы предлагаем конвертировать горючие отходы переработки угля и нефти в сингаз с помощью мощного потока непрерывного светового излучения. Это позволяет при минимальных затратах производить топливно-воздушную смесь с достаточно высокой концентрацией горючих компонентов (CO , H_2 и CH_4).

Исследования состава газовой смеси внутри рабочего объема экспериментальной установки показали, что в зависимости от типа исходного топлива, с ростом интенсивности излучения наблюдается не монотонный рост концентрации оксида углерода (до 6000–20000 ppm), оксидов азота (до 20-80 ppm), водорода (до 1000 ppm) и диоксида серы (до 100 ppm). В качестве исходных топлив выступали фильтр кеки газовых углей (зольность до 55%), бурые угли и торфы с месторождений Западной Сибири. Конверсия происходит при атмосферном давлении и относительно низких средних температурах в объеме реактора. Эффективная газификация торфа и бурого угля начинается при интенсивностях излучения порядка 20–30 Вт/см².

Отходы обогащения каменных углей газифицируются при интенсивностях $\sim 800\text{--}1000 \text{ Вт/см}^2$.

Подбирая интенсивность излучения можно управлять соотношением компонентов сингаза и скоростью газификации. Применение источников света относительно малой мощности позволяет производить эффективную конверсию углеводородов в горючий газ. Применение сфокусированного солнечного света в качестве источника энергии позволяет в перспективе создать эффективный и дешевый метод утилизации промышленных отходов.

Работа выполнена в рамках проекта ВИУ-ИИФВП-184/2018 программы повышение конкурентоспособности ТПУ.

Gasification of the low grade fuels and industrial waste by the continuous wave laser radiation

A.S. Zaitsev, R.I. Egorov

*National Research Tomsk Polytechnic University,
30, Lenin Avenue, Tomsk, 634050, Russia*

Alexzaitsev@tpu.ru

The global increase in energy consumption in the world, as well as the rise in energy prices over the past few years, exacerbated the need for the use of alternative fuels. A widely recognized trend in the recent years is the increasing use of combustible industrial wastes and low-grade fuels in power engineering. This gives the new fuel sources, and also allows an utilization of the waste that has been accumulated over many years.

In this paper, we propose the way of conversion of the combustible coal enrichment waste and oil processing waste to syngas with a powerful beam of the continuous wave light. This produces with low expenses a fuel-air mixture with a sufficiently high concentration of the combustible components (CO, H₂, and CH₄).

Analysis of the gas mixture composition inside the working volume of the experimental setup show that, depending on the type of the initial fuel, the increase of the light intensity leads to the non-uniform growth of the concentration of carbon monoxide (up to 6000-20000 ppm), nitrogen oxides (up to 20-80 ppm), hydrogen (up to 1000 ppm) and sulfur dioxide (up to 100 ppm). We have used the filter cakes of the fiery coal (ash content up to 55%), brown coals and peat from the West Siberia deposits as an initial fuel. Conversion occurs at atmospheric pressure and relatively low average temperatures in the reactor volume. An effective gasification of peat and

brown coal begins at light intensities like 20-30 W/cm². The coal enrichment wastes were gasified at intensities of ~ 800-1000 W/cm².

Choosing the intensity of laser radiation, we can control the ratio of the components of the syngas and the gasification rate. The use of light sources of relatively low power allows for an efficient conversion of hydrocarbons into combustible gases. The use of focused sunlight as an energy source makes possible the creation of an efficient and cheap method for recycling industrial waste.

The work was performed within the framework of the strategic plan for the development of National Research Tomsk Polytechnic University as one of the world-leading universities (project VIU-ISHFVP-184/2018).

Определение точки максимальной мощности солнечной батареи алгоритмом роя частиц

С.Г. Обухов, И.А. Ибрагим

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В реальных условиях эксплуатации солнечные батареи фотоэлектрических станций, особенно большой площади, часто работают в условиях частичного затенения, вызванных налетевшим облаком, тенью от деревьев и близлежащих зданий и т.п. При частичном затенении солнечной батареи ее вольт-ваттная характеристика искажается и приобретает сложную форму с несколькими локальными экстремумами, что значительно усложняет задачу определения глобальной точки максимальной мощности солнечной батареи. Стандартные методы поиска точки максимальной мощности, которые применяются в контроллерах фотоэлектрических станций, не обеспечивают надежного отслеживания глобального экстремума вольт-ваттной характеристики, что приводит к увеличению потерь и снижению производительности электростанции.

В данной работе предлагается использовать для определения точки максимальной мощности солнечных батарей, работающих в условиях частичного затенения, эволюционный алгоритм роя частиц, достоинства которого являются простота, универсальность и высокое быстродействие.

В статье представлены результаты анализа энергетических характеристик солнечных батарей, работающих в условиях частичного затенения. Приведено краткое описание алгоритма роя частиц,

рассмотрены основные аспекты его функционирования, представлены математическое описание и блок-схема работы.

В результате проведенных исследований определены рациональные параметры алгоритма, обеспечивающие его эффективное применение для поиска точки максимальной мощности солнечных батарей в условиях частичного затенения. Рассмотрены четыре практических примера работы алгоритма при неравномерном освещении солнечных батарей, выполнена оценка его эффективности. Установлено, что наиболее сложными условиями работы алгоритма являются режимы с низкой величиной освещенности части солнечной батареи, характеризуемые пологими вольт-ваттными характеристиками. Показано, что применение эволюционного алгоритма роя частиц обеспечивает надежное и эффективное отслеживание точки максимальной мощности солнечных батарей в условиях частичного затенения. Для всех проведенных тестовых экспериментов максимальное число итераций не превышает 30, при времени отслеживания менее 1 минуты, что определяет хорошие перспективы применения данного алгоритма в промышленных контроллерах поиска точки максимальной мощности

Determination of the maximum power point of the solar cell by the particle swarm algorithm

S. Obukhov, [A. Ibrahim](#)

National Research Tomsk Polytechnic University

In actual operating conditions, photovoltaic solar cells, especially a large area, often operate under partial shading caused by a cloud, a shadow from trees and nearby buildings, etc. With partial shading of the solar battery, its volt-watt characteristic is distorted and acquires a complex shape with several local peaks, which significantly complicates the task of determining the global point of the maximum power of the solar battery. Standard methods of searching for the maximum power point that is used in photovoltaic station controllers do not provide reliable tracking of the global peak of the volt-watt characteristic, which leads to increased losses and reduced power plant performance.

In this paper, the maximum power point tracking of solar panels, working in conditions of partial shading is evaluated using the particle swarm optimization algorithm, the advantages of which are simplicity, versatility and high performance.

The paper presents the results of the analysis of the energy characteristics of solar panels operating under partial shading. A brief

description of the particle swarm algorithm is given, the main aspects of its functioning are considered, a mathematical description and a block diagram of the work are presented. As a result of the research, the rational parameters of the algorithm are determined, which ensure its effective application for finding the point of maximum power of solar batteries in partial shading. Four practical examples of the algorithm operation at non-uniform illumination of solar batteries are considered, its efficiency is estimated. It is found that the most difficult operating conditions of the algorithm are the modes with low illumination value of the solar battery, characterized by flat volt-watt characteristics.

It is shown that the application of the evolutionary particle swarm algorithm provides reliable and efficient tracking of the maximum power point of solar cells under partial shading conditions. The maximum number of iterations does not exceed 30 for all the test experiments, with a tracking time of less than 1 minute, which determines good prospects for the application of this algorithm in industrial controllers for finding the maximum power point.

Исследование характеристик различных видов биомассы применительно к технологиям топливосжигания

К.Т. Ибраева, Ю.О. Манаев, С.А. Хаустов, Р.Б. Табакаев

*Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск,
пр. Ленина, 30*

kti1@tpu.ru

Выработка энергии электростанциями сопровождается огромными выбросами в воздушное пространство вредных веществ, загрязняющих окружающую среду [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения [2] загрязнение воздуха приводит к преждевременной смертности нескольких миллионов человек в год. Наибольший ущерб наносят станции, использующие в качестве топлива каменные и бурые угли, антрациты.

Снижение вредных выбросов энергетической отрасли постепенно обеспечивается вовлечением возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Однако доля ВИЭ в выработке электроэнергии в настоящее время составляет лишь 7.1% (без учета гидроэнергетики) [2]. В связи с этим исследования по вовлечению ресурсов биомассы в топливно-энергетический баланс являются актуальными.

В работе исследовано несколько видов биомассы: древесные (щепа различных пород древесины и сосновые опилки) и агропромышленные (отруби, солома, скорлупа орехов) отходы, торф (с 2-х месторождений Томской области). Установлено, что торф из-за высоких значений влажности (более 38%) и зольности (более 22%), имеет низкую теплоту сгорания (менее 7,5 МДж/кг); теплота сгорания остальных проб биомассы, несмотря на малую зольность, не превышает 16-17 МДж/кг. Температура начала деформации золы (t_A) у отрубей составила всего 780°C, что говорит о шлаковании поверхностей нагрева при их сжигании; t_A для остальных рассматриваемых проб превысила 1180°C. Химический анализ золы показал, что пробы торфа из-за высокого содержания CaO и SiO₂ в своем составе также имеют склонность к шлакованию способность этих топлив. Изученные характеристики показывают необходимость предварительной переработки биомассы для эффективного сжигания.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00648.

Список литературы

1. Dmitrienko M. A., Nyashina G. S., Strizhak P. A. // J. Clean. Prod. 2018. V. 177. P. 284–301.
2. World Energy Outlook Special Report. Energy and Air Pollution. Paris: International Energy Agency, 2016. 97.

Investigating the characteristics of various biomass applied to fuel-burning technologies

K.T. Ibraeva, Yu.O. Manaev, S.A. Khaustov, R.B. Tabakaev

Tomsk Polytechnic University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin Ave. 30

kti1@tpu.ru

The energy generation by power plants is accompanied by huge hazardous substances emissions polluting the environment and airspace [1]. According to the World Health Organization [2] the air pollution leads to premature deaths of several million people per year. The greatest damage is caused by power plants using a coal, lignite and anthracite as a fuel.

The reduction of harmful emissions in the energy sector is gradually provided by the involvement of renewable energy sources (RES). However, the share of RES in the electricity generation is currently only 7.1% (excluding hydropower) [2]. In this regard, studies of the involvement of biomass resources in the fuel and energy balance are relevant.

Several types of biomass have been studied: wood (chips of various types and pine sawdust), agro-industrial waste (bran, straw, and nutshell) and peat (from 2 deposits in the Tomsk Region). It was found that peat has a low calorific value (less than 7.5 MJ/kg) due to high humidity (more than 38%) and ash content (more than 22%); the calorific value of other biomass samples, despite the low ash content, does not exceed 16-17 MJ/kg. The temperature of ash deformation (t_A) of bran was only 780°C, that indicates to the slagging of heating surfaces during bran burning; t_A for another samples exceeded 1180° C. The ash chemical analysis showed that the peat samples are tend to slagging due to the high CaO and SiO₂ content. The studied characteristics show the need of preliminary processing of biomass for efficient combustion.

References

1. Dmitrienko M. A., Nyashina G. S., Strizhak P. A. // J. Clean. Prod. 2018. V. 177. P. 284–301.
2. World Energy Outlook Special Report. Energy and Air Pollution. Paris: International Energy Agency, 2016. 97.

Оценка уменьшения негативного воздействия на окружающую среду при использовании фотовольтаических солнечных электростанций

Л.В. Контрош¹, В.С. Калиновский², Т.В. Кустов¹, А.В. Храмов¹,
Е.В. Контрош²

¹*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина),*

г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5

²*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе,*

г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 26

¹lida.kontrosh@mail.ru, ²vitak.sopt@mail.ioffe.ru

Применение фотоэнергетических установок показывает существенное снижение негативного влияния на окружающую среду, по сравнению с традиционным производством электроэнергии на основе использования ископаемого топлива.

На сегодняшний день наибольшее распространение в мире получили солнечные фотоэнергетические установки на основе кремния. Второе место среди основных используемых полупроводниковых материалов, относящихся к классу соединений АПВВ занимает арсенид галлия (GaAs), обладающий: лучшими

характеристиками и значением КПД. Максимальное значение КПД, достигающее 46 % при кратности концентрации солнечного излучения $C > 500$ (AM1,5), имеют многопереходные солнечные элементы (СЭ).

Фотоэлектрические системы не выделяют загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Определенное количество токсичных веществ используется при производстве СЭ, а так же образуется при снятии с эксплуатации и утилизации солнечных модулей, но они могут быть переработаны и использоваться повторно. Использование воды и воздействие на почву в жизненном цикле фотовольтаических систем считаются минимальными.

Использование фотоэлектрических модулей с концентрацией солнечной энергии на основе многопереходных СЭ, разработанных в ФТИ им. А.Ф. Иоффе позволит обеспечить минимальный вред окружающей среде во время эксплуатации. Применение концентратора солнечной энергии (линзы Френеля) позволяет снизить площадь, а также количество используемого полупроводникового материала солнечных элементов [1]. Результатом чего является снижение негативного воздействия солнечных модулей на этапах производства и утилизации.

Список литературы

1. Alferov Zh.I., Andreev V.M., Rummyantsev V.D. III-V solar cells and concentrator arrays //High-Efficient Low-Cost Photovoltaics// Springer Series in Optical Sciences (2008), Vol. 140, P. 101-141.

Estimation of reduction of negative impact on the environment when using photovoltaic solar power plants

L.V. Kontrosh¹, V.S. Kalinovskiy², T.B. Kustov¹, A.V. Khramov¹,
E.V. Kontrosh², I.V. Vezhenkova¹

¹*Saint-Petersburg State Electrotechnical University "LETI" them. IN AND. Ulyanov (Lenin), St. Petersburg, ul. Prof. Popov, 5*

²*Physico-Technical Institute. A.F. Ioffe, St. Petersburg, ul. Polytechnic, 26*

¹lida.kontrosh@mail.ru, ²vitak.sopt@mail.ioffe.ru

Application of PV installations shows a substantial decrease of negative effect on the environment compared with traditional production of electric power in using fossil fuel.

Today the most widespread in the world have received solar PV installations on the base of silicon. The second place among used main semiconductor materials belonging to the AIII BV compounds is possessed

by GaAs, which has the best characteristics and the efficiency. The maximum efficiency today belongs to multijunction solar cells (SCs). It is 46% at the sunlight concentration ratio $C > 500$ (AM 1.5).

PV systems do not emit pollutants to the ambience. The definite amount of toxic materials is used in producing SCs and also is formed in removing modules from service and due to their disposal. However, they can be recycled and re-used. The use of water and the effect on soil in the life cycle of PV systems are considered to be minimal.

The use of PV modules based on multijunction SCs with concentrators of the sunlight developed in the Ioffe Institute will allow ensuring minimum environmental damage during their service. Application of sunlight concentrators (Fresnel lenses) allows reducing device area and also the amount of SC semiconductor material being used [1]. This results in reducing the negative effect of solar modules during their production and disposal.

Bibliography

1. Alferov Zh.I., Andreev V.M., Rummyantsev V.D. III-V solar cells and concentrator arrays //High-Efficient Low-Cost Photovoltaics// Springer Series in Optical Sciences (2008), Vol. 140, P. 101-141.

Экология вагоноремонтных предприятий как резерв повышения их энергоэффективности

Ю. Г. Малиновский

*Омский государственный университет путей сообщения,
644046, Российская Федерация, г. Омск, пр. Маркса, 35*

malinomsk@yandex.ru

Вагоноремонтные предприятия являются источниками экологически вредных выбросов. При обмывке деталей подвижного состава от смазки образуются отработанные моющие растворы (ОМР) в объеме примерно 20 м^3 в месяц. ОМР представляют собой устойчивую эмульсию масла в воде, стабилизированную мылом, и полученную путем диспергирования смазки типа «ЛЗ-ЦНИИ» в насосах моечных машин. Эти отходы сложно концентрировать на ВРП, их утилизируют на возмездной основе по цене около 6000 руб. за м^3 , что влечет затраты в размере 120 тыс. руб. в месяц [1, с. 1118–1120].

Рассматривается использование загрязнений из ОМР в качестве топлива. Их концентрация достигает порядка 100 кг нефтепродуктов

на 1 м³ раствора [2, с. 184]. Таким образом, среднее ВРП имеет округленно 2000 кг нефтепродуктов в месяц с теплотой сгорания около 30 МДж/кг, что дает энергетический резерв в 60 ГДж или 14 Гкал. Одним из крупных потребителей энергии в ВРП являются моечные машины колесно-роликового отделения с суммарной средней мощностью 60 кВт. За 30 рабочих дней при 12-часовой смене их потребление составит около 77 ГДж или 18 Гкал.

Видно, что сжигание загрязнений позволяет почти полностью покрыть расходы тепла и повысить энергоэффективность моечного участка. Экономический эффект при этом складывается из экономии на утилизации в размере 120 тыс. руб. в месяц и экономии на электроэнергии в размере около 80 тыс. руб. в месяц.

Список литературы

1. Малиновский Ю. Г., Ахмеджанов Р. А., Реутова О. А. Очистка и утилизация сточных вод железнодорожных вагоноремонтных депо // Омские научные чтения: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Омск, 11-16 декабря 2017 г.). Омск: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2017. 1153 с.

2. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1540) мм. введ. 2018-01-01. – М: АО «ВНИИЖТ» 2018. 242 с.

Ecology of car-repair plants as a reserve for increasing their energy efficiency

Y. G. Malinovskiy

*Omsk State Transport University, 35, Marx st., Omsk, 644046,
Russian Federation*

malinomsk@yandex.ru

Car repair plants (CRP) are sources of environmentally harmful emissions. When washing parts of the rolling stock, from the lubricant waste washing solutions (WWS) in the amount of about 20 м³ per month are formed. WWS is a stable oil emulsion in water, stabilized with soap, and obtained by dispersing the lubricant in the pumps of washing machines. These wastes are difficult to concentrate on CRP, they are disposed of on a onerous basis at a price of about 6000 ruble per м³, which entails costs of 120 thousand ruble per month [1, p. 1118–1120].

Discusses the use of pollution from WWS as the fuel. Their concentration reaches about 100 kg of oil products per 1 cubic meter of

solution [2, p. 184]. Thus, the average CRP has a rounded 2000 kg of petroleum products per month with a combustion heat of about 30 MJ/kg, which gives an energy reserve of 60 GJ or 14 Gcal. One of the major energy consumers in the CRP are wheel-roller washing machines with a total average capacity of 60 kW. For 30 working days with a 12-hour change of their consumption will be about 77 GJ or 18 Gcal.

Noticeable, that the burning of pollution allows almost completely cover the costs of heat and improve the energy efficiency of the washing area. The economic effect is formed from the savings on utilization in the amount of 120 thousand rubles per month and energy savings of about 80 thousand rubles per month.

References

1. Malinovskiy Y. G., Ahmedganov R. A., Reutova O. A. Waste water treatment and utilization of railway car repair depots (in Russian). Omsk scientific readings: materials of the all-Russian scientific-practical conference (Omsk, 11-16 december 2017 y.). Omsk : Publishing of Omsk state university, 2017. 1153 p.

2. Guidance document on repair and maintenance of wheel sets with axle assemblies of freight cars of main railway track 1520 (1540) mm. intr. 2018-01-01. (in Russian) - Moscow : АО «ВНИИГТ», 2018. 242 p.

Роль ВИЭ и перспективы их развития в ЕЭС России

Я.Ю. Малькова, Р.А. Уфа

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

yamalkova96@gmail.com

На сегодняшний день наряду с растущей потребностью в электроэнергии как отдельного потребителя и промышленного предприятия, так и энергосистемы в целом назревает необходимость развития возобновляемой генерации в условиях ограниченности запаса традиционных топливных ресурсов и ухудшения состояния мировой экологической обстановки. В рамках данной работы проанализирована динамика роста и структура установленной мощности электростанций в единой энергетической системе (ЕЭС) России по типам генерации за 2010-2017 гг., оценена доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в ней [1]. Кроме этого, рассмотрен абсолютный прирост генерирующих мощностей ВИЭ, в частности солнечных и ветряных электростанций. Определены основные «вызовы», препятствующие

повсеместному масштабному внедрению ВИЭ в ЕЭС России и определены перспективы развития данного типа генерации. Здесь стоит отметить экономический фактор – ВИЭ не могут конкурировать с традиционными энергетическими ресурсами в стоимости вырабатываемой электроэнергии, а также географический фактор, подразумевающий под собой ограниченность применения ВИЭ в виду причин природного характера и др. На основании проведенного анализа можно заключить, что несмотря на наличие государственной поддержки исследовательской работы по ВИЭ, основное обеспечение растущего энергопотребления осуществляется за счет традиционной генерации, а именно тепловых станций в виду уже отработанной системы ввода и последующей эксплуатации электростанций данного типа, а также возможности генерации тепловой энергии. Однако среди перспективных направлений внедрения ВИЭ следует отметить энергоснабжение удаленных территорий, не имеющих возможности подключения к централизованной энергосистеме.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-79-10006).

Список литературы

1. Системный оператор ЕЭС: Отчеты о функционировании ЕЭС России за 2010-2017 гг.

Повышение энергоэффективности и экологической безопасности ТЭС на основе применения ГПУ

Д.В. Мельников, Н.Н. Галашов, С.А. Цибульский, А.С. Киселев,
А.И. Баннова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

dmelnikov911@gmail.com

Критическая ситуация в энергетике России, вызванная высокой изношенностью основных фондов, заставляет искать новые, нетрадиционные технологические решения, позволяющие существенно повысить энергоэффективность, надежность и экологическую безопасность энергоустановок.

Одним из главных направлений эффективного развития и технического перевооружения российской теплоэнергетики является широкое применение высокоэкономичных парогазовых и газотурбинных установок. В настоящее время широкое распространение получили парогазовые установки (ПГУ) бинарного

цикла, однако альтернативой бинарной ПГУ являются газопаровые установки (ГПУ) с впрыском пара (контактные газотурбинные установки или ПГУ смешения).

Главной проблемой при работе ГПУ является максимальное использование теплоты продуктов сгорания с большим содержанием водяного пара. Анализ существующих научных работ по этому вопросу говорит о его слабой проработке.

Нами предложены и исследованы схемы использования теплоты и конденсата продуктов сгорания для дополнительной выработки электроэнергии в пароводяном и органическом цикле Ренкина, позволяющие повысить электрический КПД установки до 60% и выше, а применение когенерации и тригенерации позволяет получить коэффициент использования теплоты топлива при расчете по высшей теплоте сгорания 95% за счет использования теплоты конденсации водяного пара из продуктов сгорания.

Работа ГПУ с большим впрыском перегретого пара в камеру сгорания позволяет существенно снизить коэффициент избытка воздуха (до 1.05) и за счет этого значительно сократить затраты мощности на привод компрессора, при этом снижается адиабатическая температура сгорания, что ведет к существенному уменьшению равновесной концентрации NO_x .

Авторами разработана оригинальная математическая модель ГПУ с эффективным использованием теплоты продуктов сгорания в котле-утилизаторе для получения дополнительной выработки электроэнергии и отпуска тепла для тепло и хладоснабжения. Численные исследования на модели показали, что за счет впрыска пара в камеру сгорания газовой турбины электрический КПД установки может быть повышен до 50–60%, а выбросы оксидов азота снижены до 10–15 ppm.

Energy efficiency and environmental safety of the use of thermal power plant based on the gas-steam unit

D. Mel'nikov, N. Galashov, S. Tsibulskiy, A. Kiselev, A. Bannova

*National Research Tomsk Polytechnic University, 634050, Tomsk,
Lenin Ave, 50*

dmelnikov911@gmail.com, gal@tpu.ru

The critical situation in the energy sector of Russia, caused by the high level of depreciation of fixed assets, makes it necessary to search for new,

non-traditional technological solutions, which can significantly improve energy efficiency, reliability and environmental safety of power plants.

One of the main directions of effective development and technical re-equipment of the Russian power system is the wide use of highly economical combined-cycle (CCGT) and gas-turbine units (GTU). Currently, CCGT of the binary cycle are widely used, however, gas-steam unit (GSU) with steam injection (contact gas turbine unit or CCGT mixing) are an alternative to the binary CCGT.

The main problem in the operation of the CCGT is the maximum use of the heat of combustion products with a high content of water steam. Analysis of existing scientific papers on this issue suggests its weak study.

We have proposed and investigated the diagrams of using heat and condensate of combustion products for additional power generation in the water-steam and organic Rankine cycle (ORC), allowing to increase the electrical efficiency of the installation to 60% and more. The use of cogeneration and trigeneration allows to obtain the coefficient of use of the heat of fuel (when calculating the highest calorific value) 95% through the use of the heat of condensation of water steam from the products of combustion.

GSU work with a large injection of superheated steam into the combustion chamber significantly reduces the excess air ratio (up to 1.05). Due to this, the power consumption for the compressor drive is significantly reduced, while the adiabatic temperature of combustion decreases, which leads to a significant decrease in the equilibrium NO_x concentration.

The authors have developed an original mathematical model of the GSU with the efficient use of the heat of combustion products in the waste-heat boiler to obtain additional electricity generation and heat supply for heat and cold supply. Parametric studies on the model showed that due to steam injection into the combustion chamber of a gas turbine, the electrical efficiency of the installation can be increased to 50–60%, and emissions of nitrogen oxides reduced to 10–15 ppm.

Экспериментальное определение концентраций антропогенных выбросов при сжигании суспензионных угольных топлив с продуктами переработки растительного сырья

Г.С. Няшина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

gsn1@tpu.ru

Вовлечение типичных отходов угле- и нефтепереработки в топливный цикл [1] характеризуется не только расширением компонентной базы, снижением стоимости топлив, варьированием в широких диапазонах теплоты сгорания, но и неизбежным повышением концентраций антропогенных выбросов [1]. Для решения данной проблемы целесообразно использовать суспензии на основе указанных отходов, воды и специализированных примесей или добавок. Перспективными с экологической точки зрения являются примеси растительного происхождения [2]. В настоящей работе исследовано влияние добавок маслосодержащих отходов переработки растительного сырья и масел на концентрации антропогенных выбросов при сжигании суспензионных угольных топлив.

Выполненные эксперименты показали, что для органоводоугольных топлив (ОВУТ) на основе фильтр-кека с примесью растительных масел экологические показатели сжигания выше, чем у ОВУТ с отработанным турбинным маслом. Образование окислов серы на диапазоне температур от 700 до 1000°C уменьшилось (по сравнению с ОВУТ на турбинном масле) при добавке рапсового масла на 23–45%; подсолнечного жмыха на 12–63%; кокосового масла на 50–70%. При использовании рапсового масла оксиды азота могут быть снижены на 5–70%; подсолнечного жмыха на 5–50%; кокосового масла на 5–38%. Растительные масла характеризуются минимальным содержанием серы, азота и полициклических ароматических углеводородов, высокой температурой вспышки. Их использование в составе суспензий ОВУТ взамен отработанных промышленных дает возможность повысить энергетические показатели суспензии без повышения экологической нагрузки на окружающую среду.

Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента РФ (СП-1969.2018.1).

Список литературы

1. Armesto L., Bahillo A., Cabanillas A., et. al. // Fuel. 2003. V. 82. №8. P. 993–1000.
2. Dmitrienko M. A., Nyashina G.S., Vershinina K.Yu., Strizhak P.A. // J. Hazard. Mater. 2018. V. 347. P. 359–370.

Experimental determination of the anthropogenic emissions concentrations during the combustion of coal liquid fuels with plant processing products

G. S. Nyashina

*National Research Tomsk Polytechnic University,
30, Lenin Avenue, Tomsk, 634050, Russia*

gsn1@tpu.ru

Involvement of typical waste of coal preparation and oil refining in the fuel cycle not only expands the component fuel base, reduces the fuels cost, changes the heat of combustion in wide ranges, but also can increase the concentrations of anthropogenic emissions. The use of specialized impurities or additives in suspensions based on these wastes and water can solve this problem. Impurities of plant origin turn out to be promising from an environmental point of view. This work studies the influence of additives of plant processing waste (sunflower meal) and vegetable oils (rapeseed, olive, coconut oil, etc.) on concentrations of anthropogenic emissions during combustion of coal liquid fuels (CLF).

The performed experiments have shown that for CLF based on filter cake with admixtures of vegetable oils or plant waste, the environmental indicators is higher than for CLF with waste turbine oil.

Concentrations of sulfur oxides in the temperature range from 700 to 1000 °C are lower (compared with CLF based on turbine oil) by 23–45% at adding of rapeseed oil; by 12–63% at adding of sunflower meal; and by 50–70% at adding of coconut oil. When using rapeseed oil, nitrogen oxides can be reduced by 5–62%; sunflower meal – by 5–50%; and coconut oil – by 5–38%. Vegetable oils are characterized by a minimum content of sulfur and polycyclic aromatic hydrocarbons, high cetane number, and high flash point. They are nontoxic, bio-degradable, non-polluting and well mixed with liquid fuels. The use of vegetable oils as part of CLF instead of the waste industrial oils allows increasing energy indicators of the suspension (ignition temperature, burning rate, delay of ignition and complete combustion) without an increase of ecological impact on environment.

Research was funded by the Council of the Russian President Grants (SP-1969.2018.1).

References

1. Dmitrienko M. A., Nyashina G. S., Vershinina K. Yu., Strizhak P. A. // *J. Hazard. Mater.* 2018. V. 347. P. 359–370.
2. Armesto L., Bahillo A., Cabanillas A., et. al. // *Fuel.* 2003. V. 82. №8. P. 993–1000.

Технологии совместного использования энергии ветра и органического топлива для повышения энергоэффективности и экологичности комбинированного производства электрической и тепловой энергии

И. В. Постников, В. А. Стенников, А.В. Пеньковский

*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 130*

postnikov@isem.irk.ru

Энергия ветра является одним из наиболее перспективных возобновляемых энергоресурсов и характеризуется широкой распространенностью и относительно высокой плотностью энергетического потока. При этом существует ряд проблем, связанных с применением ветроэлектростанций в энергосистемах.

Частичное решение этих проблем возможно в рамках реализации предлагаемых в работе принципиальных технологических схем совместного использования ветроэнергетических и тепловых установок. Согласно разработанной технологии электроэнергия, вырабатываемая на ветроэлектростанции, полностью или частично используется для прямого замещения топлива в теплосиловом цикле паротурбинной или парогазовой ТЭЦ. Основным эффектом, получаемым при реализации данной интегрированной технологии, является экономия топлива и, соответственно, снижение выбросов CO₂. Кроме того, в предлагаемых технологических схемах электроэнергия от ветроэлектростанции не передается напрямую в сеть, что устраняет проблему обеспечения ее стабильности и качества [1–3], а оперативное резервирование мощности ветроэлектростанции не требуется.

В рамках укрупненного технико-экономического анализа показаны возможные энергетические и экологические эффекты от применения предлагаемой технологии, рассмотрены технологические преимущества предложенных схем, обеспечивающие им широкую сферу практического использования как в локальных, так и в крупных энергосистемах. Предлагаемые технологии защищены патентом [4].

Список литературы

1. Vanzetta I. // *Energy Abroad*. 2016. No.1. P. 2–14.
2. Yuan X. // *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy* 2013. No.1(1). P. 22–25.
3. Chen Z. // *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*. 2013. No.1(1). P. 2–13.
4. Жарков С.В., Кейко А.В., Постников И.В., Пеньковский А.В. Патент RU 2557049, 20.07.2015.

Technologies for the joint use of wind energy and fossil fuels for improving the energy efficiency and decreasing of CO₂ emission in the combined production of electric and thermal energy

Ivan Postnikov, Valery Stennikov, Andrey Penkovskii

*Melentiev Energy Systems Institute of SB RAS, Irkutsk,
664033, Lermontov st., 130, Russia*

postnikov@isem.irk.ru

Wind energy due to its wide availability and relatively high density of energy flow is the most promising resource among all non-conventional and renewable energy sources for many countries. At the same time, there are some problems of the use of wind power plants in power systems.

Partial solution of these problems is possible within the framework of the proposed in principle technological schemes for joint use of wind energy and thermal power plants. According to the developed technology, the electricity generated at the wind power plant is fully or partially used for direct replacement of fossil fuel in the thermal-power cycle of a steam turbine or combined-cycle power plant.

The main benefit of implementation of this integrated technology is fuel saving and reduction in CO₂ emissions. In addition, in the proposed technological schemes electricity from the wind power plant is not transferred directly to the electric power system, which obviates the

problem of ensuring stability and quality of electricity [1–3], moreover the operational power redundancy for the wind power plant is not required.

An provided technical and economic analysis shows the possible energy and environmental benefits from the application of the proposed technology. The technological advantages of the proposed schemes are considered, providing them with a wide scope of practical use both in local and in large-scale power systems. The proposed technologies are protected by a patent [4].

References

1. Vanzetta I. // Energy Abroad. 2016. No.1. P. 2–14.
2. Yuan X. // Journal of Modern Power Systems and Clean Energy 2013. No.1(1). P. 22–25.
3. Chen Z. // Journal of Modern Power Systems and Clean Energy. 2013. No.1(1). P. 2–13.
4. Zharkov S.V., Keiko A.V., Postnikov I.V., Penkovsky A.V. A steam turbine plant operation technique. RU Patent 2557049, 20 July 2015. [in Russian].

Низкотемпературное каталитическое получение водорода из сероводорода: инновационное решение экологических и энергетических проблем устойчивого развития

А. Н. Старцев

*АО «СКТБ «Катализатор», 630058, Россия, г. Новосибирск,
ул. Тихая, 1*

anatolii.startsev@gmail.com

Одной из актуальных проблем современности в условиях глобального потепления климата является создание водородной энергетической концепции, которая должна базироваться на внедрении технологий производства водорода, не связанных с выбросами CO_2 в атмосферу. Потенциальным источником водорода является сероводород, H_2S – вынужденный побочный продукт добывающих и перерабатывающих отраслей, относящийся к классу наиболее токсичных веществ. В докладе рассмотрены возможности одного из самых простых и доступных способов получения водорода путем каталитического разложения H_2S при комнатной температуре. При размещении металлических катализаторов в слое жидкости,

способной хорошо растворять H_2S и (или) промежуточные и конечные продукты реакции, удастся достичь конверсии H_2S , близкой к 100 %, при этом на выходе из реактора получаем целевой продукт – водород, а сера аккумулируется в растворе [1–3]. Предложены некоторые варианты извлечения образующейся серы из растворов, а также перспектива ее использования для синтеза новых химических соединений серы. Сделан вывод, что сероводород следует рассматривать как неисчерпаемый и возобновляемый источник водорода – экологически безопасного энергетического продукта и ценного химического реагента. Предлагаемый метод предполагает замену существующих высокотемпературных, энерго- и металлоемких технологий утилизации H_2S по методу Клауса, открытому еще в 19 веке, на инновационную технологию низкотемпературного каталитического разложения H_2S , однако вместо воды получаем водород.

Список литературы

1. Старцев А. Н. // Изв. АН, Сер. хим. 2017. № 8, с. 1378–1397.
2. Старцев А.Н. // Кинетика и катализ. 2016. Т. 57. с. 516–528.
3. Startsev A.N, Kruglyakova O.V., Chesalov Yu. A., Paukshtis E.A., Avdeev V.I., Ruzankin S.Ph., Zhdanov A.A., Molina I. Yu., Plyasova L.M. // J. Sulf. Chem.. – 2016 г. V. 37. P. 229–240.

Low temperature catalytic production of hydrogen from H_2S : the innovative solution to environmental and energetic issues for sustainable development

A.N. Startsev

JSC “Katalizator”, 630058, Novosibirsk, Russia

anatolii.startsev@gmail.com

One of the pressing problems of modern civilization in the conditions of global warming is the creation of a hydrogen energy concept, which should be based on hydrogen production technologies excluding CO_2 emissions into the atmosphere. Hydrogen sulfide is a potential source of hydrogen. H_2S is an unnecessary and "useless" substance, which does not find any practical applications in human activities. At the same time, H_2S is one of the most toxic matters, so it must be removed from waste gases and waters to the level of sanitary norms. Processes of H_2S utilization are implemented worldwide by the Claus method, developed in the 19th century; as a result, the final products of its disposal are water and solid sulfur.

The report considers the possibilities of the simplest and most effective way to produce hydrogen by the catalytic decomposition of H_2S at room temperature. When metal catalysts are placed in a liquid capable of dissolving H_2S and (or) intermediate and final products of the reaction, it is possible to achieve conversion of H_2S close to 100%, at the reactor outlet we receive the target product – hydrogen, while sulfur is accumulated in the solution [1–3]. Some variants of extraction of the resulting sulfur from solutions, as well as the prospect of its use for the synthesis of new chemical compounds of sulfur are proposed. It is concluded that H_2S should be considered as an inexhaustible and renewable source of hydrogen – an environmentally safe energy product and a valuable chemical reagent. The proposed natural-like method involves the replacement of existing high - temperature, energy- and metal-intensive H_2S recycling technologies by the Claus method with the innovative technology of low-temperature catalytic H_2S decomposition, but instead of water we get hydrogen.

References

1. Startsev A.N. // Russ. Chem. Bull. 2017. V. 66. N 8. P. 1378–1397.
2. Startsev A.N. // Kinet. Catal. 2016. V. 57. N 4. P. 511–522.
3. Startsev A.N., Kruglyakova O.V., Chesalov Y.A., et al. // J. Sulfur Chem. 2016. V. 37. N 2. P. 229–240.

Исследование электрогенной активности микробиологического препарата «Восток ЭМ-1» в МТЭ

Г. О. Жданова¹, Д. И. Стом^{1,2,3}, В. Я. Северина⁴, В. А. Фиалков³,
А. Б. Купчинский³, М. Ю. Толстой²

¹ *Иркутский государственный университет, г. Иркутск, ул. Ленина, 3*

² *Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83*

³ *Байкальский музей Иркутского научного центра СО РАН, пос. Листвянка, ул. Академическая, 1А*

⁴ *«Приморский ЭМ-Центр», г. Владивосток, ул. Мордовцева, 8Д*

stomd@mail.ru

Одним из наиболее важных аспектов получения электричества в микробных топливных элементах (МТЭ) является подбор активных микроорганизмов-электрогенов. Использование для этих целей микробных консорциумов делает технологию более устойчивой и эффективной. Целью работы явилось изучение электрохимических

параметров МТЭ на основе микробиологического препарата «Восток ЭМ-1» («Приморский ЭМ-Центр», Владивосток). Работы проводили с макетами МТЭ и процедурами, описанными в (Stom, Zhdanova, et al., 2018). Трансформацию компонентов сточной воды оценивали по изменению ХПК, концентрацию аммония и глюкозы – фотометрически, нефтепродуктов – хроматографически, а прирост клеток микроорганизмов – методом Коха. «Восток ЭМ-1» генерировал электрический ток в МТЭ. Этот процесс сопровождался приростом клеток микроорганизмов, снижением ХПК сточной воды и уменьшением в ней концентрации субстратов (глюкозы, белка, солей аммония). Распространеннейший детергент додецилсульфат натрия (ДСН) не оказывал негативного воздействия на электрические параметры МТЭ с препаратом «Восток ЭМ-1» и динамику роста его клеток в концентрации до 0,1 г/л. ДСН в содержании 0,5 г/л оказывал негативное воздействие на исследуемые показатели, а 1г/л – сильно подавлял их. Продемонстрирована принципиальная возможность применения препарата «Восток ЭМ-1» в МТЭ для очистки нефтезагрязненных вод. Микроорганизмы препарата снижали концентрацию гексадекана в МТЭ за 14 сут на 32,9 %, нефти – на 11,9 %, октана – на 14,6 %, бензола – на 8,3 %. Электрогенная и деструкционная активность «Восток ЭМ-1» в МТЭ сопоставлена с другими коммерческими микробными препаратами. Проведенные исследования позволяют рекомендовать использовать микробиологический препарат «Восток ЭМ-1» для очистки сточных вод и получения электричества в МТЭ.

Study of the electrogenic activity of the microbiological preparation "East EM-1" in MFC

G.O. Zhdanova¹, D.I. Stom^{1,2,3}, V.Ya. Severena⁴, V.A. Fialkow³,
A.B. Kupchinsky³, M.Yu.Tolstoy²

¹*Irkutsk State University, Irkutsk, Lenin st., 3*

²*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Lermontov st., 83*

³*Baikal Museum of the INC SB RAS, Listvyanka, Akademicheskaya st., 1A*

⁴*"Primorskiy EM-Center", Vladivostok, Mordovtseva st., 8D*

stomd@mail.ru

One of the most important aspects of obtaining electricity in microbial fuel cells (MFC) is the selection of active microorganisms-electrogenes. The use of microbial consortia for this purpose makes the technology more sustainable and effective. The aim of the work was the study of the

electrochemical parameters of the MFC on the basis of the microbiological preparation "East EM-1" ("Primorskiy EM-Center", Vladivostok). The work was carried out with mock-ups of MFC and the procedures described in (Stom, Zhdanova, et al., 2018). Transformation of wastewater components was assessed by the change in COD, ammonium and glucose concentration – photometrically, petroleum products – chromatographically, and the growth of microorganism cells – by the Koch method. "East EM-1" generated an electric current in the MFC. This process was accompanied by an increase in the number of microorganism cells, a decrease in the COD of waste water, and a decrease in the concentration of substrates (glucose, protein, ammonium salts). The widespread detergent sodium dodecyl sulfate (SDS) did not adversely affect the electrical parameters of the MFC with the preparation "East EM-1" and the growth dynamics of its cells in concentrations up to 0.1 g / l. SDS in the content of 0.5 g / l had a negative effect on the studied parameters, and 1 g / l – strongly suppressed them. The principal possibility of applying the preparation "East EM-1" in MFC for cleaning oil-polluted waters is demonstrated. Microorganisms of the drug reduced the concentration of hexadecane in MFC for 14 days by 32.9 %, oil by 11.9 %, octane by 14.6 %, benzol by 8.3 %. The electrogenic and destructive activity of «East EM-1» in the MFC is compared with other commercial microbial preparations. The carried out researches allow to recommend to use microbiological preparation "East EM-1" for sewage treatment and reception of electricity in MFC.

Влияние алкалофильного микробного мата из гидротермы Кучигер на физико-химические параметры биотопливного элемента

Д. А. Юрьев¹, Д. И. Стом^{1,2,3}, С. В. Зайцева⁴, Г. О. Жданова¹,
А. Б. Купчинский², В. А. Фиалков²

¹ *Иркутский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5*

² *Байкальский музей Иркутского научного центра СО РАН, 664520, пос. Листвянка, ул. Академическая, 1А*

³ *Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83*

⁴ *Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6*

stomd@mail.ru

Термальные источники Кучигер (Республика Бурятия) характеризуются сульфатно-гидрокарбонатными натриевыми водами [1]. Ранее была показана принципиальная возможность алкалофильного мата Кучигер выполнять роль биоагента в биотопливном элементе (БТЭ) [2]. В данной работе изучали электрохимические и биохимические процессы БТЭ при использовании мата Кучигер. Конструкция БТЭ и техника измерения приведены в [2, 3]. Средой служила модифицированная рецептура Пфеннига. Деструкцию органического вещества определяли по химическому потреблению кислорода (ХПК). Субстратная смесь (0,5 %: крахмал, целлюлозу, глюкозу, пептон, ацетат натрия, твин-80) на 15-е сутки эксперимента давала прирост электрической мощности до $0,48 \text{ W/m}^2$, напряжения до 415 mV и силы тока до $6,6 \text{ mA}$. Red-Ox анолита при этом достигал $-0,6 \text{ V}$, католита $-0,1 \text{ V}$. За 15 суток эксперимента ХПК снизилось в 1,5 раза в анолите. Таким образом, изучена биоэлектрохимическая активность микробного мата Кучигер и показана его перспективность как биоагента в БТЭ при утилизации загрязнителей и генерирование электричества.

Список литературы

1. Намсараев Б.Б. и др. Экология микроорганизмов экстремальных водных систем: учеб. пособие. Улан-Удэ: Бурят. гос. ун-та, 2008. – 94 с.

2. Yuriev D.A. et al. Microbial mat of the thermal springs Kuchiger Republic of Buryatia // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2018. 121. pp. 6.

3. Zhdanova G.O. et al. New electrodes for biofuel cells // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. 262. pp. 5.

Influence of the alkalophilic microbial mat from the Kuchiger hydrothermal on the physicochemical parameters of the biofuel cell

D. A. Yuriev¹, D. I. Stom^{1,2,3}, S. V. Zaitseva⁴, G. O. Zhdanova¹,
A. B. Kupchinsky², V. A. Fialkov²

¹ Irkutsk State University, Russia, Irkutsk, Suhe-Bator str., 5, 664003

² Baikal museum of the Irkutsk Scientific Center of the SB RAS, Russia, Listvyanka, Academicheskay st., 1A, 664520

³ Irkutsk National Research Technical University, Russia, Irkutsk, Lermontova st., 83, 664074

⁴ Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Russia, Ulan-Ude, Sakhyanovoy str., 6, 670047

stomd@mail.ru

Kuchiger hot springs (the Republic of Buryatia) are characterized by sulfate-hydrocarbonate sodium waters [1]. Earlier it was shown the principal possibility of the alkalophilic mat Kuchiger to perform the role of bioagent in the biofuel cell (BFC) [2]. In this paper, we studied the electrochemical and biochemical processes of BFC using Kuchiger mat. The design of the BFC and the measurement technique are given in [2, 3]. The medium was a modified formulation of Pfennig. The destruction of organic matter was determined by the chemical oxygen demand (COD). Substrate mixture (0,5%: starch, cellulose, glucose, peptone, sodium acetate, tween-80) on the 15th day of the experiment gave an increase in electric power up to 0,48 W/m², voltages up to 415 mV and current up to 6,6 mA. Redox anolyte at the same time reached -0,6 V, catholyte -0,1 V. Within 15 days of the experiment, COD decreased 1,5 times in anolyte. Thus, the bioelectrochemical activity of the microbial mat Kuchiger was studied and its prospects as a bioagent in BFC in the utilization of pollutants and the generation of electricity are shown.

References

1. Namsaraev B. B. et al. Ecology of microorganisms of extreme water systems: Textbook. allowance. Ulan-Ude: Buryat. state. University, 2008. – 94 p.

2. Yuriev D. A. et al. Microbial mat of the thermal springs Kuchiger Republic of Buryatia // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2018. 121. pp. 6.

3. Zhdanova G. O. et al. New electrodes for biofuel cells // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. 262. pp. 5.

Использование дешевых катализаторов типа «Катан» для интенсификации работы микробных топливных элементов

А. Ю. Кочетков¹, Д. А. Кочеткова¹, А. К. Онищенко²,
О. Б. Калашникова², Г. О. Жданова², М. Ю. Толстой³,
А. Б. Купчинский⁴, В. А. Фиалков⁴, Д. И. Стом^{2,3,4}

¹ОАО «НПО Катализ», г. Ангарск, квартал 17, стр. 2/1

²Иркутский государственный университет, г. Иркутск, ул. Ленина, 3

³Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

⁴Байкальский музей Иркутского научного центра СО РАН, пос. Листвянка, ул. Академическая, 1А

stomd@mail.ru

В последнее время пристальное внимание уделяется микробным топливным элементам (МТЭ). Они используются для очистки сточных вод, генерирования электричества и получения биотоплива. Перенапряжение на катоде резко снижает выход КПД МТЭ. Эту проблему решают с помощью платиновых катализаторов. Но платина дорогостоящая и легко отравляется. Активно ведутся поиски дешевых катализаторов. В данном сообщении описываются результаты использования каталитической основы катализаторов типа «Катан» (ОАО «НПО Катализ» РФ). Макеты МТЭ и процедуры измерения описаны в [1]. Средой служила модельная сточная вода (Na_2CO_3 –0,05г/л, KH_2PO_4 –0,03 г/л, CaCl_2 –0,01 г/л, MgSO_4 –0,01г/л.) В качестве биоагента брали культуру *Micrococcus luteus* 1-и. Она выделена из активного ила очистных сооружений АНХК (Е. Ю. Коновалова). Субстратом служил пептон (0,5 г/л). В католит МТЭ добавляли каталитическую основу катализатора «Катан 525» в концентрациях 0,1; 0,5; 1 и 5 г/л. Исследовали влияние каталитической основы катализатора «Катан 525» на биоэлектрохимические характеристики МТЭ и электропроводность католита. Внесение 0,5 г/л катализатора в катодную камеру повышало мощность МТЭ в 3 раза, 1 г/л – в 4, а 5 г/л – в 9 раз. Присутствие 0,1 г/л катализатора не влияло на мощность

МТЭ. При добавлении 5 г/л катализатора отмечали повышение электропроводности католита на 40 %, более низкие концентрации практически не меняли электропроводность. Таким образом, показано, что катализатор «Катан 525» интенсифицировал работу МТЭ.

Список литературы

1. Stom D I, Zhdanova G O, Kashevskii A V // International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety 2017 (ICCATS-2017), IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 262 (2017) 012219. DOI: 10.1088/1757-899X/262/1/012219

The use of cheap catalysts of the "Catan" type for the intensification of the operation of microbial fuel cells

A. Yu. Kochetkov¹, D. A. Kochetkova¹, A. K. Onishchenko²,
O. B. Kalashnikova², G. O. Zhdanova², M. Yu. Tolstoy³,
A. B. Kupchinsky⁴, V. A. Fialkov⁴, D. I. Stom^{2,3,4}

¹JSC "Catalysis" Angarsk, quarter 17, building 2/1

²Irkutsk State University, Irkutsk, Lenin St., 3

³Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Lermontov St., 83

⁴Baikal Museum of the INC SB RAS, Listvyanka, Akademicheskaya st, 1A

stomd@mail.ru

Recently, close attention has been paid to microbial fuel cells (MFC). They are used for wastewater treatment, electricity generation and biofuel production. Overvoltage on the cathode dramatically reduces the efficiency of the MFC. This problem is solved with the help of platinum catalysts. But platinum is expensive and easily poisoned. The search for cheap catalysts is being actively pursued. This report describes the results of using catalytic basis catalysts of the "Catan" type (JSC "Catalysis" RF). MFC models and measurement procedures are described in [1]. The medium was model sewage water ($\text{Na}_2\text{CO}_3 - 0.05 \text{ g / l}$, $\text{KH}_2\text{PO}_4 - 0.03 \text{ g / l}$, $\text{CaCl}_2 - 0.01 \text{ g / l}$, $\text{MgSO}_4 - 0.01 \text{ g / l}$). As a bioagent, *Micrococcus luteus* 1-I. It is isolated from the active sludge treatment facilities of the ANHK (E. Yu. Konovalova). The substrate was peptone (0.5 g / l). The catalytic basis of the catalyst "Catan 525" in concentrations of 0.1; 0.5; 1 and 5 g / l. The influence of the catalytic basis of the catalyst "Catan 525" on the bioelectrochemical characteristics of MFC and the electrical conductivity of catholyte was investigated. The introduction of 0.5 g / l of catalyst into the cathode chamber increased the power of the MFC 3 times, 1 g / l – 4 times, and 5 g / l – 9 times. The presence of 0.1 g / l of the catalyst did not affect

the power of the MFC. When 5 g / l of catalyst was added, an increase in the conductivity of the catholyte by 40 % was noted, the lower concentrations practically did not change the electrical conductivity. Thus, it is shown that the Catan 525 catalyst intensified the operation of the MFC.

Reference

1. Stom D I, Zhdanova G O, Kashevskii A V // International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety 2017 (ICCATS-2017), IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 262 (2017) 012219. DOI: 10.1088/1757-899X/262/1/012219

Сухой риформинг метана до обогащенных водородом топливных смесей на композитных материалах, приготовленных в процессе горения

С.А. Тунгатарова^{1,2}, Г. Ксандопуло³, К. Каранасиос³,
Т.С. Байжуманова¹, М.Жумабек¹, З.Т. Жексенбаева^{1,2},
Г.Н. Кауменова^{1,2}

¹*Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского, ул. Кунаева, 142, Алматы, 050010, Казахстан*

²*Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, 050040, Алматы, Казахстан*

³*Институт нанонауки и нанотехнологий Национального центра научных исследований «Демокрит», Агия Параскеви, 15310, Афины, Греция*

tungatarova58@mail.ru

В современном мире природный газ является основным источником получения синтез-газа из метана. Каталитическая углекислотная конверсия метана - это предпочтительный способ получения синтез-газа в связи с осуществлением процесса в более мягких условиях и решением экологических проблем, связанных со снижением темпов глобального потепления. Производство синтез-газа постоянно совершенствуется, так как спрос на это сырье в нефтехимической промышленности растет с каждым годом. Кроме того, синтез-газ используется в качестве экологически чистого источника тепла и энергии. Поэтому поиск путей активации CH_4 для синтеза продуктов является важной задачей. Методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, а именно современной его модификацией - процессом горения в растворе были приготовлены La-Mg-Mn-Ni-Al катализаторы. В результате варьирования соотношения элементов в образцах было установлено оптимальное содержание металлов в катализаторе и определены

условия конверсии метана в синтез-газ. Найдено, что при 900°C и объемной скорости 2500 ч⁻¹ на катализаторе 5% La + 10% Mg + 5% Mn + 20% Ni + 10% Al + 50% глицин возможно получение наиболее высоких результатов по окислительному превращению в синтез-газ. Катализаторы были исследованы комплексом физико-химических методов, в результате чего установлено, что в процессе испытаний в структуре катализатора происходит ряд изменений. Показано, что в катализаторе присутствуют простые и смешанные оксиды, алюминаты металлов и структуры шпинельного типа, присутствие которых способствует активной работе катализаторов окислительного превращения метана.

Dry reforming of methane to hydrogen-enriched fuel mixtures on composite materials prepared by combustion method

S.A. Tungatarova^{1,2}, G. Xanthopoulou³, K. Karanasios³,
T.S. Baizhumanova¹, M. Zhumabek¹, Z.T. Zheksenbaeva^{1,2},
G.N. Kaumenova^{1,2}

¹JSC “D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry”,
142, Kunaev str., Almaty, 050010, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, 71, al-Farabi av., Almaty, 050040,
Kazakhstan

³Institute of Nanoscience and Nanotechnology, NCSR Demokritos, Aghia
Paraskevi, 15310, Athens, Greece

tungatarova58@mail.ru

In the modern world, natural gas is the main source for obtaining of synthesis-gas from methane. Catalytic carbon dioxide conversion of methane is the preferred method for producing synthesis gas in connection with the implementation of the process under milder conditions and solving environmental problems associated with a decrease in the rate of global warming. Production of synthesis-gas is constantly improved, as the demand for this raw material in the petrochemical industry is growing every year. Also, synthesis gas is used as an environmentally friendly source of heat and energy. Therefore, finding ways to activate CH₄ for synthesis of products is an important task of petrochemical industry. La – Mg – Mn – Ni – Al catalysts were prepared by the self-propagating high-temperature synthesis method, namely its modern modification - the solution combustion synthesis. The optimum content of metals in the catalyst was

determined by varying the ratio of elements in samples. The conditions for conversion of methane to synthesis-gas were determined. It was found that the highest results on oxidative conversion to synthesis-gas can be obtained at 900°C and a space velocity of 2500 h⁻¹ over 5% La + 10% Mg + 5% Mn + 20% Ni + 10% Al + 50% glycine catalyst. The catalysts were examined by a complex of physical and chemical methods, as a result of which it was established that a number of changes occur in the catalyst structure during the testing in a flowing catalytic installation. It has been shown that simple and mixed oxides, metal aluminates and spinel-type structures, the presence of which promotes the active work of catalysts for the oxidative conversion of methane, are present in the catalyst. In addition, elastic carbon nanotubes wrapped in a spiral with diameters of 40 - 50 - 70 nm were detected on the surface.

К вопросу определения эффективных площадок размещения ветроэнергетических установок при выборе оптимальной схемы выдачи мощности в проекте ветроэлектрической станции

Е.В. Федоров, Н.Н. Акифьева, С.Е. Щеклеин

*Уральский федеральный университет им. первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, 620049, ул. Софьи Ковалевской, 5*

fedorov.ev@mail.ru, nna_1@mail.ru, s.e.shcheklein@urfu.ru

Зачастую, крупные ветроэнергетические станции (ВЭС) имеют несколько площадок размещения ветроэнергетических установок (ВЭУ), которые могут быть расположены на значительном расстоянии друг от друга. Это обусловлено как техническими требованиями, так и эффективностью использования установленных мощностей. Выбор площадок размещения ВЭУ является одной из главных задач определения оптимальной схемы выдачи мощности ВЭС.

Ветроэнергетические ресурсы могут быть неравномерно распределены даже в масштабах одного энергорайона как территориально, так и во времени. Учет неравномерности распределения ветроресурсов при объединении ВЭУ в ВЭС позволяет повысить коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) каждой ВЭУ, а также, в некоторой степени, выровнять график выработки электроэнергии в точке выдачи мощности.

В данной работе представлен подход, который может быть использован для выбора наиболее эффективных площадок размещения ветроэнергетических установок в составе ВЭС. Он предусматривает

расчёт КИУМ на основе статистических климатических данных в рамках построенной математической модели ВЭУ.

Алгоритм позволяет провести расчёт выработки электроэнергии ВЭУ за период времени как отдельно по каждой из площадок размещения, так и определить наиболее эффективные комбинации площадок размещения, объединенных в систему, т.е. в ВЭС.

Список литературы

1. Huber M., Dimkova D., Namacher T. // Energy. 2014. № 69. 236–246.

Утилизация твердых бытовых отходов путем сжигания в составе композиционных топлив

Д. П. Шабардин, К. К. Паушкина, Д. С. Сивков, Д. О. Глушков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

dpshabardin@tpu.ru

К 2017 году во всем мире накоплены десятки миллиардов тонн твердых бытовых отходов (ТБО), отходов углеобогащения (фильтр-кеков), отработанных масел. Их объем ежегодно увеличивается. Энергетический потенциал (более $650 \cdot 10^{18}$ Дж) таких отходов характеризует перспективы их утилизации путем сжигания в составе композиционных топлив. Поэтому в рамках выполненного исследования экспериментально установлены закономерности и необходимые условия зажигания капель композиционных топлив на основе фильтр-кека с добавлением типичных ТБО в количестве 10 % мас. (древесина, пищевой отход, пластик, картон) в условиях нагрева, соответствующих условиям сжигания топлива в топках котлов.

Для типичных составов композиционного топлива установлена область гарантированных времен задержки зажигания капель топлива размерами около 1 мм в диапазоне температур окружающей среды 600–1000 °С. Минимальные значения времен задержки зажигания составляют около 3 с, максимальные – около 25 с.

Добавление твердых бытовых отходов в состав композиционного топлива ведет к уменьшению концентрации NO_x и SO_x в дымовых газах по сравнению с топливом без добавления отходов на 60 % и 35 %, соответственно (или 110 ppm и 45 ppm).

При частичной замене угля (50% по генерации электроэнергии) эквивалентным по энерговыделению количеством композиционного

топлива его экономия будет составлять около 1 млрд. тонн ежегодно на протяжении 20 лет (в течение регламентированного срока эксплуатации котла). В течение этого же промежутка времени будет утилизировано $24.24 \cdot 10^9$ тонн фильтр-кеков; $5.76 \cdot 10^9$ тонн ТБО; $0.36 \cdot 10^9$ тонн отработанных масел. Это позволит полностью решить проблемы утилизации отработанных масел, ежегодно производимых отходов углеобогащения, также на 10% уменьшить объем накопленных до 2017 года фильтр-кеков. Кроме этого добавление в состав композиционных топлив ТБО позволит утилизировать их в количестве до 50% от ежегодного объема производства.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (МК-2454.2018.3).

Utilization of municipal solid waste by burning in the composite fuels

D. P. Shabardin, D. O. Glushkov, K. K. Paushkina, D. S. Sivkov

*National Research Tomsk Polytechnic University,
30, Lenin Avenue, Tomsk, 634050, Russia*

dpshabardin@tpu.ru

By 2017, about 70 billions ton of municipal solid wastes (MSW), coal enrichment waste (filter-cakes), and used oils are accumulated all over the world. Quantity of waste increases every year. The energy content (more than $650 \cdot 10^{18}$ J) of such wastes characterizes the prospects of their utilization by burning in the content of composite fuels. Therefore, within the framework of the performed research, the regularities and necessary conditions for ignition of droplets of composite fuels based on filter cake with the addition of typical MSW (woods, food wastes, polymer materials, cardboards) in an amount of 10% by weight were experimentally established under heating conditions corresponding to the conditions of fuel combustion in boiler furnaces.

For typical compositions of fuel, a region of guaranteed ignition delay times of fuel droplets with sizes of about 1 mm is established in the range of ambient temperatures of 600–1000 °C. Minimum values of ignition delay times are about 3 s, maximum values are about 25 s.

The addition of MSW in the composite fuel leads to a reduction by 60% and 35% (or 110 ppm and 45 ppm) of NO_x and SO_x concentration in the flue gas compared to a fuel without adding MSW.

A partial replacement of coal (50% of energy generation) by an equivalent amount of composite fuel (in terms of energy generation) will

save about 1 billion ton of solid fossil fuels per year. During 20 years (the boiler's operational lifetime) it will be recycled about $24.24 \cdot 10^9$ tons of filter-cakes; about $5.76 \cdot 10^9$ tons of MSW; about $0.36 \cdot 10^9$ tons of used oils. The problem of utilization of used oils and annually produced filter-cakes will be solved completely. The quantity of filter-cakes accumulated until 2017 will be reduced by 10%. Besides, adding of MSW in the composite fuels will allow utilizing up to 50% of the annual production quantity of MSW.

The work was supported by the grant of the President of Russian Federation (МК-2454.2018.3).

Экспериментальное исследование горения капель водосодержащих топлив из торфа, угольных шламов и измельченного угля

Н.Е. Шлегель, К.Ю. Вершинина, П.А. Стрижак

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

nik.shlegel.ask@gmail.com

Приведены результаты экспериментальных исследований и сравнительного анализа характеристик, предельных условий и режимов зажигания перспективных суспензионных топлив, приготовленных с использованием торфа, угольных шламов, отходов флотации угля (фильтр-кека) и низкосортного бурого угля. В качестве добавки (10% масс.) использовалось отработанное турбинное масло. Установлены основные характеристики зажигания и горения суспензий: времена задержки зажигания и длительности горения капель, предельные температуры зажигания и максимальные температуры горения, антропогенные выбросы. Вычислены относительные коэффициенты использования (с учетом энергетических, экологических и экономических показателей) топливных суспензий в сравнении с углем и мазутом. Показано, что наибольшие перспективы имеют топлива с комбинированным составом (при одновременном использовании угля, шлама, торфа). Совокупный относительный показатель эффективности исследованных суспензий изменялся в диапазоне 1.01–3 (по сравнению с углем) и в диапазоне 2.9–24 (по сравнению с мазутом). Использование суспензий позволяет снизить стоимость тепловой

энергии, выброс вредных продуктов сгорания, а также эффективно утилизировать многочисленные промышленные отходы.

Установлено, что с ростом температуры внешней газовой среды отличия инерционности зажигания топлив разных составов минимизируются. Т.е. в режиме стационарной работы котла возможно изменение состава суспензии без существенных изменений характеристик зажигания. Однако для розжига целесообразно использовать суспензии с малыми временами задержки зажигания (например, 20% угольный шлам, 30% фильтр-кек, 50% вода).

Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента РФ (СП-1114.2018.1).

Experimental Investigation of Combustion of Aqueous Fuel Compositions Based on Peat, Coal Slimes and Coal Dust

N.E. Shlegel, K.Yu. Vershinina, P.A. Strizhak

*National Research Tomsk Polytechnic University,
634050, Russia, Tomsk, Lenina str., 30*

nik.shlegel.ask@gmail.com

The results of experimental studies and comparative analysis of characteristics, limiting conditions and ignition modes of promising aqueous fuel compositions are presented. Peat, coal slime, coal (lignite) and coal flotation waste (filter cake) were used as the main combustible components. Waste turbine oil was used as an additive (10% wt.). We have established the basic characteristics of ignition and combustion of slurries: ignition delay times and droplet burning times, maximum ignition temperatures and maximum combustion temperatures, anthropogenic emissions. The relative efficiency coefficients (taking into account energy, ecological and economic indicators) of fuel slurries were calculated in comparison with coal and fuel oil. It is shown that slurries with a combined composition (with simultaneous use of lignite, coal slime and peat) are the most promising. The total averaged relative efficiency index of the slurries are varied in the range of 1.01–3 (compared to coal) and in the range 2.9–24 (compared to fuel oil). According to the evaluations, the most attractive slurry for combustion at power facilities has the following composition: 30% filter cake, 20% coal slime, 50% water. The efficiency of this fuel is 3 times higher than that of coal and 24 times higher than that of fuel oil. The use of slurries allows reducing the cost of thermal energy, the emission of

harmful combustion products, and also to efficiently dispose numerous industrial wastes.

It was found that when the temperature in the combustion chamber is increased, the differences in ignition delay times are minimized for fuel compositions with a different composition. This means that in the stationary operation mode of the boiler, it is possible to change the composition of the slurry without significant changes in the ignition characteristics. However, for the boiler heating, it is advisable to use slurries with short ignition delay times (for example, the compositions: 1–20% coal slurry, 30% filter cake, 50% water, 2 – 40% coal slime, 10% waste turbine oil, 50% water).

Research was funded by the Council of the Russian President Grants (SP-1114.2018.1).

Секция 4. Чистая вода

Принципиально новые возможности для очистки сточных вод

А.П. Вертинский

*Иркутский национальный исследовательский технический
университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83*

bgd@istu.edu

Развитие промышленности, увеличение числа автотранспорта, использование воды на нужды сельского хозяйства – все это приводит к повышенному загрязнению гидросферы. Главной причиной высокой антропогенной нагрузки на водные объекты является неспособность обеспечить достаточный уровень очистки всего объема сточных вод, поступающих в очистные сооружения, из-за их недостаточной мощности или неэффективного использования.

Применяемые в настоящее время методы очистки сточных вод имеют несовершенны. Использование реагентных методов приводит к повторному засолению очищенной воды. Микробиологические методы отличаются громоздкостью в аппаратурном оформлении, и не обеспечивают полной очистки стоков по тяжелым металлам и анионам кислот. К недостаткам электрохимических методов (электрокоагуляция, электрофлотация) относится необходимость относительно сложного выпрямительного оборудования, пассивация электродов, значительный расход электроэнергии и листового металла.

В отличие от вышеперечисленных методов, метод очистки сточных вод путем индуцирования в них вторичных токов [1] не обладает вышеперечисленными недостатками известных методов. метод индуцирования токов позволит значительно повысить эффективность очистки металлосодержащих сточных вод, снизит затраты на очистку, поскольку не потребует применения реагентов и электродов, сократит размеры производственных площадей, занимаемых очистными сооружениями.

Первые положительные результаты, получены автором в 1996 году.

С тех пор до настоящего времени разработано и запатентовано 9 индукционных электрокоагуляторов. Суть метода очистки, предлагаемого автором заключается в индуцировании вторичных

токов непосредственно в потоке обрабатываемых сточных вод с помощью специальных запатентованных устройств [2].

Список использованных источников

1. Вертинский А.П. // Техносферная безопасность-XXI век. 2016. №3. С.45–52.
2. Вертинский А.П. // Инновации и инвестиции. 2017. №12 . С.219–223.

Fundamentally new opportunities for wastewater treatment

A. P. Vertinsky

*National Research Irkutsk State Technical University,
664074, Irkutsk, Lermontov street, 83*

bgd@istu.edu

The development of industry, the increase in the number of vehicles, the use of water for agriculture – all this leads to increased pollution of the hydrosphere. The main reason for the high anthropogenic load on water bodies is the inability to ensure a sufficient level of treatment of the entire volume of wastewater entering the treatment facilities, due to their insufficient capacity or inefficient use.

Currently used methods of wastewater treatment are imperfect. The use of reagent methods leads to re-salinization of purified water. Microbiological methods are characterized by bulkiness in the hardware design, and do not provide complete purification of effluents for heavy metals and anions of acids. The disadvantages of electrochemical methods (electrocoagulation, electroflotation) include the need for relatively complex rectifying equipment, passivation of electrodes, a significant consumption of electricity and sheet metal.

In contrast to the above methods, the method of wastewater treatment by inducing secondary currents in them [1] does not have the above disadvantages of the known methods. the method of inducing currents will significantly improve the efficiency of treatment of metal-containing waste water, reduce the cost of treatment, because it does not require the use of reagents and electrodes, reduce the size of production areas occupied by treatment facilities.

The first positive results were obtained by the author in 1996.

Since then, 9 induction electric coagulators have been developed and patented. The essence of the method of purification proposed by the author

is to induce secondary currents directly in the flow of treated wastewater with special patented devices [2].

References

1. Vertinsky A. P. // Technosphere safety-XXI century. 2016. No. 3. P. 45–52.

2. Vertinsky A. P. // Innovations and investments. 2017. No. 12 . P. 219–223.

Способы модификации целлюлозосодержащих нефтесорбентов

А.В. Егошина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, пр. Ленина, 30

Известно, что для ликвидации нефтяных разливов используются растительные природные волокнистые материалы, солома, шелуха злаков, опилки, торф. Перспективным материалом является природный сорбент торфяной мох (*Sphagnum Dill.*). Наличие различных функциональных групп (карбоксильной, гидроксильной, амидной, аминогрупп), высокое содержание целлюлозы (37–39 %) обеспечивает высокую сорбционную способность этих материалов.

Поэтому актуальной является задача создания высокоэффективных сорбентов на основе целлюлозы, обладающих гидрофобными свойствами, путем различных способов модификации с использованием доступных недорогих реагентов и простых технологических операций.

К основным методам модификации целлюлозосодержащих сорбентов относятся механические, физические, химические и физико-химические.

Из физических методов модифицирования нами было использовано воздействие высоких температур, замораживание. Методом химической модификации сорбентов был проведен синтез сложных эфиров целлюлозы этерификацией гидроксильных групп действием органических и минеральных кислот

| Химическая модификация | | Физическая модификация | | | | | |
|---|----------|------------------------|----------|-----------------------|----------|-------------------------------------|----------|
| Мох, обработанный парами уксусной кислоты | | Морожение | | Термическая обработка | | Мох, обработанный карбонатом натрия | |
| Дисперсность | A (мг/г) | Дисперсность | A (мг/г) | Дисперсность | A (мг/г) | Дисперсность | A (мг/г) |
| 0,14 | 112,4 | 0,5 | 153 | 0,5 | 126,7 | 0,5 | 99 |
| 0,5 | 112,7 | 1 | 151 | 1 | 126,9 | 1 | 95,4 |
| 1,4 | 110,1 | 1,4 | 158 | 1,4 | 127,1 | 1,4 | 98,7 |
| 2 | 104,4 | 2 | 157 | 2 | 120,8 | 2 | 96 |

Список литературы

1. Rotar O.V., Rotar V.G., Iskrizhitsky A.A., Sharipov Z.I., Pimenova A.S. Adsorption of hydrocarbons using natural adsorbents of plant origin [Electronic resorces] // Procedia Chemistry, 2015.– Vol.15.– P.231–236

Исследование бактерицидных свойств композитного биосорбента для очистки сточных вод

А.М. Карамендинова

Томский политехнический университет, г. Томск, пр. Ленина, 30

adiya.karamendinova@mail.ru

Изучению антибактериальных свойств чистых наночастиц посвящено множество научных исследований. Однако в этом случае присутствует проблема извлечения использованных наночастиц из проб. Группой ученых был предложен метод закрепления наночастиц никеля на гидрогеле хитозана[1]. Впрочем, нами было предложено закрепление наночастиц на основе из плесневых грибов[2], что позволяет эффективно очищать сточные воды и безопасно извлекать использованный биосорбент после использования.

Для данного исследования использовались следующие композитные биосорбенты, в основе которых лежат плесневые грибы *Aspergillus niger* и *Mucor*, а также наночастицы никеля. Эксперименты проводились на суточных культурах *Staphylococcus*

aureus, штамм 209, *Escherichia coli*, штамм o-111, *Bacillus pseudoanthracis*, spp и культуры Мережковского. К суспензии бактерий в изотоническом растворе, содержащей 2500 микробных тел в 1 мл, добавляли 0,1 г лиофильно высушенного биосорбента, инкубировали при комнатной температуре в течение 30 минут. Количество жизнеспособных микроорганизмов после культивирования с композитным биосорбентом определяли по методу Коха[3].

В отношении бацилл, композитный биосорбент *Aspergillus niger* + Ni показал худшие результаты: количество жизнеспособных микроорганизмов составило 40%. Однако количество выживших бацилл после инкубации с биосорбентом *Mucor* + Ni уменьшилось до 19%.

В отношении грамм-положительных и грамм-отрицательных микроорганизмов наблюдается обратная тенденция эффективности композитных биосорбентов. При использовании аспергиллуса в качестве носителя наночастиц количество жизнеспособных стафилококков составило 4,5%, а *E.coli* – 0,6%. Впрочем, мукор тоже показал неплохие результаты: выжило 5% и 2% соответственно.

Исходя из полученных результатов можно судить о высокой бактерицидной эффективности изученных композитных биосорбентов по отношению к грам-положительным и грам-отрицательным микроорганизмам. Также биосорбенты проявили неплохую активность в отношении спорообразующих бацилл. В отношении культуры Мережковского оба сорбента не проявили активность, наблюдался сплошной рост во всех образцах.

Список литературы

1. Мамонова И.А., Бабушкина И.В. // Инфекция и иммунитет, 2012.– Т.2.– №1–2.– С.225.
2. A. Eychmuller. N.C. Bigall, M. Reitzig et al./ Fungal templates for noble-metal nanoparticles and their application in catalysis // *Angew. Chemie Int. Edition.* – 2008. – Vol. 47. – P. 7876–7879.
3. Нетрусова А.И., Котова И.Б. Практикум по микробиологии.– Москва: Академия, 2009.– С. 105–107

Investigation of bactericidal properties of composite biosorbent for wastewater treatment

A.M. Karamendinova

Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Lenin st. 30

adiya.karamendinova@mail.ru

A lot of scientific research has been devoted to the study of the antibacterial properties of pure nanoparticles. However, in this case, there is a problem of extracting the used nanoparticles from the samples. A group of scientists proposed a method for fixing nickel nanoparticles on chitosan hydrogel [1]. However, we proposed the fixation of nanoparticles based on mold fungi [2], which makes it possible to efficiently purify waste water and safely recover the used biosorbent after use.

For this study, the following composite biosorbents were used, based on *Aspergillus niger* and *Mucor* molds, as well as nickel nanoparticles. The experiments were performed on 24-hour cultures of *Staphylococcus aureus*, strain 209, *Escherichia coli*, o-111 strain, *Bacillus pseudanthracis*, spp, and Merezhkovsky cultures. To a suspension of bacteria in an isotonic solution containing 2500 microbial bodies in 1 ml, 0.1 g of a freeze-dried biosorbent was added, incubated at room temperature for 30 minutes. The number of viable microorganisms after cultivation with a composite biosorbent was determined by the Koch method [3].

With respect to bacilli, *Aspergillus niger* + Ni composite biosorbent showed the worst results: the number of viable microorganisms was 40%. However, the number of surviving bacilli after incubation with *Mucor* + Ni biosorbent decreased to 19%.

With regard to gram-positive and gram-negative microorganisms, the reverse tendency of the effectiveness of composite biosorbents is being observed. When using *Aspergillus* as a carrier of nanoparticles, the number of viable staphylococci was 4.5%, and *E. coli* 0.6%. However, *Mucor* also showed good results: 5% and 2% survived, respectively.

Based on the obtained results, one can judge the high bactericidal effectiveness of the studied composite biosorbents with respect to gram-positive and gram-negative microorganisms. Also, biosorbents showed good activity against spore-forming bacilli. With respect to Merezhkovsky's culture, both sorbents showed no activity, solid growth was observed in all samples.

References

1. Mamonova I.A., Babushkina I.V. // Infection and immunity, 2012. – Т.2. – №1–2. – P.225.
2. A. Eychmuller, N.C. Bigall, M. Reitzig et al., Fungal templates for noble-metal nanoparticles and their application in catalysis // Angew. Chemie Int. Edition. – 2008. – Vol. 47. – P. 7876–7879.
3. Netrusova AI, Kotova I.B. Workshop on microbiology. – Moscow: Academy, 2009. – P.105–107

Физико-химические основы метода удаления кремния, связанного с гуминовыми веществами из природных вод

Л.А. Костикова, Л.Н. Шиян

Национальный исследовательский Томский политехнический университет 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30,

lak@tpu.ru

Проблемы, связанные с наличием ионов кремния в воде обусловлены тем, что в настоящее время не существует четкого представления о механизме образования водорастворимых соединений кремния, присутствующих в поверхностных и скважинных водах. Отсутствие знаний о путях образования водорастворимых соединений кремния не позволяет понять структуру этих соединений и представить их молекулярное строение, что осложняет поиск и разработку эффективных способов удаления. В литературе слабо представлен раствор, с которыми он может взаимодействовать в водной среде. Данные по удалению кремния в присутствии других компонентов, например, с гуминовыми веществами.

Целью настоящей работы является исследование закономерностей образования водорастворимых соединений кремния с гуминовыми веществами и определение термодинамически устойчивых форм нерастворимых продуктов взаимодействия силикат-ионов с диспергированными микропузырьками рабочего газа.

Установлено соотношение концентраций «ионы кремния – гуминовые вещества», при котором происходит образование коллоидных соединений. Это соотношение находится в пределах 20 мг/л ионов кремния и 80 мг/л гуминовых веществ. Определен размер образующихся коллоидных частиц, который составил 200 нм и значение ζ -потенциала, которое составило -38mV . Исследовано влияние величины водородного показателя раствора на устойчивость

соединений кремния с гуминовыми веществами. Показано, что коллоидные соединения устойчивы в интервале значений водородного показателя от 7,0 до 10.

Исследован способ удаления водорастворимых соединений кремния, связанных с гуминовыми веществами из природных вод путем воздействия диспергированных микропузырьков углекислого газа и каустического магнезита. Способ заключается в образовании угольной кислоты на поверхности микропузырьков, что способствует образованию кремниевых кислот, которые взаимодействуя с каустическим магнезитом образуют нерастворимые гидросиликаты магния.

Разработка и внедрение каталитических технологий для ликвидации отходов от деятельности Байкальского ЦБК (г. Байкальск)

Д.А. Кочеткова, Н.А. Ищук, А.Ю. Кочетков, И.О. Дошлов,
Р.П. Кочеткова, М.Ф. Минулин, А.Б. Зильберг

ООО «Компания Катализ», 142784, г. Москва, Киевское шоссе 22-й километр (п. Московский), д. 4, стр. 5

kataliz@katrise.ru

На полигонах «Солзанский» и «Бабхинский» Байкальского района долгие годы накапливались различные типы отходов производства и потребления ОАО «БЦБК». Помимо шлам-лигнина, на полигоны сбрасывались: золошлаки от сжигания углей, коросодержащие отходы, твердые бытовые отходы и строительные отходы, которые содержатся в картах-накопителях, основная часть отходов которых представлена: шлам-лигнином, золой от сжигания шлам-лигнина, золой и шлаками от сжигания угля, золой корьевых котлов.

В пробах воды, отобранных из наблюдательных скважин в местах захоронения шлам-лигнина, фиксируются устойчиво высокие содержания токсичных компонентов в коллоидно-дисперсном состоянии, превышающие предельно допустимые концентрации (ПДК) для водоемов рыбохозяйственного значения высшей категории.

Предлагаемые варианты технологий рекуперации осадка шлам-лигнина и др. отходов многими институтами и предприятиями, такие как электроосмос, обработка солями железа, вымораживание, транспирация, омоноличивание к настоящему времени не нашли применения в практике только потому, что рекомендованные способы

рекультивации не решают экологическую проблему, в будущем могут являться источником экологической катастрофы, кроме того, ни в одном из вариантов способа рекуперации не разрабатывалась технология очистки надшламовых вод, количество которых составляет в шламо-накопителях от 1,5–2 миллиона м³, что является самой сложной проблемой. Поскольку они обладают высокой токсичностью и представлены коллоидно-мицеллярной структурой и в ходе их хранения постоянно протекают необратимые физические, химические и биологические процессы.

С учетом особенностей режима природопользования в бассейне озера Байкал, определяемого необходимостью сохранения его уникальной экосистемы, ООО «Компания Катализ» более 10 лет проводила исследования по переработке шлам-лигнинных отходов карт-шламонакопителей ОАО «БЦБК» с внедрением эффективных и экологически безопасных технологий с применением каталитического жидкофазного окислительного крекинга субстратов разной природы в различных средах.

В настоящее время в ООО «Компания Катализ» проведены исследования по биокаталитической очистке надшламовых вод с применением катализатора Катан-1 с последующим каталитическим жидкофазным окислением на катализаторе АО-50 и адсорбционно-каталитической доочистке на катализаторе АК-1, эффект очистки составил 83% при остаточной концентрации по ХПК 11,4 мг О₂/л.

Наилучшие технологии очистки сточных вод в городах России

М.А. Максимова, Л.И. Белых

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

bgd@istu.edu

Технологии очистки сточных вод применяются в России с конца XIX века практически одновременно с системами канализации. Современные бытовые сточные воды характеризуются повышенными концентрациями нефтепродуктов, фенолов, цинка, меди, СПАВ и фосфатов [1]. При этом на объектах очистки городских сточных вод (ГСВ), построенных в период вплоть до 1970-х годов (а это более сотни объектов), до сих пор используется классический, устаревший и неэффективный набор сооружений очистки, а именно: механической, биологической с помощью щебеночных биофильтров либо

биопрудов [1]. Позже биологическая очистка естественным методом была трансформирована в искусственный процесс – очистку в аэротенках и биофильтрах. Обеззараживание таких ГСВ на практике тождественно их хлорированию.

Проанализирована возможность и эффективность применения наилучших доступных технологий [1] по очистке ГСВ с использованием централизованных систем водоотведений в современных технологических схемах очистных сооружений городских округов и поселений. Проведена сравнительная оценка применяемых методов очистки городских сточных вод и наилучших технологий для городов Московской, Амурской, Ленинградской, Кировской, Свердловской областей [2–4]. Показано, что центральное место в современных технологических схемах очистки сточных вод занимает процесс биологической очистки с удалением азота и фосфора, а также обеззараживание с помощью УФ-облучения и озонирования, регламентированные в [1].

Список литературы

1. ИТС 10-2015. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов, Москва, Бюро НДТ, 2015.
2. Келль Л.С., Середа М.В., Казаков А.В. // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2016. № 4. С. 10–14.
3. Шабалина К.К. // Научный альманах. 2016. № 4-3 (18). С. 479–481.
4. Яковлева Е.М., Калинина-Шувалова С.Ф. // Новые идеи нового века. 2011. Т. 2.1. С. 158–162.

Best technologies for wastewater treatment in Russian cities

M.A. Maksimova, L.I. Belykh

Irkutsk National Research Technical University, 664074, Irkutsk, st. Lermontov 83, Department of PE and BDZ

bgd@istu.edu

Wastewater treatment technologies have been used in Russia since the late 19th century practically simultaneously with sewerage systems. Modern domestic wastewater is characterized by elevated concentrations of petroleum products, phenols, zinc, copper, surfactants and phosphates [1]. At the same time, at the municipal wastewater treatment facilities (FGPs)

built in the period up to the 1970s (and this is more than a hundred objects), a classical, outdated and inefficient set of purification facilities is still used, namely, mechanical, biological, with the help of crushed stone biofilters or bioproducts [1]. Later biological purification by a natural method was transformed into an artificial process - purification in aerotanks and biofilters. Disinfection of such FGPs in practice is identical to their chlorination.

The possibility and efficiency of the application of the best available technologies [1] for the purification of FGPs using centralized drainage systems in modern technological schemes for treatment plants in urban districts and settlements is analyzed. A comparative assessment of the applied methods of urban wastewater treatment and the best technologies for the cities of the Moscow, Amur, Leningrad, Kirov, Sverdlovsk regions [2-4]. It is shown that the process of biological purification with the removal of nitrogen and phosphorus, as well as decontamination with the help of UV-irradiation and ozonization, regulated in [1], occupies a central place in modern technological schemes for wastewater treatment.

Bibliography

1. ITS10-2015. Wastewater treatment using centralized drainage systems for settlements, urban districts, Moscow, Bureau of BAT, 2015.
2. Kell LS, Sereda MV, Kazakov AV // Best available technologies for water supply and sanitation. 2016. № 4. Pp. 10–14.
3. Shabalin K.K. // Scientific almanac. 2016. No. 4-3 (18). Pp. 479–481.
4. Yakovleva EM, Kalinina-Shuvalova SF // New ideas of the new century. 2011. T. 2.1. Pp. 158–162.

Проблема очистки подземных вод от коллоидного железа

К. И. Мачехина, Л.Н. Шиян, Л.А. Костикова

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

mauthksu@yandex.ru

Проблема обеспечения населения северных районов качественной питьевой водой является актуальной. Особенно это касается удаленных поселков, не имеющих централизованного водоснабжения и нефте- и газодобывающих станций, использующих в качестве питьевых источников подземные воды с повышенной концентрацией ионов железа. Обогащение подземных вод железом происходит

вследствие выщелачивания и растворения железистых минералов. Большинство подземных вод Северных регионов – это воды, в которых железо находится в коллоидном состоянии [1]. Устойчивость коллоидов железа обусловлена присутствием органических веществ и соединений кремния.

Целью данной работы является определение факторов, влияющих на устойчивость природных коллоидных растворов и поиск методов их удаления.

Ввиду нестабильности подземных вод и сложности их химического состава все исследования проводили с помощью модельных растворов [1].

В работе экспериментально установлены факторы, влияющие на агрегативную устойчивость коллоидов железа. Во-первых, это соотношение компонент, участвующих в формировании и образовании коллоидных частиц. Во-вторых, наличие заряда на поверхности коллоидных частиц. В-третьих, действие электролитов. В-четвертых, влияние pH среды. Полученные экспериментальные данные были использованы для поиска технологического решения, способствующего увеличению эффективности действующих установок.

В работе предложено 2 пути снижения устойчивости коллоидных растворов железа. Первый – воздействие импульсного электрического разряда. Второй – химическое воздействие. В работе исследовано влияние CO_2 на устойчивость коллоида железа.

Список литературы

1. Сериков Л.В., Шиян Л.Н., Тропина Е.А., Хряпов П.А., Савельев Г.Г., Метревели Г., Делай М. // Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 316. № 3. С. 28–33.

The problem of groundwater purification from colloidal iron

K.I. Machekkhina, L.N. Shiyan, L.A. Kostikova

*National Research Tomsk Polytechnic University, Russia,
Tomsk, Lenin Ave. 30, 634050*

mauthksu@yandex.ru

The problem of providing the population of the northern regions with high-quality drinking water is topical. This is particularly true of remote villages that do not have centralized water supply and oil and gas

production stations that use groundwater with elevated iron ion concentrations as drinking sources. Enrichment of groundwater by iron occurs as a result of leaching and dissolution of ferruginous minerals. Most of the underground waters of the Northern regions are waters in which iron is in a colloidal state [1]. The stability of iron colloids is due to the presence of organic substances and silicon compounds.

The purpose of this paper is to determine the factors that affect the stability of natural colloidal solutions and to find methods for their removal.

In view of the instability of groundwater and the complexity of their chemical composition, all studies were carried out using model solutions [1].

In the work, factors that affect the aggregative stability of iron colloids have been experimentally established. Firstly, this is the ratio of the components involved in the formation and formation of colloidal particles. Secondly, it is the presence of a charge on the surface of colloidal particles. Thirdly, it is the action of electrolytes. Fourth, it is the effect of pH medium. The obtained experimental data were used to search for a technological solution that helps to increase the efficiency of existing installations.

It is suggested two ways of reduce the stability of colloidal iron solutions in the paper. The first is the impact of a pulsed electric discharge. The second is the chemical effect. The effect of CO₂ on the stability of an iron colloid has been studied.

Bibliography

1. Serikov L.V., Shiyan L.N., Tropina E.A., Khryapov P.A., Saveliev G.G., Metreveli G., Delay M. // Proceedings of the Tomsk Polytechnic University. 2010. T. 316. № 3. P. 28–33.

Сонохимический комплекс очистки нефтезагрязненных вод

М.С. Муллакаев¹, Г.Б. Векслер², Р.М. Муллакаев²

¹*Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН,
119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинский пр-т, 31*

²*АНО Научно-исследовательский институт «Истории, экономики и
права», 125080, г. Москва, ул. Врубеля, 12*

¹mullakaev@mail.ru, ²info@helri.com

Разработан сонохимический комплекс на основе малогабаритного оборудования и высокоэффективных технологий, которые позволяют значительно сократить капитальные и эксплуатационные затраты при очистке нефтезагрязненных стоков. В основе лежит комплексный

подход, основанный на использовании комбинированных физико-химических методов, с использованием ультразвуковой (УЗ) активацией реагента. Внедрение комплекса позволит значительно сократить капитальные и эксплуатационные затраты при очистке производственных стоков [1-2].

В состав универсального сонохимического комплекса входят следующие автономные блоки, смонтированные в отдельных контейнерах (рис.): отделения механических примесей (МП); реагентно-флотационной очистки воды (ФЛ) с предварительной УЗ-активацией реагента; гальванокоагуляционной обработки воды (ГК) с УЗ-активацией магнетита; ультрафиолетовой (УФ) стерилизации воды

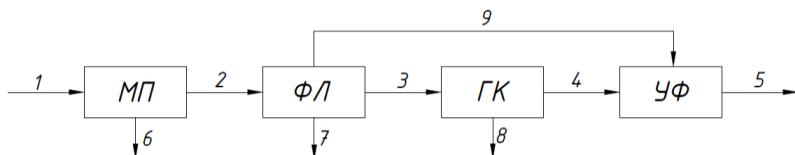


Рисунок. Блок-схема мобильного сонохимического комплекса:

1 – сточная вода; 2 – осветленная вода; 3 – вода на ГК обработку; 4, 9 – очищенная вода на обеззараживание; 5 – обеззараженная вода; 6 – осадок на доочистку; 7 – шлам после флотации; 8 – отработанный гальванокоагулянт.

В рамках работы отработаны рациональные технологические режимы эксплуатации как отдельных технологических блоков, так и комплекса в целом. Разработан комплект технической документации, а также технологический регламент работы с оборудованием, входящим в состав его отдельных модулей.

Список литературы

1. Муллакаев М.С. Дис. докт. техн. наук. М.: Московский государственный университет инженерной экологии, 2011. 391 с.
2. Муллакаев М.С. Ультразвуковая интенсификация добычи и переработки нефти. М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2014. 168 с.

Sonochemical complex for treatment of oil-polluted waters

M.S. Mullakaev¹, G.B. Wexler², R.M. Mullakaev²

¹*N.S. Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry, RAS*

²*Autonomous Non-Commercial Organization "Research Institute "History, Economics and Law"*

¹mullakaev@mail.ru, ²info@helri.com

A sonochemical complex based on small-sized equipment and highly efficient technologies that will significantly reduce the capital and operational costs when treating oil-contaminated drainage is developed. It is based on the application of combined physical-chemical methods, using ultrasonic (US) activation of the reagent. The sonochemical complex introduction will significantly reduce the capital and operational costs when treating industrial effluents [1-2].

The composition of the universal sonochemical complex includes the following autonomous units, mounted in separate containers (Figure): separation of mechanical impurities (MI); reagent-flotation water purification (FWP) with preliminary ultrasonic activation of the reagent; galvanocoagulation treatment of water (GCT) with US-activation of magnetite; ultraviolet (UV) water sterilization.

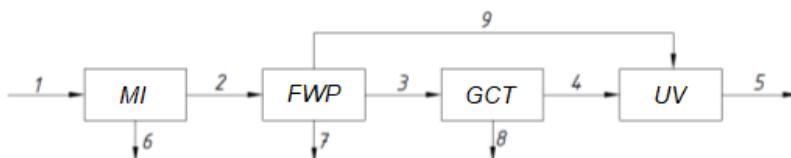


Figure. Block diagram of a mobile sonochemical complex:

1 – wastewater; 2 – clarified water; 3 – water for GC treatment; 4, 9 – purified water for disinfection; 5 – disinfected water; 6 – precipitation to be additionally treated; 7 – sludge after flotation; 8 – spent galvanocoagulation agent.

Within the framework of the work, rational technological operational modes of both separate technological units and the complex in the whole are tested. A set of technical documentation as well as a technological procedure for working with the equipment that is part of its individual modules is developed.

References

1. Mullakaev M.S. Doctoral thesis. Moscow. Moscow State University of Engineering Ecology, 2011, 391 p.

2. Mullakaev M.S. Ultrasound intensification of oil production and processing. Moscow. JSC “VNNIOENG”, 2014, 168 p.

Wastewater treatment of galvanic production using natural zeolite

A. L. Novikova, D. V. Martemyanov, O. B. Nazarenko

Tomsk Polytechnic University, Lenin av. 30, Tomsk, 634050, Russia

olganaz@tpu.ru

Galvanic production is one of the most dangerous sources of water resources pollution, because the impurities of heavy metals, inorganic acids, alkalis and other highly toxic compounds are contained in the galvanic wastewater [1]. One of the most widely used method for heavy metals removal from galvanic wastewater is chemical precipitation. This method is cheap and easy to operate, but its main disadvantage is the low purification efficiency. Therefore, currently, the problem of improving the methods of post-treatment of effluents from galvanic industries, in order to minimize discharges of heavy metals into water bodies, is topical. Sorption method is considered as an effective, efficient and economic method for wastewater purification from heavy ions [3].

The purpose of this work is to study the sorption characteristics of the natural zeolite of the Shivirtui deposit for further its use in the post-treatment system of galvanic wastewater.

The study was carried out on model solutions of Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{6+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} ions under static conditions with a magnetic stirrer at low rotational speeds. The results of the research showed that the zeolite of the Shivirtui deposit effectively removes ions of cadmium, zinc and copper from modeling solutions. The degree of purification from heavy metal ions was from 90 to 99 %. The best purification efficiency was achieved by removing copper ions (up to 99.9 %). However, the zeolite is not effective in removing hexavalent chromium ions. This is due to the fact that hexavalent chromium is present in the solution as anions $Cr_2O_7^{2-}$ and CrO_4^{2-} , and since zeolites are typical cation exchangers, the sorption process does not occur. As a recommendation to enhance the process of post-treatment of galvanic wastewater, it is proposed to modify the natural mineral to improve purification from chromium ions.

References

1. Miškufova A., Havlik T., Laubertova M., Ukašik M. // Acta Metallurgica Slovaca. 2006. Vol. 12. P. 293–302.

2. Gunatilake S. K. // Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies (JMESS). 2015. Vol. 1. Is.1. P. 12–18.

3. Guixia, Z., Xilin W., Xiaoli T., Xiangke W. The Open Colloid Science Journal. 2011. Vol. 4: P. 19–31.

Микропузырьковая обработка как метод снижения жесткости воды

Н.В. Пилипец, А.И. Сечин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

malanova.nat@yandex.ru

Дефицит пресной воды уже сейчас становится мировой проблемой [1]. Одним из направлений в решении этой проблемы является вовлечение в водопотребление новых источников пресных вод, например артезианских. Однако артезианские воды в большинстве случаев оказываются сильноминерализованными, т.е. не соответствуют нормам по жёсткости воды и по величине сухого остатка.

Известным способом интенсифицирования технологических процессов является увеличение степени дисперсности систем и поверхности контакта фаз. Одним из способов диспергирования является получение микропузырьковых газожидкостных сред. Пузырьковые газожидкостные реакторы и установки в виду их высокой экономичности и надежности получили широкое распространение в химической, атомной, микробиологической, пищевой отраслях промышленности. Поэтому, одним из перспективных направлений решений проблемы снижения жесткости воды может являться использование микропузырьковой обработки воды.

Ранее полученные результаты [2] подтверждают, что микропузырьковая обработка водных растворов в гидродинамическом генераторе приводит к созданию гетерогенной системы вода–газ. При прохождении водных растворов через отверстия в решетке гидродинамического генератора образуются зоны пониженного давления и происходит дегазация воды, сопровождающаяся удалением растворенных газов и образованием паровой воды вследствие разрыва водородных связей. Т.е. микропузырьковая обработка водных растворов обеспечивает решение нескольких задач: дегазация обрабатываемой воды; повышение рН среды и смещение

углекислотного равновесия в сторону разрушения гидрокарбонат-ионов с образованием карбонат-ионов; получение границы раздела фаз и образование центров зародышеобразования кристаллов.

Список литературы

1. Глобальная экологическая перспектива 3. М.: ИнтерДиалект, 2002. 479 с.

2. Маланова Н.В., Коробочкин В.В., Косинцев В.И. Применение микропузырьковой обработки для снижения жесткости воды // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 324. №3. С. 108–111.

Обработка водных растворов щавелевой кислоты импульсным коронным разрядом

Ф.Е. Сапрыкин, Я.И. Корнев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

saprikin_filipp@mail.ru

Недостаток питьевой воды и её несоответствие санитарно-гигиеническим требованиям является серьезной опасностью для здоровья населения земли. Человечество остро нуждается в эффективных технологиях очистки воды. В этой связи интерес представляют передовые окислительные технологии с использованием озона и других экологически чистых окислителей.

Альтернативой известным окислительным технологиям может стать обработка воды электрическими разрядами, в силу относительной простоты технологического решения и высокой эффективности окисления примесей органической и минеральной природы. В настоящей работе приведены результаты обработки водных растворов импульсным коронным разрядом.

Целью работы является изучение процесса обработки водных растворов щавелевой кислоты (ЩК) и влияния параметров обработки на эффективность удаления ЩК.

В экспериментах использовали установку, основными элементами которой являются электроразрядный реактор с размещенной в нем системой электродов и генератор высоковольтных импульсов. В ходе экспериментов раствор щавелевой кислоты подвергался циклической обработке: после прохождения зоны разряда раствор поступал в бак-

накопитель, откуда вновь подавался на обработку. Время обработки раствора составляло 1-3 ч., количество циклов обработки - от 5 до 300.

Было изучено влияние на скорость окисления щавелевой кислоты параметров обработки: объемной скорости потока воды, частоты следования импульсов и pH раствора. Установлено, что снижение частоты следования импульсов приводило к росту эффективности разложения щавелевой кислоты, что связано с малой скоростью реакции ЩК. С ростом расхода воды скорость окисления ЩК возрастала на 10-30%, что связано с увеличением удельной поверхности контакта «вода-воздух».

С ростом pH скорость окисления ЩК снижалась, подобное влияние pH более характерно для каталитических процессов и говорит о влиянии на процесс окисления не только озона, но и других сильных окислителей, прежде всего, радикалов ОН и О.

Перспективы применения импульсных электрических разрядов в технологиях очистки воды

Ф.Е. Сапрыкин, Я.И. Корнев, С. Прейс

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

saprikin_filipp@mail.ru

Обработка воды электрическим импульсным разрядом в двухфазной водо-газовой среде успешно применяется в процессах очистки природных и сточных вод. В основе метода лежит воздействие разряда на диспергированные в воздухе капли, струи и плёнки воды. Импульсный коронный или барьерный разряды, зажигаются в газовой фазе, в объёме межэлектродного пространства и концентрируются на поверхности капель. Разряд является источником активных окислителей - озона, гидроксильных радикалов и др.

Преимуществами такой обработки являются экологическая безопасность и простота технической реализации при рекордно низких затратах энергии. Обобщая ранее полученные результаты, можно выделить следующие варианты применения метода:

1. Окисление органических примесей в сточных водах. Актуальной задачей является очистка сточных вод от нефтепродуктов где применение электрического разряда наиболее эффективно на последней стадии обработки с удалением растворенных нефтепродуктов с концентрациями менее 1 мг/л.

2. Доочистка сточных вод от микропримесей техногенных органических веществ с высокой биологической активностью, включая лекарственные препараты, пестициды и др.

3. Обеззараживание природных и сточных вод, в том числе, характеризующихся повышенной мутностью.

4. Окисление неорганических примесей в природных и сточных водах. Электроразрядная обработка в течение ряда лет успешно применяется для окисления железа и марганца в природных водах при пониженной температуре. Установлена эффективность окисления нитрит-ионов, перспективного в очистке карьерных и шахтных вод.

В настоящее время электроразрядная обработка применяется в системах подготовки питьевой воды производительностью до нескольких сотен м³/час, мощность установок, как правило, не превышает нескольких киловатт. Развитие метода связано с созданием установок большой производительности: потребуется разработка генераторов высоковольтных импульсов мощностью 5-10 кВт и более, а также электроразрядных реакторов для обработки больших объемов воды.

Электроимпульсные технологии получения наноразмерных сорбентов на основе железа

Д.В. Струговцов, Л.Н. Шиян, А.В. Пустовалов, Г.Л. Лобанова,
Т.А. Юрмазова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

dvstrugovtsov@mail.ru

В настоящее время для очистки воды предлагается огромное количество природных и искусственных сорбентов, обладающих высокой селективностью и сорбционной емкостью. Одним из основных требований к сорбентам является высокая удельная поверхность и каталитическая активность.

В работе рассмотрены два способа получения наноразмерных сорбентов с использованием электроимпульсной технологии:

– первый способ – электровзрывной, позволяющий получать наноразмерные частицы железа электрическим взрывом проволоки в газе [1];

– второй способ – электроразрядный, позволяющий получать наноразмерные частицы железа в процессе электрической эрозии металлических гранул железа в различных жидких средах [2].

Физико-химические свойства получаемых порошков зависят от состава газа при электровзрывном способе и от состава раствора при электроразрядном способе.

Указанные способы позволяют получить сорбенты широкого спектра действия и дают возможность для их дальнейшего использования в различных технологиях.

В работе приведен расчет потребляемой мощности обоих способов в кВт×ч, их сравнительный анализ и оценка эффективности указанных способов для получения ста грамм наноразмерных сорбентов.

Сделан вывод об эффективности использования обоих способов, что определяется областью использования полученных сорбентов.

Расчеты необходимы для объективной оценки возможности внедрения данных технологий в промышленных масштабах.

Список литературы

1. Пустовалов А.В. Влияние газовой среды на энергетические характеристики электрического взрыва проводников и свойства получаемых нанопорошков Дисс. канд. тех. наук. Томск: Томский Политехнический Университет, 2014. 132с.

2. Митькина В.А. Электроимпульсная технология получения наноразмерных сорбентов на основе композиционных систем Fe_mO_n – Fe_3C – Fe Дисс. канд. тех. наук. Томск: Томский Политехнический Университет, 2011. 135 с.

Electropulse technology for the producing nanoscale iron-based sorbents

D.V. Strugovtsov, L.N. Shiyan, A.V. Pustovalov, G.L. Lobanova,
T.A. Yurmazov

*National Research Tomsk Polytechnic University,
30 Lenin ave., Tomsk, Russia, 634050*

dvstrugovtsov@mail.ru

There are proposed the enormous amount of natural and artificial sorbents, which possess high selectivity and sorption capacity, for water purification at present. High specific surface area and catalytic activity are the basic requirements.

The study covers two methods for obtaining nanoscale sorbents using electropulse technology:

– the first method is electroexplosive, which allowing to receive nanoscale iron particles by electric explosion of a wire in a gas [1];

– the second method is electrodischarge, which allowing to receive nanoscale iron particles by electric erosion of metal iron granules in various liquid media. [2]

The physico-chemical properties of the powders depend on the composition of the gas using the electroexplosive and on the composition of the solution using the electrodischarge method.

These methods make it possible to obtain sorbents with a broad spectrum of action and give the possibility of using them in various technologies.

The calculation of the power consumption for both methods (in kWh), their comparative analysis and effectiveness evaluation for producing 100 grams of nanoscale sorbents are presented in the paper.

It is concluded that both methods are effective which is defined by the scope of use of the sorbents.

The calculation are necessary for an objective assessment of the possible introduction of the technologies on an industrial scale.

References

1. Pustovalov A.V. Influence of the gaseous medium on the energy signatures of the electrical explosion of conductors and the properties of nanopowders obtained. Thesis for the Degree of Candidate of Science (Technology). Tomsk: Tomsk Polytechnic University, 2014. 132 p.

2. Mitkina V.A. Electropulse technology for obtaining nanoscale sorbents on the basis of composite systems $Fe_mO_n-Fe_3C-Fe$. Thesis for the Degree of Candidate of Science (Technology). Tomsk: Tomsk Polytechnic University, 2011. 135 p.

Модельная оценка характера развития предприятий водокоммунального хозяйства

А.А. Цхай^{1,2}

¹ *Институт водных и экологических проблем СО РАН,
ул. Молодежная, 1, г. Барнаул, 656038, РФ*

² *Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, пр. Ленина, 46, г. Барнаул, 656038, РФ*

taa1956@mail.ru

В целях развития предприятий водокоммунального хозяйства, в условиях рыночных отношений повышается роль мониторинга [1], в том числе финансово-экономического.

Применение связующего звена между классической экономической теорией и закономерностями технологического развития отраслей - методологии исследования «точек роста» позволяет ранжировать предприятия водокоммунального хозяйства по признакам «перспективности» характера роста.

Цель исследования: в оценке причинно-следственной связи ресурсов и результатов деятельности предприятия [2] при оказании услуг водоснабжения и водоотведения.

Результаты: для оценки эффективности использования внешних и внутренних ресурсов введено понятие обобщающих коэффициентов, характеризующих развитие предприятия водокоммунального хозяйства с разных сторон. Предложена процедура оценки значений этих коэффициентов.

На основе анализа динамики их изменения сделаны выводы о характере развития в 2013-2016 гг. предприятий ВКХ крупных российских городов: Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Екатеринбурга и т.д.; сформулированы рекомендации для повышения эффективности соответствующей региональной инвестиционной политики в интересах населения.

Список литературы

1. Цхай А.А., Жоров В.А., Постнова И.С., Рыков Д.А., Кошелев К.Б., Кошелева Е.Д. // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2008. № 8. С. 20–26

2. Цхай А.А., Акулова Е.В., Манаков А.С. // Вестник алтайской науки. 2015. № 3–4. С. 564–567

Model assessment of enterprises development for water supply and wastewater treatment

A. A. Tskhai ^{1,2}

¹ *Institute for Water and Environmental Problems, Molodyozhnaya Str. 1, Barnaul, 656038, RF*

² *Altai State Technical University named I. I. Polzunov, Lenin Av. 46, Barnaul, 656038, RF*

taa1956@mail.ru

To develop water utilities enterprises, in the conditions of market relations, the role of monitoring is increasing [1], including financial and economic.

Methodology of the research "points of growth" is used for ranking of the enterprise on the grounds of "prospects" for the character of the growth. This methodology is the link between classical economic theory and the patterns of technological development of industries.

Objective: assessment of the causal relationship of resources and the results of the company's activities [2] in the provision of water supplying and wastewater treatment.

Results: to assess the effectiveness of the use of external and internal resources the concept of general coefficients characterizing enterprise development was introduced. The procedure of calculation of their numerical values is proposed.

Conclusions about the character of the water utilities development in 2013-2016 for major Russian cities (Moscow, Saint-Petersburg, Novosibirsk, Yekaterinburg, etc) were determined on the basis of the analysis of their changes dynamics. The recommendations were formulated to improve the efficiency of corresponding regional investment policy in the interests of the population.

References

1. Tskhai, A. A., Zhorov, V. A., Postnova, I. S., Rykov, D. A., Koshelev, K. B., Kosheleva, E. D. // Water purification. Water preparation. Water supply. 2008. № 8. P. 20–26.

2. Tskhai, A. A., Akulova, E. V., Manakov, A. S. // Bulletin of Altai science. 2015. № 3–4. P. 564–567

Исследование состава плазмообразующего газа в микроплазменном реакторе

А. А. Цхе

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

anny0393@mail.ru

Технологии, годами отработанные для очистки сточных вод, а это в основном биотехнологии, в настоящее время снижают свою эффективность. Стремительное развитие химической индустрии способствует распространению органических соединений, в том числе фармацевтических препаратов, попадающих в городские системы канализования. В биологической очистке сточных вод возникают проблемы, связанные с влиянием фармацевтических препаратов на жизнедеятельность активного ила.

Способность газового разряда создавать химически активную плазму, обеспечивающую необходимые условия для деструкции органических соединений и синтезирующую уникальные структуры, позволяет применять СВЧ-плазматрон в технологиях водоподготовки для процессов биологической очистки воды. Применение СВЧ-разряда обусловлено высокой энергетической эффективностью плазмохимических реакций, протекающих за счет колебательного возбуждения молекул вещества в неравновесной плазме.

Целью настоящей работы явилось исследование состава плазмообразующего газа, влияющего на процессы деструкции органических веществ в плазме СВЧ-разряда при атмосферном давлении. Исследование состава плазмообразующего газа в СВЧ-реакторе является первым этапом работы по активации сточных вод в микроплазменном реакторе.

В качестве плазмообразующих газов были выбраны воздух, аргон и углекислый газ. Состав плазмообразующего газа был проверен косвенно по продуктам, образующимся при их взаимодействии с дистиллированной водой, и напрямую методом газовой хроматографии. Использование в качестве плазмообразующего газа воздуха способствует накоплению в системе диоксида азота, переходящего в азотную кислоту в присутствии кислорода. Изучена кинетика образования нитрат-ионов и зависимость снижения pH раствора от количества циклов обработки.

Выполненные эксперименты позволяют найти подходы к созданию технологической схемы подготовки воды к биологической очистке.

Секция 5. Чистые технологии

Сравнение режимов измельчения нагреваемых двухкомпонентных капель

Д. В. Антонов, М. В. Пискунов, П. А. Стрижак

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

antonovdv132@gmail.com

Измельчение капель жидкостей может протекать в режиме puffing и microexplosion [1-3]. Эффективность многих газопарокапельных технологий может быть существенно увеличена при рациональном и контролируемом использовании эффектов диспергирования и взрывного измельчения родительских капель. В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований процессов фрагментации вскипающих двухкомпонентных капель разного происхождения: эмульсии, растворы, суспензии, двухжидкостные капли без перемешивания компонентов. Рассмотрены типичные для современных технологий термической очистки жидкостей, зажигания топлив способы подвода энергии к капле: кондуктивный, конвективный и радиационный. Определены условия, при которых можно обеспечить режим монотонного испарения, интенсивной фрагментации, а также получения капельного аэрозоля. После microexplosion получены диаграммы изменения времён прогрева капель перед распадом, количество и размеры child-droplets, отношение площади поверхности испарения до и после измельчения. Установлены масштабы влияния основных факторов и процессов: температура, тепловые потоки, концентрации компонентов, размеры капель, их суммарные площади поверхности испарения. Получены соответствующие аппроксимационные выражения и зависимости для управления процессами фрагментации и измельчения исследованных капель.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (МД-1221.2017.8).

Список литературы

1. Mura E., Massoli P., Josset C., Loubar K., Bellettre J. // Exp. Therm. Fluid Sci. 2012. V. 43. P. 63–70.

2. Tarlet D., Bellettre J., Tazerout M., Rahmouni C. // Int. J. Therm. Sci. 2009. V. 48. P. 449–460.

3. Tarlet D., Josset C., Bellettre J. // Int. J. Heat Mass Transf. 2016. V. 95. P. 689–692.

Изменение физико-химических свойств рудничных вод под воздействием геохимического барьера на основе известняка

И.В. Бардамова

*ФГБНУ Геологический институт СО РАН, 670047, г. Улан-Удэ,
ул. Сахьяновой, 6а*

irina-bardamova@yandex.ru

Рудничные воды штольни Западная (Закаменский район, Бурятия), самопроизвольно изливаясь на поверхность, служат мощным источником токсичных загрязнений окружающей природной среды. Превышение ПДК по тяжелым металлам составляет: по Fe - в 24,7 раз, по Cu – в 6,7, по Zn – в 27,6, по Pb – в 24, по Co – в 7,1 раз. Минерализация составляет 2,7 моль/дм³, а содержание взвешенных - 203,7 мг/дм³. По данным дисперсного анализа, проведенного с помощью лазерного анализатора фирмы Shimadzu SALD-7500nano, 92,9% взвешенных частиц находятся в диапазоне 150-220 мкм.

При добавлении фракции известняка (< 0,25 мм), предложенного автором в качестве искусственного геохимического барьера, происходит снижение pH в 1,6 раза, уменьшение концентраций тяжелых металлов: Zn в 1,8 раза, Cu в 32 раза, Pb в 4 раза. Соединения данных элементов (сульфаты, гидроксиды) наблюдаются на поверхности зерен известняка с помощью растровой электронной микроскопии.

Исследования выполнены при финансовой поддержке проекта ФАНО № 0340-2016-0006 и гранта РФФИ № 16-05-01041.

Роль природного арктического бактериального комплекса в процессах биодеструкции нефти

Н.Г. Наливайко¹, И.С. Иванова²

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634034, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

²*Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 4*

IvanovaIS_1986@mail.ru

Интенсивное развитие нефтегазовой отрасли в северных районах России способствует резкому увеличению антропогенной нагрузки на легко уязвимые природные экосистемы Арктики. В арктических районах процессы биодеструкции углеводородов, с участием аборигенной углеводородокисляющей микрофлоры, не успевают развернуться в полной мере, а универсальные биопрепараты, используемые в нефтяной промышленности, при низких температурах имеют малую эффективность [1]. Следовательно, для сохранения природного потенциала арктических регионов необходима разработка новых экологически безопасных способов борьбы с нефтяными загрязнениями, в основу которых может быть положено исследование аборигенной микрофлоры природных вод и их способности к самоочищению.

В связи с обозначенной проблемой, была поставлена цель – изучить способность аборигенных микроорганизмов природных вод Арктики разлагать нефть. Для проведения данной работы были использованы культуры углеводородокисляющих микроорганизмов, полученные методом автоселекции, из воды термокарстового озера, расположенного в 40 км от г. Нарьян-Мара и в 120 км от Харьягинского нефтяного месторождения. Эксперименты по биодеструкции нефти длились 15, 30 и 40 суток при температурах 5°C, 20°C и 37°C. Анализ полученных экспериментальных данных показал, что при культивировании микроорганизмов в условиях низких температур (5°C) рост численности микроорганизмов и, соответственно, разрушение углеводородов не происходит. Установлено, что процесс разложения нефти запускается при 10°C и выше, причем максимальная интенсивность биодеструкции наблюдается в первые 15 суток.

Список литературы

1. Аушева Х.А. Разработка новой формы биопрепарата для очистки водных объектов от тонких нефтяных пленок. Дисс. ... канд. техн. наук. Москва: Российский химико-технологический университет, 2007. 145 с.

The role of natural Arctic bacterial complex in processes of biodegradation of oil

N.G. Nalivayko¹, I.S. Ivanova²

¹*National Research Tomsk Polytechnic University, 634034, Russia, Tomsk, Lenin Avenue, 30*

²*Tomsk branch of the Trofimuk institute of petroleum geology and geophysics of Siberian branch of Russian academy of sciences, 4, Academichesky avenue, Tomsk, 634055, Russia*

IvanovaIS_1986@mail.ru

The intensive development of the oil and gas industry in the northern regions of Russia contributes to a sharp increase in the anthropogenic load on the natural ecosystems of the Arctic. In the Arctic regions, the processes of biodegradation of hydrocarbons, with the participation of native hydrocarbon-oxidizing microflora, do not have time to fully develop, and the universal biologics used in the petroleum industry have low efficiency at low temperatures [1]. Therefore, in order to preserve the natural potential of the Arctic regions, it is necessary to develop new environmentally friendly ways to combat oil pollution, which can be based on the study of native microflora of natural waters and their ability to self-purification.

In connection with the indicated problem, the aim was to study the ability of aboriginal microorganisms of the Arctic natural waters to decompose oil. To carry out this work, were used the cultures of hydrocarbon oxidizing microorganisms obtained by autoselection from the water of the thermokarst lake located 40 km from the town of Naryan-Mar and 120 km from the Kharyaga oil field. Experiments on biodegradation of oil lasted 15, 30 and 40 days at temperatures of 5 °C, 20 °C and 37 °C. Analysis of the experimental data obtained showed that microorganisms which cultivated under low temperature conditions (5 °C), the growth of the number of microorganisms and, accordingly, the destruction of hydrocarbons does not occur. It is shown, that the process of oil decomposition starts at 10 °C and above, and the maximum intensity of biodegradation is observed in the first 15 days.

References

1. Ausheva H.A. Development of a new form of biological product for cleaning water objects from thin oil films. Diss. ... cand. tech. sciences. Moscow: Russian Chemical-Technological University, 2007. 145 p.

Разработка технических решений по снижению выбросов оксидов азота на котельных агрегатах БКЗ-500-140 Красноярской ТЭЦ-2

Е.С. Кашеева

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

kashcheevaevgenia@gmail.com

Согласно ежегодному экологическому докладу Минприроды за 2016 год г. Красноярск испытывает серьезные проблемы в вопросах выбросов вредных веществ и превышения их предельно-допустимых концентраций. В 2016 году количество выбросов вредных веществ по отрасли производства и распределения электроэнергии составил 234,6 тыс. т, из них на долю Красноярской ТЭЦ-2 приходится 6,5% (15,25 тыс. т) [1]. Доля наиболее токсичных выбросов, таких как оксиды азота, составляет 48,5 % (7400 тыс. т). Данная проблема характерна для пылеугольных котлов БКЗ-500-140 Красноярской ТЭЦ-2.

Снижение образования NO_x при горении достигается изменением характеристик топочного процесса. Принципиальными факторами, влияющими на параметры процесса горения и на выбросы как топливных, так и воздушных оксидов азота на котлах БКЗ-500-140 являются температура ядра факела, распределение топлива и избытка воздуха по высоте и в сечениях топочной камеры.

К числу наиболее развитых и освоенных технологий решения этой задачи для данного типа котлов относятся: ступенчатое и концентрическое сжигание, низкоэмиссионные горелки, reburning (создание окислительной и восстановительной зон), overfire air (острое дутье).

Многообразие факторов, учет их для конкретной конструкции котла и режима его работы приводит к необходимости выполнения аналитических исследований влияния конструктивных и режимных характеристик. Учитывая сложность задачи используются средства математического моделирования для более детального анализа сложных физических и химических процессов, протекающих в топочной камере.

В рамках работы выполнен расчет на оптимальные перераспределения воздуха на горелки и сопла и расположение сопел третичного дутья при максимально возможном уменьшении выбросов NO_x и максимально возможном КПД.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае» за 2016 год [Электронный ресурс]: http://www.mpr.krskstate.ru/dat/bin/art_attach/8804_2017.10.11_doklad_2016_gotovij_variant.pdf.

Переработка полимерных отходов на основе полилактида

Н. Л. Килин, Т. Н. Волгина, В. Т. Новиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

volgina_t@mail.ru

Сегодня полимерные материалы на основе полилактида (ПЛ) широко используются в различных сферах человеческой деятельности: пищевая упаковка, игрушки, ткани, медицинские изделия, лекарственные средства. Однако процесс получения ПЛ трудоемкий и многостадийный, вследствие чего его стоимость в 2–7 раз выше, чем у его аналогов, полученных из углеводородного сырья. Несмотря на высокую цену, продукты и материалы на основе ПЛ, отслужившие свой срок, не перерабатываются после использования. ПЛ является термопластичным полимером, а значит может быть подвергнут, например, химической переработке с целью получения исходного мономера [1].

В данной работе было изучено влияние давления на выход и чистоту лактида, получаемого методом термокаталитической деполимеризации полимерных отходов ПЛ. Процесс проводили при 250 °С и 10–550 мбар в присутствии катализатора октоата олова, очистку мономера осуществляли перекристаллизацией из этилацетата. Эффективность процесса оценивали путем определения выхода сырого и чистого лактида, чистоту мономера – по температуре плавления.

Результаты показали, что лактид, полученный при давлении 550 мбар, представляет собой эквимолярную рацемическую смесь *L*-лактида и *D*-лактида, имеющую температуру плавления 115–120 °С,

с примесями молочной кислоты, *m*-лактида и олигомера молочной кислоты. Проведение процесса при более низком давлении (<150 мбар) позволяет получать индивидуальные *L*- или *D*-лактиды с температурой плавления 88–97 °С. Максимальный выход сырого и чистого лактида достигается при давлении 10 мбар и составляет 79 и 61 % (мас.) соответственно. Дальнейшая полимеризация полученного мономера приводит к образованию полимера со средневязкостной молекулярной массой 50000–80000.

Таким образом, переработка отходов ПЛ позволит вернуть в технологический процесс производства полилактида более 50 % сырья.

Список литературы

1. A. Posvyashchennaya, T. Volgina, V. Novikov, A. Zinovyev // Key Engineering Materials. 2018. V. 769. P. 17–22.

Разработка токового органа нулевой последовательности на базе микроконтроллера с гибкой программируемой логикой

Д. В. Мурашкин, Д. Н. Киселев, Ю.А. Ершов

Сибирский федеральный университет, Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79

office@sfu-kras.ru

В настоящее время всё большее распространение получают промышленные микроконтроллеры, что создаёт новые подходы в реализации РЗА. Появляется возможность разработки защит на основе математических алгоритмов с применением численных методов. Основопологающим в этом процессе является регистрация и анализ параметров нормального, аварийного и послеаварийного режимов.

Целью данной работы является создание токового органа нулевой последовательности на базе микроконтроллера с гибкой программируемой логикой и его испытание.

Для реализации поставленной цели был использован промышленный логический контроллер (ПЛК) XP-8000-CE6 производства ICPDAS, работающий на базе операционной системы Windows Embedded CE 6.0, 16-битный аналоговый входной модуль I-8014W, подключенный к нему токовый модуль DN-843I-CT-50 и модуль дискретного ввода-вывода I-8042W.

Принцип действия устройства основан на предварительном выделении ортогональных составляющих тока, вычислении тока нулевой последовательности и формировании условий срабатывания токового органа нулевой последовательности.

Для испытания токового органа разработан лабораторный стенд, представляющий собой имитацию режимов электрической сети на основе РЕТОМ-41. Проведено успешное испытание разработанного токового органа нулевой последовательности, получены осциллограммы в симметричном и несимметричном режиме работы сети.

Данная работа может быть использована для реализации защит с более сложными алгоритмами, а также в лабораторных и в научных целях. С её помощью можно произвести испытания как существующих, так и новых алгоритмов работы РЗ.

Список литературы

1. Овчаренко Н. И. Аппаратные и программные элементы автоматических устройств энергосистем. М.: НЦ ЭНАС, 2004. 512 с.

2. Шнеерсон Э. М. Цифровая релейная защита. М.: Энергоатомиздат, 2007. 549 с.

UDC 004.942

Problems of maintaining the sustainability of energy supply to consumers and energy efficiency in the conditions of with a large component of uncertainty

A.A. Shutkov¹, E.L. Loginov¹, A.A. Shkuta², K.S Jankauskas¹

¹Market Economy Institute of RAS, 117418, Moscow, Nakhimovskiy ave., 47

²Financial University under the Government of the Russian Federation, 125167, Moscow, Leningradskiy ave., 49

shutkov@yandex.ru, evgenloginov@gmail.com, saa5333@hotmail.com,
jankauskas.ipr.ras@gmail.com

In Russia, taking into account the economic and political realities of recent years, there is an increasing need to improve the efficiency of the processes of preparation of critical infrastructure systems to complex or extreme conditions of the impact of negative factors, when the targeted damage of one or more nodes with a large number of connections (degree centrality) leads to the disintegration of the entire fuel and energy super system [1].

It is necessary to develop measures to improve the survivability of the systems of transportation of fuel and energy resources (electric power

networks, neophe - and gas pipelines, etc.) with a large situational component of the likely critically rapid cascade development of the effect of damage from the avalanche-like propagation of the overload that has arisen in one of the nodes of this network. In this case, you must consider the increasing presence of intelligent control devices (e.g., cyber-physical device conversion and switching energy, intelligent management system, open service platform, etc.).

That is, it requires the design of monitoring systems and management, as well as the opportunities of operating performance parameters of networks transporting energy resources, depending on the damage from natural and technogenic character by carrying out self-diagnosis of individual objects, segments, networks and the entire system (similar to the distributed neural circuits) and restore power supply to consumers within the segments of the Unified national electric network, the Unified gas supply system, Oil transportation system of Russia, etc. like, sort of, giant clusters of connected network nodes.

As a result, a comprehensive solution of structural and functional organization of the processes of using the model of self-organization and decay of functional neural network structures is provided to support the necessary activity of each energy cluster as a fractal part of the fuel and energy super-system in the performance of the functions of energy supply to consumers within the criteria for maintaining the necessary activity of life support systems and state management institutions.

References

1. Loginov E. L., Raikov A. N. Network information attacks to control systems of energy critical infrastructure. / Heat power engineering, 2015. No. 4. P.3.

Технология удаления сернистых примесей из газов

Л.Ю. Мосунова¹, А.Ю. Копылов¹, М.М. Фарахов²

¹ООО «НПФ НЕФТЕПРОЦЕССИНГ», г. Казань, Россия

²ООО ИВЦ «Инжсехими», г. Казань, Россия

neftprocessing@mail.ru

Эффективное использование попутного нефтяного газа (ПНГ) в качестве углеводородного сырья и высокоэнергетического топлива является стратегической задачей ТЭК России. Одной из проблем использовании ПНГ является наличие сероводорода, что требует включения блока сероочистки в состав установки подготовки газа.

НПФ НЕФТЕПРОЦЕССИНГ в партнерстве с ИВЦ «Инжехим» разработал и успешно внедряет технологию удаления сероводорода и других сернистых примесей из газов различного состава. В основе применяемой технологии - хемосорбционный процесс, позволяющий управлять селективностью быстрых химических реакций, протекающих в скруббер-реакторе специальной конструкции. Селективность процесса позволяет снизить расход абсорбента и технологической воды, минимизировать количество нетоксичных стоков. Блок сероочистки, размещенный на месторождениях, обеспечивает очистку газа от примесей H_2S , RSH и CO_2 до современных требований. Очищенный газ далее направляется в газотранспортную систему либо для энергоснабжения месторождения. Предлагаемая технология – это самое надежное и низкочеловеческое решение для подготовки газа при генерации электроэнергии, магистрального транспорта и других методов использования ПНГ. Технология хемосорбционной сероочистки не требует высокого давления, температуры и катализаторов, она может легко встраиваться в инфраструктуру объектов нефтегазодобычи и применяться для подготовки любых газов, содержащих сернистые примеси: факельного, хвостового (дымового), свалочного и биогаза. Блок подготовки газа на основе этой технологии успешно внедрен на ряде объектов нефтегазодобычи (включая субарктический регион), выгодно отличается простотой в эксплуатации и использует только российское оборудование и реагенты, сокращая капитальные вложения и операционные затраты на энергогенерацию.

Технология обеспечивает надежную работу на очищенном газе отечественного и зарубежного генерационного и компрессорного оборудования. Наша технология значительно снижает уровень экологического воздействия за счет исключения наиболее токсичных выбросов оксидов серы в атмосферу.

The technology of removal of sulfur impurities from gases

L.Yu. Mosunova¹, A.Yu. Kopylov¹, M.M. Farahov²

¹"NPF NEFTEPROTSESSING" LLC, Kazan, Russia

² IVC "Inzhekhim" LLC, Kazan, Russia

nefteprocessing@mail.ru

Effective usage of associated petroleum gas (APG) as a hydrocarbon feedstock and high-energy fuel is a strategic task of the Russian fuel and

energy industry. One of the problems related to use of APG is the presence of hydrogen sulphide, which requires the inclusion of a desulphurization stage in the gas treatment unit. NPF NEFTEPROCESSING in partnership with the IVC "Inzhekhim" has developed and successfully implements the technology for removal of hydrogen sulphide and other sulfur impurities from gases of various composition. The technology is based on a chemisorption process that allows maintaining the selectivity of fast chemical reactions in a special designed scrubber-type reactor. Selectivity of the process allows to reduce the consumption of absorbent and process water while minimizing the amount of non-toxic aqueous waste. The desulfurization unit located on the oil & gas fields provides gas purification from such impurities as H₂S, RSH and CO₂ to the latest stringent specifications. Treated gas is then sent to the gas trunk line system or to the energy generation to cover the field demand. The proposed technology is the most reliable and low-cost solution for gas preparation for power station, gas pipeline transportation and other APG utilization methods. Chemisorption-based desulfurization technology does not require high pressure, temperature and catalysts; it can be easily integrated into the infrastructure of oil and gas production facilities and can be applied to any kind of gases containing sulfur impurities: flare gas, tail and exhaust flue gases, landfill and biogas. The gas treatment units designed on this technology have been successfully implemented at several oil and gas production facilities (including the Sub-Arctic region), the unit is advantageously easy to operate and uses only Russian equipment and chemicals, and therefore it can reduce capex & opex of energy generation facilities.

The technology ensures reliable operation of the Russian-made and imported power generation equipment and gas compressors when consume the purified gas. Our technology reduces significantly an environmental impact by eliminating the most toxic emissions of sulfur oxides into the atmosphere.

Prospects of using the neural network approach for quality control of welded joints

S. Yu. Nazarenko¹, V. A. Udod^{1,2}

¹*Tomsk Polytechnic University, Lenin av. 30, Tomsk, 634050, Russia*

²*Tomsk State University, Lenin av. 36, Tomsk, 634050, Russia*

svetanaz@tpu.ru

One of the serious problems of the oil and gas industry is the need for strict control of welded pipe joints for pumping oil and gas. Control of welded joints is carried out by various methods of nondestructive testing, among which the radiation method is widely used. For the processing of images obtained by the radiographic method and the detection of welding defects, various algorithms are used [1]. One of the promising algorithms for image processing is an algorithm based on the neural network method.

In this paper, we consider an algorithm for processing radiographic digital images of welded joints, based on the use of neural networks. It was assumed that the weld joint have two types of defects – cracks and pores, the mathematical models of the images of which can be given by geometric figures – rectangles and circles, respectively [2]. Thus, the problem of recognizing these types of defects is reduced to recognizing images of two kinds of geometric figures. In this paper, the most informative parameters for the development of an algorithm for processing radiographic images of welded joints of pipelines are proposed. Geometric parameters characterizing the shape, size and location of the defect are provided as an input to the neural network for the classification of defects in the weld. Among the main geometric parameters determined by measuring the shape and size of the image of the detected defect, the shape factor $K = P^2/(4\pi S)$, where P is the perimeter, and S is the defect area, can be defined.

An important step in the algorithm for processing digital images using a neural network is the network training procedure. Training consists in assigning an input set of vectors, initializing the weights of neural network connections, and adjusting the weights so that the error between the actual and expected output vector becomes sufficiently small. Preliminary, it is necessary to form a training sequence of images of defects of welded joints with the correct answers (output vector), on the basis of which the entire system is trained.

Reference

1. Udod V.A., Wang Y., Osipov S.P., Chakhlov S.V., Usachev E.Y., Lebedev M.B., Temnik A.K. // Russian Journal of Nondestructive Testing. 2016. Vol. 52(9). P. 492–503.

2. Vorobeichikov S.E., Fokin V.A., Udod V.A., Temnik A.K. // *Russian Journal of Nondestructive Testing*. 2015. Vol. 51(10). P. 644–651.

Утилизация металлургических шлаков в производстве строительных материалов

Ш.М. Ниязова, З.Р. Кадырова, Ф.Ш. Умаров

*Институт общей и неорганической химии Академии наук
Республики Узбекистан, Ташкент*

kad.zulayho@mail.ru

Утилизация промышленных отходов является одним из кардинального решении проблемы ликвидации загрязнения окружающей среды и сохранения равновесия между экологической средой и развивающейся промышленностью. Реализация этой проблемы может быть найдено в результате организации замкнутых циклов – безотходного производство. В связи с этими большое значение приобретает использование металлургических шлаков в качестве вторичного сырья.

Одним из наиболее перспективных направлений утилизации металлургических шлаков – это их использование в строительстве и производстве строительных материалов. В черной и цветной металлургии образуется огромное количество отходов которые накопились в отвалах. Эти отходы содержат в своем составе соединения железа, магния, марганца, кальция, цинка, свинца, серы и других элементов.

Железосодержащей металлургических шлаков используют в качестве сырья и включение их в состав шихты при производстве цементов, шлаковой ваты, шлакоситалловых изделий, шлаковых стекол, красок, красителей. В строительстве применяются разные типы бетонов с вяжущими и заполнителями на их основе.

Для проведения исследований нами использованы шлаки двух металлургических предприятий центрального региона Узбекистана: АО «Алмалыкский ГМК» и АО «Узметкомбинат». Металлургические шлаки представляют собой многокомпонентные системы, в которых оксидами, определяющими состав, являются CaO, MgO, Al₂O₃, SiO₂, FeO.

В таблице приведены результаты химического анализа металлургических шлаков АО «Алмалыкский ГМК» и АО «Узметкомбинат».

| Наименование | Содержание оксидов в %, на воздушно сухое вещество | | | | | | | | | П.п.п. |
|----------------------------|--|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------|-------|-------------------|------------------|--------|
| | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | |
| Шлак «Алмалыкского ГМК» | 31,72 | 0,36 | 6,18 | 52,04 | | 3,20 | 3,36 | 0,54 | 2,26 | – |
| Шлак АО «Узметкомбинат» | 20,11 | | 7,25 | 16,12 | 4,30 | 14,20 | 36,07 | 0,1 | 0,2 | 1,25 |

Исследование внедрения канала разряда в диэлектрики при воздействии разнополярного импульса напряжения

Е. В. Петренко, В. Ф. Важов, А. С. Юдин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, пр. Ленина, 30

evgenius293@mail.ru

В начале шестидесятых годов XX века был открыт электроимпульсный (ЭИ) способ разрушения твердых диэлектрических и полупроводящих материалов [1, 2]. Проведенные в то время исследования доказали его высокую эффективность [3], однако промышленное применение до сих пор ограничивается низкой надежностью высоковольтного импульсного оборудования использующего напряжения порядка 400–800 кВ и высокими требованиями к изоляции соответственно.

В данной работе впервые проведены эксперименты по разрушению образцов гранита и песчаника при одновременном воздействии высокого импульсного напряжения разной полярности.

В результате можно выделить минимум один фактор характерный для одновременного воздействия двух разнополярных импульсов на горную породу:

– напряжение пробоя на положительной полярности больше, чем на отрицательной как для песчаника, так и для гранита.

Работа выполнена в рамках программы гранта РФФИ (проект № 16-48-700278).

Список литературы

1. Сёмкин Б.В., Усов А.Ф., Курец В.И. Основы электроимпульсного разрушения материалов. – СПб.: Наука, 1995. 276 с.

2. Важов В.Ф., Развитие научно технологических основ электроимпульсного бурения и резания горных пород. Томск 2014. 189 с.

3. Симонов В.Я. Диссертация «Исследование и разработка электроимпульсного способа бурения скважин с промывкой воды» на соискание ученой степени кандидата технических наук. Томск: Томский политехнический институт, 1967. 262 с.

Перспективы получения новых материалов из техногенного сырья

М.А. Саденова, Г. Б. Жакупова, Т. Б. Ануарбеков, М.Е. Утегенова

*Восточно-Казахстанский государственный технический университет
им. Д. Серикбаева, ул. Протозанова А.К., 69, г. Усть-Каменогорск,
070004, Казахстан*

SMarzhan090471@gmail.com

Работа посвящена поиску способов синтеза новых материалов на основе природных и техногенных запасов, имеющих на территории Казахстана. Президентом Казахстана поставлена задача рассматривать накопленные техногенные запасы как самостоятельную сырьевую базу, как для металлургии, так и для строительной индустрии и других отраслей народного хозяйства. Проблема утилизации техногенных отходов промышленных предприятий актуальна для всех стран. В США, Франции, Германии, Чехии успешно реализуют проекты по использованию всех видов промышленных отходов. В России созданы условия для разработки новых материалов и их последующее внедрение в производственные процессы инновационных технологий (в том числе нанотехнологий).

Одним из путей решения этой проблемы в Казахстане может стать использование техногенных отходов в производстве изделий из керамики. В основе разрабатываемой технологии лежат классические методы порошковой металлургии (спекание, экструзия, грануляция, прессование в различных комбинациях).

Основной целью работы является создание отечественной наукоемкой технологии синтеза новых керамических материалов из природного сырья и техногенных отходов металлургических предприятий.

Объектами исследований стали металлургические шлаки свинцового и медного производств предприятия Казцинк,

полупродукты Актюбинского ферросплавного и Ульбинского металлургического заводов.

Проведена оценка составов и свойств сырьевых материалов (природных сорбентов, металлургических шлаков, пыли) и изучено их влияние на характеристики гранулированных и блочных синтезированных образцов.

The prospects of receiving new materials from technogenic raw materials

M.A. Sadenova, G.B. Zhakupova, T.B. Anuarbekov, M.E. Utegenova

*D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, 69,
Protozanov str., Ust-Kamenogorsk, 070004, Kazakhstan*

SMarzhan090471@gmail.com

Work is devoted to search of ways of synthesis of new materials on the basis of the natural and technogenic reserves which are available in the territory of Kazakhstan. The president of Kazakhstan has set the task to consider the saved-up technogenic stocks as an independent source of raw materials, both for metallurgy, and for the construction industry and other branches of the national economy. The problem of utilization of technogenic waste of the industrial enterprises is relevant for all countries. The USA, France, Germany, the Czech Republic successfully realize projects on use of all types of industrial wastes. In Russia conditions for development of new materials and their subsequent introduction in productions of innovative technologies are created (including nanotechnologies).

Use of technogenic waste in production of products from ceramics can become one of solutions of this problem in Kazakhstan. Classical methods of powder metallurgy are the cornerstone of the developed technology (agglomeration, extrusion, granulation, pressing in various combinations).

Main objective of work is creation of domestic high technology of synthesis of new ceramic materials from natural raw materials and technogenic waste of the metallurgical enterprises.

Metallurgical slags of lead and copper productions of the KazZink enterprise, semi-products Aktubinsk ferroalloy and Ulbinsky metallurgical the plants became objects of researches.

Assessment of structures and properties of raw materials is carried out (natural sorbents, metallurgical slags, dust) and their influence on characteristics of the granulated and block synthesized samples is studied.

Синтез новых керамических материалов из нетрадиционного сырья

М.А. Саденова

*Восточно-Казахстанский государственный технический университет
им. Д. Серикбаева, ул. Протозанова А.К., 69, г. Усть-Каменогорск,
070004, Казахстан*

SMarzhan090471@gmail.com

В настоящее время для Республики Казахстан важно комплексное рациональное использование местных природных ресурсов с целью получения новых технических материалов.

Рассмотрена возможность использования минерального сырья Казахстана для получения новых материалов - керамических носителей для катализаторов и/или катализаторов, предназначенных для окислительно-восстановительной конверсии токсичных компонентов газообразных выбросов. При разработке технологии приготовления носителей для катализаторов использованы методы порошковой металлургии для получения гранул. В процессе приготовления новых материалов синтезирована серия цеолит-бентонитовых контактов, содержащих медь, никель, хром и церий в различных сочетаниях и количествах из природного минерального сырья и чистых реактивов, предназначенных для конверсии оксидов углерода и углеводов.

С применением физико-химических методов исследования выполнено определение поверхностного состава синтезированных катализаторов. Представлены данные по эффективности синтезированных контактов в процессе конверсии газообразного СО в СО₂.

Исследовано влияние различных методов получения материалов и других параметров, обуславливающих каталитическую активность и стабильность полученных каталитических систем. Установлено, что эффективность определяется как способом нанесения, так и природой, составом и концентрацией компонентов катализатора, температурой прогрева контакта и реакции.

Synthesis of new ceramic materials from non-traditional raw materials

M.A. Sadenova

*D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, 69,
Protozanov str., Ust-Kamenogorsk, 070004, Kazakhstan*

SMarzhan090471@gmail.com

Today the complex of rational use of local natural resources for the purpose of receiving new technical materials is most important for the Republic of Kazakhstan.

The possibility of use of mineral raw materials of Kazakhstan for receiving new materials - ceramic carriers for the catalysts and/or catalysts intended for oxidation-reduction conversion of toxic components of gaseous emissions is considered. During developing technology of preparation of carriers for catalysts, the methods of powder metallurgy for receiving granules are used. In the course of preparation of new materials the series of zeolite - bentonite contacts and also containing copper, nickel, chrome and cerium in various combinations and quantities from the natural mineral raw materials and clean reactants intended for conversion of carbon oxides and hydrocarbons is synthesized.

Using physical-chemical methods of investigation, the surface composition of the synthesized catalysts was determined.

Data on efficiency of the synthesized contacts are presented in the course of conversion gaseous CO to CO₂.

Influence of various methods of receiving the materials and other parameters causing catalytic activity and stability of the received catalytic systems is investigated. It is established that the efficiency is defined both by way of drawing, and the nature, by structure and concentration of components of the catalyst, temperature of warming up of contact and reaction.

Штамм-нефтедеструктор, изолированный из кишечного тракта *Eisenia fetida*

О. Ф. Вятчина¹, И. Б. Черных¹, Д. И. Стом², Н. А. Волокитина³,
В. А. Фиалков⁴, А. Б. Купчинский⁴, М. Ю. Толстой²

¹Иркутский государственный университет, 664003, Россия,
г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1

²Иркутский национальный исследовательский технический
университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

³Лимнологический институт СО РАН, 664033, Россия, г. Иркутск,
ул. Улан-Баторская, 3

⁴Байкальский музей Иркутского научного центра СО РАН, 664520,
Россия, Иркутская область, пос. Листвянка, ул. Академическая, 1А

stomd@mail.ru

Одним из эффективных и экологически безопасных методов очистки окружающей среды от загрязнений нефтью и нефтепродуктами является биоремедиация [1]. Для создания нефтеокисляющих препаратов используют активные штаммы углеводородокисляющих бактерий (УОМ). УОМ встречаются в естественных и антропогенно измененных экосистемах, загрязненных углеводородами нефти [2].

Цель данной работы заключалась в выяснении возможности выделения из дождевых червей микроорганизмов, способных к окислению нефти.

В результате микробиологического анализа кишечного тракта красного калифорнийского гибрида *Eisenia fetida* на селективной среде для нефтеокисляющих микроорганизмов был выделен бактериальный штамм Дч1. На основании морфолого-культуральных и физиолого-биохимических признаков изолят отнесен к *Rhodococcus* sp. Штамм растет на средах, содержащих в качестве единственного источника углерода и энергии гексан, октан, ундекан, додекан, гексадекан, бензол, нафталин, нефть, бензин, дизельное топливо (летний и зимний сорта), реактивное топливо и мазут. Изолят обладает липолитической, амилолитической, уреазной активностями. Показана электрогенная активность изолята.

Список литературы

1. Sharma S. // Asian J. of Pharmacy and Life Science. 2012. Vol. 2 (2). P. 202–213.

2. Balseiro-Romero M., Gkorezis P., Kidd P. S., Van Hamme J., Weyens N., Monterroso C., Vangronsveld J. // Int. J. Phytoremediation. 2017. Vol. 19. Is. 10. P. 955–963.

Strain-oil-tester, isolated from the intestine tract *Eisenia fetida*

O.F. Vyatchina¹, I.B. Chernyh¹, D.I. Stom², N.A. Volokitina³,
V.A. Fialkow⁴, A.B. Kupchinsky⁴, M. Yu. Tolstoy²

¹*Irkutsk State University, 664003, Russia, Irkutsk, Karl Marx st., 1*

²*Irkutsk National Research Technical University, 664074, Russia, Irkutsk,
Lermontova st., 83*

³*Limnological Institute of SB RAS, 664033, Russia, Irkutsk,
Ulan-Bator st., 3*

⁴*Baikal Museum of the SB RAS, 664520, Russia, Irkutsk Region, Listvyanka,
Akademicheskaya st., 1A*

stomd@mail.ru

One of the effective and environmentally safe methods of cleaning the environment from oil and oil products pollution is bioremediation [1]. To create oil-oxidizing drugs, active strains of hydrocarbon oxidizing microorganisms (HOM) are used. HOM are found in natural and anthropogenically altered ecosystems contaminated with petroleum hydrocarbons [2].

The purpose of this work was to elucidate the possibility of isolating microorganisms capable of oxidizing oil from earthworms.

As a result of microbiological analysis of the intestinal tract of the red Californian *Eisenia fetida* hybrid on a selective medium for oil-oxidizing microorganisms, the bacterial strain Dch1 was isolated. On the basis of morphological-cultural and physiological-biochemical features, the isolate is attributed to *Rhodococcus* sp. The strain grows on media containing hexane, octane, undecane, dodecane, hexadecane, benzene, naphthalene, oil, gasoline, diesel fuel (summer and winter grades), jet fuel and fuel oil as the sole source of carbon and energy. The isolate has lipolytic, amylolytic, urease activity. The electrogenic activity of the isolate is shown.

References

1. Sharma S. // Asian J. of Pharmacy and Life Science. 2012. Vol. 2 (2). P. 202–213.

2. Balseiro-Romero M., Gkorezis P., Kidd P. S., Van Hamme J., Weyens N., Monterroso C., Vangronsveld J. // Int. J. Phytoremediation. 2017. Vol. 19. № 10. P. 955–963.

Применение Ni-Cu-Cr полиоксидных катализаторов для очистки отходящих газов

С.А. Тунгатарова^{1,2}, Т.С. Байжуманова¹, З.Т. Жексенбаева^{1,2},
М.А. Саденова³, Р.О. Сарсенова¹, М. Жумабек¹, К. Касымхан¹

¹Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского,
ул. Кунаева, 142, Алматы, 050010, Казахстан

²Казахский национальный университет им. Аль-Фараби,
пр. аль-Фараби, 71, 050040, Алматы, Казахстан

³Восточно-Казахстанский государственный технический
университет им. Д. Серикбаева, ул. Протазанова А.К., 69,
г. Усть-Каменогорск, 070004, Казахстан

tungatarova58@mail.ru

Проблема химической безопасности и санитарной защиты воздуха особенно актуальна в связи с увеличением вредных выбросов промышленных предприятий, оказывающих сильное токсическое воздействие. Толуол, ксилол и этилбензол являются основной частью растворителей, используемых в различных отраслях промышленности, которые присутствуют в газообразных выбросах. Результаты разработки многокомпонентных оксидных катализаторов на основе Ni, Cu и Cr, нанесенных на 2% Ce/ θ -Al₂O₃, представлены в работе. Найдено, что высокая степень конверсии толуола (до 98,8%) наблюдается на катализаторе Ni-Cu-Cr/2% Ce/ θ -Al₂O₃ с оптимальным соотношением металлов Ni : Cu : Cr = 1.0 : 3.0 : 0.1 при объемной скорости 5×10^3 ч⁻¹ и температуре 723–773 К. Присутствие кристаллов CeO₂, рентгеноаморфных кластеров ($d = 20\text{--}100$ Å) NiO и CuO, а также твердых растворов CuO (NiO) было определено на поверхности образца, прокаленного при 873 К, методами РФА и электронной микроскопии. Взаимодействие кислорода с катализатором Ni-Cu-Cr изучалось с помощью ТПД, ТПВ и ТПО методов. Показано, что кривая тепловой десорбции имеет изгибы при 773 и 923 К, а также максимум при 1023 К, что обусловлено десорбцией адсорбированного кислорода (670-870 К, $E_{\text{дес}} = 88\text{--}89$ кДж/моль) и разложением оксидов Ni и Cu (870-1,070 К, $E_{\text{дес}} = 100\text{--}128$ кДж/моль) до Cu₂O, Ni₂O, а затем смешанных оксидов алюминатов (> 1070 К, $E_{\text{дес}} = 140\text{--}144$ кДж/моль), содержание которых резко снижается при нагревании до 1473 К. С помощью ИК-спектроскопии и термодесорбции показано, что хемосорбция SO₂ (п.п. 1165 см⁻¹, $T_{\text{дес}}^{\text{M}} = 673$ К) и ее окисление до сульфатных структур (п.п. 1235, 1140, 1100, 985 и 615 см⁻¹, $T_{\text{дес}}^{\text{M}} = 973$ К) является результатом реакции SO₂ + O₂ с 9% Ni-Cu-Cr/2% Ce/ θ -

Al₂O₃ при 673 К. Эти структуры разлагаются на SO₂ и O₂ и разрушается при восстановлении водородом при T = 973 К.

Application of Ni-Cu-Cr polyoxide catalysts for the purification of exhaust gases

S.A. Tungatarova^{1,2}, T.S. Baizhumanova¹, Z.T. Zheksenbaeva^{1,2},
M.A. Sadenova³, R.O. Sarsenova¹, M. Zhumabek¹, K. Kassymkan¹

¹JSC "D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry",
142, Kunaev str., Almaty, 050010, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, 71, al-Farabi av., Almaty, 050040,
Kazakhstan

³D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University,
A.K. Protozanov Street, 69, 070004, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

tungatarova58@mail.ru

The problem of chemical safety and sanitary air protection is particularly relevant due to the increase of harmful emissions of industrial enterprises, which have a strong toxic effect. Toluene, xylene and ethylbenzene are major part of the solvents used in various industries, which are present in gaseous emissions. Results of the development of catalysts based on Ni, Cu, and Cr supported on 2 % Ce/ θ -Al₂O₃ are presented. It was found that the highest degree of toluene conversion (up to 98.8 %) is observed on the three-component Ni-Cu-Cr/2 % Ce/ θ -Al₂O₃ catalyst with optimal metal ratio Ni : Cu : Cr = 1.0 : 3.0 : 0.1 at GHSV = 5×10^3 h⁻¹ and a temperature of 723–773 K. The presence of CeO₂ crystals, X-ray amorphous clusters (d = 20–100 Å) of variable valence metal oxides NiO and CuO as well as solid metal solutions CuO (NiO) was detected on the surface of optimum catalyst calcined at 873 K using XRD and transition electron microscopy methods. Interaction of oxygen with Ni-Cu-Cr catalyst were studied by temperature-programmed desorption, temperature-programmed reduction and temperature-programmed oxidation methods. It was shown that thermal desorption curve has bends at 773 K and 923 K as well as maximum at 1,023 K, which is caused by desorption of the adsorbed oxygen (670–870 K, E_{des} = 88–89 kJ mol⁻¹) and decomposition of Ni and Cu oxides (870–1,070 K, E_{des} = 100–128 kJ mol⁻¹) to Cu₂O, Ni₂O, and then mixed oxides of aluminates (> 1,070 K, E_{des} = 140–144 kJ mol⁻¹), the content of which is sharply reduced when heating at 1,473 K. By IR spectroscopy and thermal desorption has been shown that SO₂ chemisorption (a.b. 1165 cm⁻¹, T_{des}^m = 673 K) and its oxidation to sulfate structures (a.b. 1,235, 1,140, 1,100, 985 and 615 cm⁻¹, T_{des}^m = 973 K) is the

result of reacting a mixture of $\text{SO}_2 + \text{O}_2$ with 9 % Ni–Cu–Cr/2 % Ce/ θ – Al_2O_3 catalyst at 673 K. These structures are decomposed to SO_2 and O_2 and destroyed by reduction with hydrogen at $T = 973$ K.

Модульные установки комбинированного производства электроэнергии и синтетических жидких топлив на основе древесной биомассы

Э.А. Тюрина, А.С. Медников, П.Ю. Елсуков

*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Россия,
г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130*

tyurina@isem.irk.ru

Актуальность комплексной переработки древесной биомассы в синтетические жидкие топлива и электроэнергию на основе методов каталитического получения жидких топлив из продуктов газификации древесной биомассы обусловлена, с одной стороны, высокой ценой квалифицированного жидкого топлива в отдаленных районах Сибири и Дальнего Востока, с другой стороны, значительными запасами древесной биомассы в этих районах. Совмещение химических процессов с выработкой электроэнергии повышает эффективность переработки техногенных отходов. Другой важной особенностью комбинированных процессов является их экологическая чистота, что обусловлено высокими требованиями по чистоте синтез-газа со стороны катализаторов синтеза, с одной стороны, и низкими выбросами NO_x , связанными с малыми объемами продувочных газов, сжигаемых в камере сгорания газовой турбины энергоблока, с другой. Кроме того, появляется возможность утилизации CO_2 , что также связано с низкими объемами дымовых газов энергоблока, по сравнению с традиционными энергетическими установками. Энергетическая и экономическая эффективность такой комплексной технологии значительно выше, чем отдельных производств.

Рассматриваются вопросы математического моделирования и технико-экономической оптимизации модульных энерготехнологических установок (МЭТУ) комбинированного производства электроэнергии и синтетических жидких топлив – СЖТ (метанола или диметилового эфира) из древесной биомассы. Проведены оптимизационные исследования МЭТУ, в результате которых определены оптимальные конструктивные характеристики и термодинамические параметры элементов оборудования установок,

соотношения производства СЖТ и электроэнергии, капитальные вложения в элементы и установку в целом и др. Определены условия конкурентоспособности МЭТУ для условий Сибири и Дальнего Востока.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант 18-08-01184 А.

Modular plants of combined production of electricity and synthetic liquid fuels based on wood biomass

E.A. Tyurina, A.S. Mednikov, P.Yu Elsukov

Melentiev Energy Systems Institute Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Irkutsk, Lermontov 130

tyurina@isem.irk.ru

The urgency of complex processing of woody biomass into synthetic liquid fuels (SLF) and electricity based on the methods of catalytic production of liquid fuels from products of gasification of woody biomass is due, on the one hand, to the high price of qualified liquid fuels in remote areas of Siberia and the Far East, on the other hand, to significant stocks of woody biomass in these areas. The combination of chemical processes with the generation of electricity raises the efficiency of processing man-caused waste. Another important feature of the combined processes is their ecological purity, which is due to the high requirements for the purity of synthesis gas from the synthesis catalysts, on the one hand, and low NO_x emissions associated with small volumes of blowing gases burned in the combustion chamber of the gas turbine of the power unit. In addition, there is a possibility of utilization of CO₂, which is also associated with low volumes of flue gases of the power unit, in comparison with traditional power plants. The energy and economic efficiency of such a complex technology is much higher than that of separate industries.

The paper deals with the issues of mathematical modeling of the modular plants of combined production of electricity and SLF (methanol or dimethyl ether) from wood biomass (MCP). With the use of mathematical models, optimization studies have been carried out, as a result of which design characteristics of plant equipment components, the ratio of production of SLF and electricity, capital investments in elements and installation as a whole, etc. have been determined. Conditions for the competitiveness of MCP for the conditions of Siberia and the Far East are found.

The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant 18-08-01184 A.

Энерго-ресурсосберегающая разработка и эксплуатация месторождений сланцевой нефти и газа Западной Сибири

В.В. Гусев, О.Е. Горбунов, В.В. Тян

*Самарский государственный технический университет,
443100, г. Самара, ул. Ново-Садовая, 10*

tt@samgtu.ru

Основные запасы газа сосредоточены в Западной Сибири [1] (на севере Тюменской области), которые выработаны на 40–45%. В связи с этим наблюдается ухудшение сырьевой базы природного газа, которое выражается в повышении обводненности добываемой продукции и снижении дебита скважин. Вероятность нахождения гигантских и уникальных месторождений газа минимальна, поэтому перспективы сохранения уровня добычи газа связаны с разработкой залежей сланцевого газа [1], находящегося в «нефтематеринской» Баженовской свите [2]. Разработка залежей сланцевого газа связана с огромными финансовыми затратами, которые увеличиваются в связи с тем, что эти залежи расположены в зоне вечной мерзлоты.

В работе рассматривается совместно-раздельная разработка и эксплуатация традиционных залежей газа и сланцевого газа (нефти). Для этого предлагается совместное строительство суперкустов, на котором расположены скважины для добычи как природного, так и сланцевого газа. Энерго-ресурсоэффективность предлагаемого способа заключается в резком сокращении промышленных объектов (площадок, автодорог, трубопроводов, ЛЭП и др.), что резко снижает энергоресурсопотребление и минимизирует взаимовлияние окружающей среды и производства [3], что увеличит рентабельность разработки месторождений сланцевого газа (нефти).

Обеспечение электроэнергией всего технологического процесса добычи будет осуществляться собственными мини-ТЭЦ, работающими на добываемом газе.

Список литературы

1. Дмитриевский А. Н., Высоцкий В. И. // Сланцевый газ – новый вектор развития мирового рынка углеводородного сырья. Вестник ОНЗ РАН. 2010. Т. 2. № 8. С. 44-47.

2. Афанасенков А. П., Пырьев В. И., Скоробогатов В. А. // Сланцевая нефть России: от мифов к реальности. Вести газовой науки. 2016. Т. 1. № 1. С. 87-101.

3. Соловьянов А.А., Экологические последствия разработки месторождений сланцевого газа. М.: Зеленая книга, 2014. 64 с.

Сорбенты из угля для извлечения фенола из водных растворов

В.Э. Цветков, И.Ю.Зыков, Ю.Н. Дудникова, А.П. Козлов,
З.Р. Исмагилов

*Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН,
650000, Россия, г. Кемерово, пр. Советский, 18*

TsvetkofVE@gmail.com

К основным токсикантам, загрязняющим окружающую среду, относятся фенол и его производные, которые принадлежат к соединениям первого – третьего классов опасности. Широкое распространение фенолов в окружающей среде обусловлено их физико-химическими свойствами, а именно, хорошей растворимостью, как в водной среде и высокой реакционной способностью.[1]

Одним из наиболее эффективных методов очистки сточных вод промышленных предприятий от органических примесей является адсорбционный метод с использованием углеродных сорбентов.

Получение углеродных сорбентов проводили из природных углей марок «Д», «Г», «Ж», «СС», «Т» методом щелочной активации при массовом соотношении КОН/уголь 0.5г/г и 1г/г. Смешение углещелочной смеси осуществляли двумя способами: 1. Уголь пропитывали водным раствором КОН в течение 24ч. при комнатной температуре с последующей сушкой при $105\pm 5^\circ\text{C}$. 2. Гидроксид калия и уголь смешивали в шаровой мельнице. Термолиз углещелочной смеси проводили в трубчатой печи при температуре 800°C и изотермической выдержке в течение 1 часа. Полученные сорбенты отмывали водой от остатков щелочи.

Измерение активности сорбентов осуществляли по статической сорбции фенола из водного раствора. Исследование сорбции фенола проводили по результатам измерения на спектрофотометре концентраций фенола в растворе до и после сорбции.

Сорбенты, полученные из высокометаморфизованных каменных углей («СС», «Т»), отличаются от низкометаморфизованных углей («Д», «Г»), значительной сорбционной активностью по фенолу (более

чем в 2 раза). При этом массовое соотношение уголь/КОН 1 г/г оказывает значительное влияние и повышает сорбционную активность в 1.5 раза по сравнению с соотношением 0.5 г/г.

Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы Минобр науки России по проекту RFMEFI61317X0079.

Список литературы

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы процессы его трансформации. Л.: Наука. 1980. 280с.

Утилизация горючих отходов в составе гелеобразных топлив в условиях Арктики и Антарктики

Д. О. Глушков, А. Г. Нигай, О. С. Яшутина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

yashutina1993@mail.ru

В последние годы в связи с интенсивным освоением территорий Арктики и Антарктики актуальной задачей является разработка мероприятий по эффективной утилизации твердых и жидких горючих отходов в условиях достаточно низких температур окружающей среды. С одной стороны, это позволит предотвратить сброс отходов в Мировой океан и снизить риски нанесения катастрофического экологического ущерба территориям Крайнего Севера, с другой стороны, перспективные мероприятия позволят готовить топливные композиции из отходов по месту, которые могут быть использованы в качестве энергоресурсов, тем самым снижая затраты на утилизацию отходов при их транспортировке на материковую территорию.

Одним из перспективных решений задачи утилизации отходов является приготовление гелеобразных топлив на основе твердых и жидких горючих компонентов с добавлением небольшого количества (около 5 %) загустителя. Такие топлива характеризуются простотой приготовления, хранения, транспортировки и применения в качестве энергоресурсов. Также гелеобразные топлива по сравнению с широко распространенными твердыми и жидкими топливами имеют более низкий уровень пожароопасности. Состав гелеобразных топлив может варьироваться в широких диапазонах. Приготовление топлив на основе одного типа горючей жидкости или смеси нескольких жидкостей с добавлением мелкодисперсных компонентов позволяет

получать композиции с прогнозируемыми реологическими, энергетическими или экологическими характеристиками.

В рамках данной работы для нескольких типичных составов гелеобразного топлива выполнено экспериментальное исследование процессов зажигания и горения, по результатам которого установлены основные закономерности протекания физико-химических процессов и их характеристики в широком диапазоне варьирования температуры источника нагрева.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-13-00031).

Utilization of combustible wastes in gel fuel compositions in the Arctic and Antarctic conditions

D. O. Glushkov, A. G. Nigay, O. S. Yashutina

Tomsk Polytechnic University, Lenin Avenue, 30, 634050, Tomsk, Russia

yashutina1993@mail.ru

In recent years, in connection with the intensive development of the territories of the Arctic and Antarctic, the actual task is to develop measures for the solid and liquid combustible wastes effective utilization in conditions of sufficiently low ambient temperatures. On the one hand, it will prevent the dumping of waste into the World Ocean and it will reduce the environmental damage risks to the territories of the Far North. On the other hand, promising technology will allow preparing fuel compositions from wastes in a place where the last one were produced. Such fuels can be used as energy resources, thereby reducing costs for the disposal of waste when transporting them to the continental territory.

One of the promising solutions to the waste disposal problem is the gel fuels preparation based on solid and liquid combustible components with the addition of a small amount (about 5%) of the thickener. Such fuels are characterized by ease of preparation, storage, transportation and use as energy resources. Besides, gel fuels have a lower level of fire hazard compared to solid and liquid fuels. The composition of the gel fuels can vary over a wide range. The fuels preparation based on one type of a combustible liquid or a several liquids mixture with the finely dispersed components addition makes it possible to obtain compositions with predicted rheological, energy or environmental characteristics.

Within the framework of this work, the ignition and combustion processes were studied experimentally for several compositions of typical gel fuel. Based on the results of present work, the main regularities of

physical and chemical processes and their characteristics were established over a wide range variation of heating source temperature.

This work was funded by Russian Science Foundation (Project No. 18-13-00031).

Секция 6. Рациональное природопользование

Методический подход к оценке доступности питьевой воды на уровне региона

А.В. Антонова

*Кемеровский государственный университет, 650000,
г. Кемерово, ул. Красная, 6*

rector@kemsu.ru

Статья посвящена исследованию в области формирования более эффективных конвергенций различных механизмов с целью создания «ответственной» модели управления уровнем доступности питьевой воды, для населения.

В статье представлены предложенные автором понятия «доступность питьевой воды» и «обеспечение доступности питьевой воды», которые позволяют комплексно рассматривать проблему, что целесообразно и актуально с точки зрения программно-целевого подхода, за счет включения управленческих и институциональных факторов обеспечения этой доступности и выявления «провалов» в применении различных механизмов повышения уровня доступа к воде, как к уникальному экономическому благу.

Предложена система критериев, которая сочетает показатели географической, качественной, организационно-технологической и экономической доступности, что позволило разработать и апробировать методический подход для оценки уровня доступности питьевой воды на примере Кемеровской области.

В результате оценки были выявлены «провалы» в управлении водохозяйственным комплексом, которые привели к тому, что 88% населения области проживает в условиях «очень низкого» и «низкого» уровня доступности питьевой воды. Результаты подтвердили невозможность применения универсальных путей решения проблемы для разных территорий и необходимость смены парадигмы в применении «универсальных» механизмов на эффективную конвергенцию различных механизмов с целью создания «ответственной» модели управления водохозяйственным комплексом.

Список литературы

1. Кудрявцева О.В. Дисс. ...д-ра эконом. наук. Москва: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2009. 379 с.
2. Фридман А.А. Модели экономического управления водными ресурсам. М.: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2012. 284 с.
3. Mekush G.E., Antonova A.V., Lavrov A.M., Buvaltseva V.I. // Foods and Raw Materials, 2016, vol. 4, no. 2. Pp. 181-189.

Methodical approach to assessment of drinking water availability in the region

A.V. Antonova

Kemerovo State University, Krasnaya Str. 6, Kemerovo, 650043, Russia

rector@kemsu.ru

The main idea of the article is a research in the field of formation of more effective convergences of various mechanisms for creation of "responsible" management model of the level of drinking water availability for the population.

The concepts "drinking water availability" and "ensuring drinking water availability" offered by the author which allow to consider a problem in a complex are presented in article. That is expedient and relevant for using program-target approach, due to inclusion of administrative and institutional factors of ensuring drinking water availability and identification of "failures" in use of various mechanisms of increase in level of access to water as to the unique economic benefit.

The criteria system which combines geographical, qualitative, organizational and technological, economic availability indicators is offered. It has allowed to develop and approve methodical approach for assessment of drinking water availability level on the example of the Kemerovo region.

As a result of assessment, a water management complex "failures" have been revealed. They have led to the fact that 88% of the population of the area live in conditions "very low" and the "low" drinking water availability level. Results have confirmed impossibility of application of universal solutions of a problem for different territories and need to change paradigm for use of "universal" mechanisms with effective various mechanisms convergence for creation of "responsible" water management model.

References

1. Kudryavtseva O.V. Diss. ... PHD. Moscow: Lomonosov Moscow State University, 2009. P. 379.
2. Friedman A.A. Models of economic management water to resources. M.: Prod. House of Higher School of Economics, 2012. P. 284.
3. Mekush G.E., Antonova A.V., Lavrov A.M., Buvaltseva V.I. // Foods and Raw Materials, 2016, vol. 4, no. 2. Pp. 181-189.

Механохимическая переработка растительного сырья с точки зрения зелёной химии

А. Л. Бычков¹, Е. С. Бычкова², О. И. Ломовский¹

¹*Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН,
Россия, 630128, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18*

²*Новосибирский государственный технический университет,
Россия, 630073, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20*

bychkov.a.l@gmail.com

В работе представлен обзор современных достижений в области механохимической переработки растительного сырья. Сделан вывод о соответствии применяемых в технологии механохимических методов концепции «зелёной химии».

Так, основным преимуществом механохимии растительного сырья, является возобновляемость исходных материалов. Кроме того, известны примеры механохимических технологий, осуществляемых в твердой фазе (без растворителей и экстрагентов): получение биологически активных маннанолигосахаридов, препаратов серотонина, тритерпеновых кислот, гиперицина и т.д. [1].

Неполнота передачи энергии к обрабатываемому сырью несколько сдерживает широкое применение механохимических методов в промышленности. И если для дорогостоящих продуктов (компонентов функционального питания, лекарств, премиксов) данный вопрос стоит не так остро, то в процессе получения биотоплива необходимо очень точно учитывать и минимизировать энергетические затраты, их влияние на окружающую среду и стоимость продукта. Например, в получении топливного биоэтанола применение предварительного охрупчивания сырья уменьшает энергетические затраты на проведение активации целлюлозы, а выпуск дорогостоящих сопутствующих продуктов из дрожжей и использование лигнифицированных остатков в виде мелкодисперсного твердого

биотоплива позволяет повысить экономическую и энергетическую эффективность процесса [2, 3].

Работа поддержана грантом РФФИ № 17-73-10223.

Список литературы

1. Lomovsky O.I., Lomovsky I.O. Enhancing extraction processes in the food industry. London: Taylor & Francis Group, 2011. P. 61–398.

2. Lomovsky O., Bychkov A., Lomovsky I. Biomass fractionation technologies for a lignocellulosic feedstock based biorefinery. Elsevier, 2016. P. 23–55.

3. Lomovsky O., Bychkov A., Lomovsky I., Logvinenko V., Burdukov A. // *Therm. Sci.* 2015. V. 19. № 1. P. 219–229.

Mechanochemical processing of plant raw materials from the green chemistry point of view

A. L. Bychkov¹, E. S. Bychkova², O. I. Lomovsky¹

¹ *Institute of solid state chemistry and mechanochemistry SB RAS, Russia, 630128, Novosibirsk, 18 Kutateladze str.*

² *Novosibirsk state technical university, Russia, 630073, Novosibirsk, 20 Karl Marks ave.*

bychkov.a.l@gmail.com

The report presents an overview of modern achievements in the field of mechanochemical processing of plant raw materials. A conclusion about the conformity of technologically applied mechanochemical methods with the concept of "green chemistry" is drawn.

Thus, the main advantage of mechanochemistry of plant biomass is the using of renewable raw materials. In addition, an examples of mechanochemical technologies carried out in the solid phase (without solvents and extractants) are known: the obtaining of biologically active mannanoligosaccharides, products with serotonin, triterpenic acids, hypericin, etc. [1].

The incompleteness of the transfer of energy to treated raw materials somewhat inhibits the widespread using of mechanochemical methods in industry scale. And if this issue is not so acute for expensive products (functional food components, drugs, additives for animal forage), then in the process of biofuel production it is necessary to take into account and minimize energy costs, their impact on the environment and product cost very accurately. For example, in the production of fuel bioethanol the using of preliminary embrittlement of raw materials reduces the energy costs of

mechanically activating cellulose. The production of expensive mannan co-products from yeast and the using of lignified residues as a powder solid biofuels can improve the economic and energy efficiency of the process [2, 3].

The work was supported by Russian Science Foundation (№ 17-73-10223).

References

1. Lomovsky O.I., Lomovsky I.O. Enhancing Extraction Processes in the Food Industry. Contemporary food engineering series. London: Taylor & Francis Group, 2011. P. 61–398.

2. Lomovsky O., Bychkov A., Lomovsky I. Biomass Fractionation Technologies for a Lignocellulosic Feedstock Based Biorefinery. Elsevier, 2016. P. 23–55.

3. Lomovsky O., Bychkov A., Lomovsky I., Logvinenko V., Burdukov A. // Therm. Sci. 2015. V. 19. № 1. P. 219–229.

Применение удобрений на основе отходов при рекультивации полигонов твердых бытовых отходов

Н.Л. Яблочкина, С.П. Глазачева

*Национальный исследовательский Томский государственный
университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36*

nlytomsk@mail.ru

Закрытые полигоны отходов относят к объектам накопленного вреда. Большинство полигонов твердых коммунальных отходов было построено в середине 20 века и при их строительстве не учитывались современные требования к охране окружающей среды, не осуществлялось прогнозирование или подготовка территории для дальнейшей рекультивации, поэтому изучение процесса восстановления нарушенных земель полигонов очень важно.

Объект исследования – нарушенные земли объектов размещения отходов. Предмет исследования – применение наилучших доступных технологий при рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов. Целью работы являлось изучение технологии рекультивации полигона ТКО г. Томска с целью внедрения наилучших доступных технологий.

В процессе работы были выявлены особенности территории расположения полигона твердых коммунальных отходов и выполнено исследование воздействий на компоненты окружающей среды.

Предложены наилучшие доступные технологии рекультивации полигона твердых коммунальных отходов и проведена их оценка с природоохранной и экономической позиции.

Применение удобрений и компонентов плодородного слоя почвы на основе отходов позволяет существенно снизить финансовые затраты на техническом этапе рекультивации, при этом, не нарушая требований к охране окружающей среды и нормативов качества окружающей среды. На настоящий момент в Томской области определены два поставщика компонентов плодородного слоя на основе отходов с комплектом необходимой документации для рекультивации нарушенных земель: ОАО «Томское пиво» – солодовая (пивная) дробина «Р»; ООО «Городские очистные сооружения» – осадки сточных вод. При создании рекультивационного слоя почвы с применением удобрений на основе отходов, затраты на приобретение и транспортировку материалов снизятся на 4400,297 тыс. рублей из расчета применения удобрений в количестве 5 % от требуемого объема плодородного грунта.

The use of fertilizers on the basis of waste in the reclamation of landfills of solid domestic waste

N.L. Yablochkina, S.P. Glazacheva

*National Research Tomsk State University, 634050 Lenin Ave., 36,
Tomsk, Russia*

nlytomsk@mail.ru

Closed waste polygons are referred to objects of accumulated harm. Most polygons of solid municipal waste were built in the middle of the 20th century and during their construction modern requirements for environmental protection were not taken into account, nor was the forecasting or preparation of the territory for further reclamation, so studying the process of restoring disturbed polygon lands is very important.

The object of the study is the disturbed land of waste disposal facilities. The subject of the study is the application of the best available technologies for reclamation of solid municipal waste landfills. The aim of the work was to study the technology of recultivation of the ТКО polygon in Tomsk in order to introduce the best available technologies.

In the process of work, the features of the landfill site for solid municipal waste were identified and the impact on the environmental components was studied. The best available technologies for reclamation of

the solid municipal waste landfill are offered and their assessment is carried out from the environmental and economic standpoint.

The use of fertilizers and components of the fertile soil layer on the basis of waste can significantly reduce financial costs at the technical stage of reclamation, while not violating the requirements for environmental protection and environmental quality standards. To date, two suppliers of components for the fertile layer based on waste have been identified in Tomsk Oblast, with a set of necessary documentation for reclamation of disturbed lands: «Tomsk Beer» - malt (beer) "P"; "Urban Wastewater Treatment Plant" - sewage sludge. When creating a reclamation layer of soil with the application of fertilizers based on waste, the cost of acquiring and transporting materials will decrease by 4400,297 thousand rubles from the calculation of the application of fertilizers in the amount of 5% of the required volume of fertile soil.

Обеспечение экологической безопасности процессов освоения минерального сырья в ДФО

Л.Т. Крупская^{1,2}, А.М. Орлов², Д.А. Голубев^{1,2}, В.Т. Тагирова¹,
Л.П. Гуль², Е.А. Пушкина¹

¹*Тихоокеанский государственный университет, 680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136*

²*Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 680020, г. Хабаровск, ул. Волочаевская, 71*

В статье представлены результаты исследования о состоянии некоторых объектов окружающей среды и тех изменениях, которые происходят в них при освоении минерального сырья в Хабаровском крае Дальневосточного федерального округа. Проведенные исследования позволили разработать комплекс мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов горнопромышленных регионов. Обоснована необходимость создания эффективной системы горно-экологического мониторинга.

На основании полученной экологической информации впервые составлена «Карта экологического состояния территории горнопромышленного освоения золоторудного сырья «Албазинское» (масштаба 1:200000) с выделением на них ареалов с различной степенью экологической напряженности. Сделан прогноз изменения площадей, покрытых лесом, на техногенных объектах (территории горного отвода) с использованием показателя лесистости района им. П. Осипенко Хабаровского края и площади покрытой лесом. Представлена общая оценка состояния животного мира в границах

влияния осваиваемого месторождения «Албазинское» и разработаны способы по минимизации его влияния на окружающую среду, новизна которых подтверждена Патентами РФ [1,2].

Список литературы

1. Патент № 2486733. Оpubл. 10.07.2013. Бюл. 13. Заявка 2011145846/13, от 10.11.2011. Авторы: Л.Т. Крупская, Л.П. Майорова, А.М. Орлов, В.П. Зверева, Д.В. Изотов, В.А. Морин, А.В. Леоненко, Д.А. Голубев. Способ рекультивации земель, нарушенных токсичными отходами, складированными в хвостохранилище, в условиях муссонного климата. – 2013.

2. Патент РФ № 2628581. Оpubл. 21.08. 2017. Бюл. 24. Заявка № 20161500344 от 20.12. 2016. Авторы: Андроханов В.А., Крупская Л.Т., Беланов И.П. Способ закрепления поверхности хвостохранилищ с использованием инертных материалов. – 2017.

Ensuring ecological safety of mineral resources development in the FEFD

L.T. Krhupskaya^{1,2}, A.M. Orlov², V.T. Tagirova¹, D.A. Golubev^{1,2},
L.P. Gul², E.A. Pushkina¹

¹*Pacific National University, 136, Tikhookeanskaya str, Khabarovsk, 680035, Russia*

²*Far East Scientific-Research Institute of Forestry, 71, Volochaevskaya str, Khabarovsk, 680020, Russia*

The article presents the results of the research of some environment objects and the changes that occur in them in the course of mineral development in the Khabarovsky Krai of the Far East Federal District (FEFD) of Russia.

The researches made have allowed to develop a complex of measures for environment protection and natural resources rational use in mining regions.

The necessity of an effective system of mining-ecological monitoring arrangement is substantiated.

For the first time, on the basis of the obtained ecological information the Map of Ecological State of the Albazino Territory of Gold Mining Development (scale – 1:200 000) was compiled, the areas with a different degree of ecological tension were allocated.

The forecast of change of the forested areas on technogenic objects (territory of mineral blocks allocation) using the forest cover index of P.

Osipenko District, the Khabarovsk Krai and the area covered by forest. The general estimation of the animal world state is presented within the limits of the impact of Albazinskoe deposit, which is under development, and ways have been developed to minimize its impact on the environment, the novelty of which is confirmed by the Patents of the Russian Federation [1,2].

Список литературы

1. Patent of the Russian Federation No. 2486733. Publ. 07/10/2013. Bul. 13. Application 2011145846/13, of 10.11.2011. Authors: L.T. Krupskaya, L.P. Mayorova, A.M. Orlov, V.P. Zvereva, D.V. Izotov, V.A. Morin, A.V. Leonenko, D.A. Golubev. Method of reclamation of lands damaged by toxic waste stored in the tailing pond under conditions of monsoon climate. - 2013.

2. Patent of the Russian Federation No. 2628581. Publ. 08/21/2017. Bul. 24. Application No. 20161500344 of 20.12.2016. Authors: Androkhanov V.A., Krupskaya L.T., Belanov I.P. Method for fixing the surface of the tailing dump. - 2017.

Превращение низших алканов в высокооктановые компоненты, на цеолитном катализаторе Н-ЦКЕ-ХМ/ Ga_2O_3

С.Н. Джалилова, В.И. Ерофеев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, пр. Ленина, 30

dzhailovasn@mail.ru

Целью настоящей работы являлось исследование процесса превращения пропан-бутановой фракции на цеолитсодержащих катализаторах в высокооктановые бензины, модифицированных оксидом галлия.

Микропористые цеолиты синтезировали из щелочных алюмокремнегелей при 170-175°C в течение 4 суток с применением спиртовой фракции по методике, описанной в методике. В активную форму Н-ЦКЕ-ХМ переводили путем обработки цеолита 1М водным раствором NH_4NO_3 с последующим высушиванием и прокалкой при 600°C[1].

Конверсию пропан-бутановой фракции состава: метан – 0,3; этан – 3,0; пропан – 80,9; бутаны – 15,8 мас. % на модифицированном цеолитсодержащем катализаторе проводили по методике[2].

В работе проводились исследования каталитической активности промышленного цеолитсодержащего катализатора Н-ЦКЕ-ХМ, модифицированного оксидом галлия. На рисунке 1 представлена зависимость выхода жидкой фазы от температуры процесса конверсии.

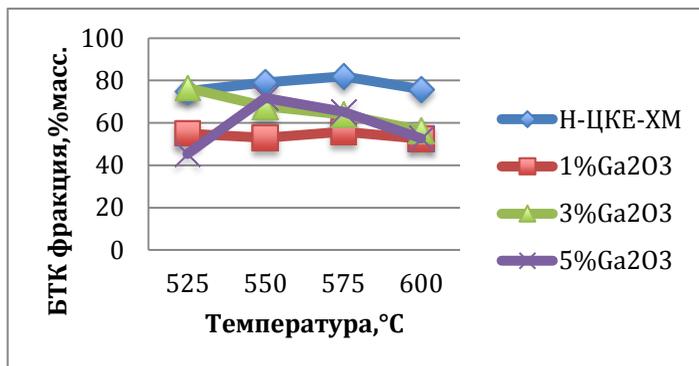


Рисунок 1. Влияние температуры процесса на выход жидкой фазы на катализаторе Н-ЦКЕ-ХМ, модифицированном оксидом галлия. Примечание: БТК фракция – бензол, толуол, ксилол фракция

Таким образом, наибольший выход продуктов катализата наблюдается на катализаторе Н-ЦКЕ-ХМ(5%Ga₂O₃) и составляет 78,1% при 600°С и 45,3% при 525°С, что обусловлено условиями протекания процесса и эксплуатацией катализатора а также подтверждает большую каталитическую активность образца.

Учет влияния химического загрязнения атмосферы на заболеваемость населения г. Томска

Н.В. Жарчинский

Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36

При проведении политики реформ в России безопасность здоровья населения рассматривается как часть национальной государственной политики, реализуемой на территории субъектов Федерации, в нашем случае – на территории Томской области [1].

Основной целью исследования является разработка непротиворечивого и эффективного метода определения зонального распределения санитарно-эпидемиологического риска для здоровья

населения при химическом воздействии загрязняющих веществ как показателя качества жизни населения г. Томска.

Нормативным документом Р 2.1.10.1920-04, принятым в РФ, применяется оценка риска для здоровья населения при воздействии химических веществ [2].

Ведущим фактором, оказывающим влияние на здоровье населения, является качество атмосферного воздуха, так как иные факторы человек способен регулировать (качество принимаемой питьевой воды, продуктов питания, образ жизни и т.д).

Для качественной оценки ингаляционного воздействия вредных для здоровья веществ использовалась пространственная модель зонального распределения опасных для здоровья населения поллютантов на территории г. Томска. Данная модель основана на определении корреляционной зависимости количественных показателей риска здоровью человека, с учетом их зонального распределения относительно статистических данных о заболеваемости населения в различных районах города, основанных на анализе базы данных фонда Обязательного медицинского страхования (ОМС). В ходе проведенных исследований получена устойчивая зависимость между концентрацией отдельных поллютантов и распространенностью астмоподобных симптомов (АПС) и бронхиальной астмы (БА) у детей школьного возраста [3].

Установление причин возникновения и пространственного распространения массовых неинфекционных заболеваний, а также обоснования причинно-следственных связей между загрязнением окружающей среды и нарушением здоровья населения г. Томска. позволит обоснованно принимать управленческие градостроительные решения.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 N 1662-р (ред. от 10.02.2017) «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (вместе с "Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года")

2. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ загрязняющих окружающую среду (Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals). Утверждено и введено в действие Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 5 марта 2004 г.

3. Рыжакова Т.С. // Сборник материалов конкурса научных работ. 2014. Всероссийская итоговая научная студенческая конференция им. Н.И. Пирогова. № 73. С. 335-336.

Accounting the influence of atmospheric chemical pollution on the morbidity of the population of Tomsk

N.V. Zharchinsky

Tomsk State University, 36 Prospekt Lenina, Tomsk, Russia, 634050

During reforms taken place in the Russian Federation, health security of the population is considered as a part of the national state policy which is implemented on the territory of the constituent entities of the Russian Federation, i.e. on the territory of Tomsk oblast [1].

The main aim of the research is to develop a consistent and efficient method to determine the zonal distribution of the sanitary and epidemiological risk for the health of the population during the chemical influence of pollutants as an indicator of the life quality of the population of Tomsk.

Normative document P 2.1.10.1920-04, adopted in the Russian Federation, uses a risk assessment for public health during exposure to chemicals [2].

The main factor affecting the health of the population is the quality of atmospheric air. Other factors such as drinking water quality, food, lifestyle, etc. can be regulated by people themselves.

A spatial model of the zonal distribution of pollutants hazardous to human health on the territory of Tomsk was used for a qualitative assessment of impact of inhaling substances harmful to health. This model is based on the determination of the correlation ratio of the quantitative indicators of the risk to human health, taking into consideration their zonal distribution, and statistical data of morbidity of the population in different districts of the city based on the analysis of the database of the Mandatory Medical Insurance Fund. In the course of the research, a stable relationship was found between the concentration of several pollutants and the prevalence of asthma-like symptoms (APS) and bronchial asthma (BA) in school-age children [3].

Establishment of the causes of the appearing and spatial distribution of mass non-infectious diseases, as well as the justification of the cause-effect relations between environmental pollution and health problems in Tomsk will make it possible to take town-planning decisions.

Bibliography

1. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1662-r of 17th November 2008 (amended on 10th February 2017) "On the Concept of Long-Term Social and Economic Development of the Russian Federation up to 2020" (together with the "Concept of Long-Term Social and Economic Development of the Russian Federation during the period until 2020").

2. Р 2.1.10.1920-04. Guidance on the assessment of human health risks during exposure to chemicals polluting the environment (Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals). Approved and put into effect by the First Deputy Minister of Health of the Russian Federation, Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation G.G. Onishchenko on 5th March 2004.

3. Ryzhakova T.S. // Collected materials of the scientific works contest. 2014. All-Russian N.I. Pirogov final scientific student conference. No. 73. P. 335-336.

Перспективы искусственного лесоразведения лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb) в Северном Казахстане

С.А. Кабанова¹, Ж.Н. Зенкова², М.А. Данченко²

¹*Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, 021700, Казахстан, г. Щучинск, ул. Кирова, 58*

²*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36*

¹kabanova.05@mail.ru, ²zhanna.zenkova@mail.tsu.ru

Разработка системы искусственного лесоразведения в степных и лесостепных районах основывается на применении различных способов создания лесных культур для выбора наилучшего результата лесоразведения, что приводит к минимизации лесоводственных рисков и финансирования лесохозяйственных мероприятий. Цель данной работы – выявление оптимального посадочного материала для интенсификации лесовосстановительных работ в Северном Казахстане.

Объектами изучения являлись географические культуры лиственницы сибирской [1]. Испытывалось 10 климатипов: из местной репродукции, Хакассии, Бурятии, Удмуртии, Ивановской и Свердловской областей. Изучалась сохранность лесных культур разных климатипов, приживаемость, диаметр, высота и др., с помощью

рангового критерия Манна-Уитни проверялась статистическая гипотеза об отсутствии качественных различий (однородности) с местной репродукцией [2]. Показано, что максимальный уровень различий, а значит, и наибольшее качество, наблюдается для лиственниц из Ивановской обл. (p -value=0.0036), Свердловской обл. (p -value=0.0054), Бурятии (p -value=0.0071) и Удмуртии (p -value=0.0273). Остальные данные оказались однородными при уровне значимости $\alpha=0.1$.

Статистически доказано, что лиственницы из указанных регионов обладают более высокими показателями качества по сравнению с местными деревьями. Данные климатотипы могут быть рекомендованы для выращивания в условиях Северного Казахского и получения продуктивных лесных культур и защитных насаждений.

Список литературы

1. Кабанова С.А., Данченко А.М., Данченко М.А. Изучение географических культур лиственницы сибирской и Сукачева в Северном Казахстане // Проблемы региональной экологии. 2016. № 3. С. 72-75

2. Gujarati D.N. Basic Econometrics, McGraw Hill, 2003, 1002 p.

Экономика замкнутого цикла в классификации проблем развития лесопромышленном кластере Томской области

Б. Калюжный, Е.А. Монастырский

Томский политехнический университет, г. Томск, пр. Ленина, 30

boris.kalioujny@gmail.com

Объектом анализа является лесопромышленный комплекс Томской области (ЛПК ТО). В связи с тем, что последнее десятилетие ЛПК Томской области динамично развивается, в 2017 г. была создана стратегия кластеризации, позволяющая перейти к новой стадии прогресса для глубокой переработке заготавливаемой древесины [1].

Актуальность. Благодаря развитию ЛПК ТО объемы лесозаготовок и переработки древесины значительно увеличиваются. Одна из самых острых проблем ЛПК ТО является тем, что увеличивается пропорционально объемы отходов. В лесных странах с развитой экономикой, производственные системы ЛПК работают в логике безотходного производства [2]. Эта ситуация тормозит

социально-экономическое развитие региона и является еще большим экологическим риском.

Цель. Анализ элементов формирования экономики замкнутого цикла в классификации проблем развития ЛПК ТО.

Выводы. Проведение обзора литературы и статистик с учетом экспертной оценки позволяло сформулировать первый вариант классификации проблем развития ЛПК ТО. Затем, использование подходов экономики замкнутого цикла, в которой центральным объектом является отход, дало возможность получить новый взгляд на иерархию проблем развития ЛПК ТО.

Исследование выполняется при поддержке РФФИ (грант № 18-410-700006, проект «Исследование процессов естественного формирования региональных кластеров»).

Список литературы

1. Департамент лесного хозяйства Томской области. Программа развития Лесопромышленного кластера Томской области. ТОМ 1, Томск, 2017 г.

2. Мохирев А.П. и al. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования. Инженерный вестник Дона. 2015. Т. 36. № 2-2. С. 81.

Комплексная оценка качества воды р. Ушайка

Н.Л. Яблочкина, А.В. Коновалова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36

nlytomsk@mail.ru

Основная проблема использования рек Томской области связана не с дефицитом речных вод, а с несоответствием их качества установленным нормативам (Гейвус, 2016). Томск является старинным индустриальным городом, и в нем отсутствуют четко обособленные промышленная, жилая и зеленые зоны, поэтому для его территории загрязнение природных вод носит комплексный характер (Гейвус, Пасечник, 2015). Р. Ушайка в современном состоянии самый загрязненный водоток в черте города Томска (Проект..., 2007).

В работе представлены результаты работы по комплексной оценке состояния р. Ушайка и ее водоохранной зоны. Обследование водоохранной зоны р. Ушайка проведено в летний период 2017 года, в результате которого были выявлены выпуски сточных вод и

несанкционированные свалки отходов. Выполнен анализ результатов мониторинга гидрохимических показателей воды р. Ушайка за период 2009 – 2017 гг. Выявлены основные тенденции сезонной динамики концентраций загрязняющих веществ, пространственные и временные изменения класса качества воды. Результаты мониторинга обработаны в системе ArcGIS 10.3 с подготовкой картографического материала. Собраны и проанализированы данные Верхнеобского Бассейно-Водного управления по водоотведению сточных вод в р. Ушайка за 2010, 2016 и 2017 гг. Сезонная динамика концентраций большинства загрязняющих веществ в воде р. Ушайка совпадает с изменением гидрологического режима реки в разные периоды года, что может свидетельствовать о том, что способность реки к самоочищению не нарушена. Для аммоний-иона, нитритов и фосфатов наблюдаются значительные колебания их содержания в воде, которые обусловлены прежде всего сбросами хозяйственно-бытовых и поверхностных сточных вод. Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды и класс качества воды р. Ушайка растет от истока к устью, между тем за последний пятилетний период эти показатели имеют стойкую тенденцию к уменьшению.

Список литературы

1. Гейвус А.С., Пасечник Е.Ю. Исследование поступления загрязняющих веществ с водосборной территории реки Ушайка по результатам опробирования снежного покрова (в пределах г.Томска), 2015 г.
2. Проект по расчистке русла и увеличение пропускной способности р. Ушайка в черте г. Томска Томской области. Барнаул, 2007 г.
3. В. Коновалова, Н.Л. Яблочкина. Оценка загрязнения р. Ушайка в черте г. Томска // Экология и управление природопользованием: сборник научных трудов Второй всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Томск, 23–24 ноября 2017 г.; под ред. А.М. Адама. Вып. 2. – Томск: Литературное бюро, 2018. С. 44–47.

Integrated assessment of water quality in the river Ushayka

N.L. Yablochkina, A.V. Konovalova

National Research Tomsk State University, 634050 Lenin Ave., 36, Tomsk, Russia

nlytomsk@mail.ru

The main problem of using the rivers of the Tomsk region is not related to the scarcity of river waters, but to the inconsistency of their quality with the established standards (Heyvus, 2016). Tomsk is an old industrial city, and there are no clearly isolated industrial, residential and green zones, so for its territory, the pollution of natural waters is complex (Hevus, Pasechnik, 2015). R. Ushayka in the current state is the most polluted watercourse in the city of Tomsk (Project ..., 2007).

The paper presents the results of the work on a complex assessment of the state of the river. Ushayka and its water protection zone. Inspection of the water protection zone of the river. Ushayka was carried out in the summer period of 2017, as a result of which wastes of sewage and unauthorized waste dumps were identified. The analysis of the results of monitoring the hydrochemical indicators of the river p. Ushayka for the period of 2009 - 2017 years. The main tendencies of seasonal dynamics of pollutant concentrations, spatial and temporal changes in the water quality class are revealed. The results of the monitoring are processed in the ArcGIS 10.3 system with the preparation of cartographic material. The data of the Verkhneobskiy Basin-Water Department for wastewater discharge in the river are collected and analyzed. Ushayka for 2010, 2016 and 2017 years. Seasonal dynamics of concentrations of most pollutants in the water of the river. Ushayka coincides with the change in the hydrological regime of the river in different periods of the year, which may indicate that the river's capacity for self-purification is not violated. For the ammonium ion, nitrites and phosphates, there are considerable fluctuations in their content in water, which are primarily due to discharges of domestic and surface wastewater. Specific combinatorial index of water pollution and water quality class r. Ushayka grows from the source to the mouth, meanwhile over the last five-year period these indicators have a persistent tendency to decrease.

References

1. Geewus AS, Pasechnik E.Yu. Investigation of the receipt of pollutants from the catchment area of the Ushayka River according to the results of snow cover testing (within Tomsk), 2015.

2. The project on clearing the channel and increasing the capacity of the river. Ushayka in the city of Tomsk, Tomsk region. Barnaul, 2007

3. V. Konovalova, N.L. Yablochkina. Assessment of pollution R. Ushayka in the city of Tomsk // Ecology and environmental management: a collection of scientific papers of the Second All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, Tomsk, November 23-24, 2017; Ed. A.M. Adam. Issue. 2. - Tomsk: Literary Bureau, 2018. S. 44-47.

Учет природного фонового качества воды водных объектов при нормировании сточных вод

А.М. Адам¹, Г.И. Мершина²

¹*Томский государственный университет, 634050, Россия,
г. Томск, пр. Ленина, 36*

²*Верхне-Обское БВУ, 630087, г. Новосибирск,
ул. Немировича-Данченко, 167*

В настоящее время сложилась ситуация, препятствующая объективной оценке степени воздействия сточных вод организаций на водные объекты.

Нормативными документами по нормированию допустимых сбросов веществ в водные объекты предусмотрен учет природного фонового качества воды водных объектов [1].

Водные объекты Томской области характеризуются повышенной природной концентрацией железа, что обусловлено наличием на территории области выхода Западно-Сибирского железорудного бассейна [2,3].

Концентрации природного железа в реках области превышают установленные предельно допустимые концентрации вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения от 10 до 100 раз [4].

С 1 января 2019 года для всех абонентов централизованной системы водоотведения вводится дополнительный обязательный платеж за негативное воздействие на водные объекты, в основе которого заложены установленные нормативы допустимого сброса веществ в водные объекты. [5].

С целью устранения несовершенства регламентации процедуры по установлению показателей природного фонового качества воды водных объектов необходимо Росгидромету разработать методические

указания по проведению расчетов природных фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков.

Список литературы

1. СПС КонсультантПлюс. Приказ МПР РФ от 17.12.2007 № 333 «Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей».
2. Западно-Сибирский железорудный бассейн. Новосибирск: СО РАН СССР, 1964. 448 с.
3. Евсеева Н.С. География Томской области. Томск: Томский госуниверситет, 2001. 222 с.
4. Информационные ресурсы Верхне-Обского БВУ.
5. СПС КонсультантПлюс. Федеральный закон от 29.07.2017 № 225 «О внесении изменений в Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»

Accounting the natural background water quality of water bodies while rationing wastewater

A.M. Adam¹, G.I. Merzhina²

¹ Tomsk State University, 36 Prospekt Lenina, Tomsk, Russia, 634950

² Upper-Ob River Basin Water Management, 167 Nemirovich-Danchenko St., Novosibirsk, 630087

Current situation hinders an objective assessment of impact of waste waters of organizations discharged into water bodies.

Normative documents on the standardization of allowed amount of waste discharges into water bodies takes into account natural background water quality of water bodies [1].

Water objects of Tomsk oblast are characterized by an increased natural iron concentration, which is caused by the presence of the West Siberian iron ore basin on the territory of the region [2,3].

Concentration of natural iron in the rivers of the region exceeds the established maximum of allowed concentration of dangerous substances in the water bodies with fishing resources from 10 to 100 times [4].

Since 1st January 2019 an additional obligatory payment to compensate negative impact on water bodies is introduced for all users of the centralized water disposal system. This payment is calculated based on the established standards for the allowed amount of waste discharge into water bodies. [5].

The Federal Hydrometeorology and Environmental Monitoring Service must develop methodological guidelines to calculate the natural background concentrations of chemicals in the water of water currents in order to eliminate imperfections in the regulation of the procedure to establish indicators of the natural background water quality of water bodies.

Bibliography

1. ATP ConsultantPlus. Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation No. 333 of 17th December 2007 "On approval of the methodology to develop standards for allowed discharges of substance and microorganisms into water bodies for water users".

2. West-Siberian iron ore basin. Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences of the USSR, 1964. 448 p.

3. Evseeva N.S. Geography of Tomsk oblast. Tomsk: Tomsk State University, 2001. 222 p.

4. Information resources of the Upper-Ob River Basin Water Management .

5. ATP ConsultantPlus. Federal Law of 29th July 2017 No. 225 "On Amending the Federal Law On Water Supply and Sanitation and separate legislative acts of the Russian Federation"

Использование культивационных сооружений с частичным пленочным укрытием при размножении облепихи и жимолости

Т.М. Нелюбова, А.А. Канарский

Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, 656910, г. Барнаул, Научный городок, 35

sairkanary@mail.ru

Потребность в посадочном материале ягодных культур, таких как облепиха и жимолость ежегодно увеличивается. Традиционная технология размножения способом зеленого черенкования не соответствует современным требованиям производства посадочного материала [1,2,5,6,8,9,14,15,16,17,18,21,24].

Подготовка культивационных сооружений является наиболее трудоемким и материалозатратным элементом традиционной технологии [7,20,22].

Использование культивационных сооружений с частичным пленочным укрытием является значительным прогрессом в питомниководстве [10,11,23,25].

Переход на использование культивационных сооружений с частичным пленочным укрытием требует корректировки некоторых технологических элементов. Важно уделять достаточно внимание на подготовку зеленых черенков к посадке для получения высококачественного посадочного материала [12].

При подготовке маточных растений обрезка должна осуществляться особым образом, что обеспечит сильный рост однолетних побегов, а значит и достаточную длину зеленых черенков. Своевременная нарезка зеленых черенков и сроки посадки будут способствовать хорошей окореняемости и выходу первосортного посадочного материала [3,4,13].

Сортовые различия растений по отношению к окореняемости имеют существенное значение. Установлено, что не все сорта облепихи и жимолости являются пригодными для размножения по усовершенствованной технологии [19].

Экономическая эффективность данной технологии обоснована для двух видов хозяйств: (1) которые имеют каркасы крупногабаритных теплиц, (2) которые только проектируют культивационные сооружения.

Уровень рентабельности увеличивается на 166% в хозяйствах второго вида и на 58% в хозяйствах первого вида.

Библиографический список

1. Авдеев В.И. Особенности размножения облепихи крушиновой зелеными черенками в условиях искусственного тумана: краткие тезисы докл. II Всесоюз. конф. молодых ученых по садоводству. – Мичуринск, 1976а. – С. 72-74.

2. Акимова С.В. Разработка новых элементов технологии зеленого черенкования ягодных кустарников: автореф. дис...канд. с.-х. наук. – М., 2005. – 23 с.

3. Аладина О.Н. Обоснование способов подготовки маточных растений ягодных кустарников к вегетативному размножению: Автореф. дисс... доктора с.-х. наук. – М., 2004. – 45 с.

4. Арбаков К.А. Продуктивность маточных насаждений облепихи // Биология, химия, интродукция и селекция облепихи: Сб. науч. трудов. - Горький, 1986. – С. 141-143.

5. Барсуков Н.И., Рыжков А.П. Ягодный питомник в Сибири. – Омск, 1987. – 56 с.

6. Васюта В.М. Интенсификация выращивания посадочного материала плодовых культур в теплицах. – Киев: Наукова Думка, 1986. – 108 с.

7. Воронкова Н.Ю. Совершенствование технологии производства посадочного материала облепихи // Вестник Алтайского государственного университета. – Барнаул, 2002. – №1. – С. 162-163.

8. Ермаков Б.С. Размножение древесных и кустарниковых растений зелеными черенками. – Кишинев: Штиинца, 1981. – 222 с.

9. Жолобова З.П. Технология размножения жимолости / З.П. Жолобова, П.С. Курочка, Г.П. Шелегина // Рекомендации ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск, 1988. – 42 с.

10. Зубарев Ю.А., Шматова Т.М. Особенности роста зеленых черенков облепихи при различных условиях культивирования // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №7 (июль). – С. 42-44.

11. Зубарев Ю.А., Шматова Т.М. Особенности образования и роста корней у зеленых черенков облепихи в зависимости от температурных условий // Состояние и перспективы развития сибирского садоводства: Материалы междунар. научно-практич. конфер., посв. 80-летию ГНУ НИИСС Россельхозакадемии (20-22 августа 2013 г., Барнаул). – Барнаул, 2013. – С. 148-151.

12. Кашин В.И., Поликарпова Ф.Я. Научные основы и технология размножения садовых растений зелеными черенками // Промышленное производство оздоровленного посадочного материала плодовых, ягодных и цветочно-декоративных культур: Материалы международной научно-практической конференции 20-22 ноября 2001 г. – М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2001. – С. 97-102.

13. Кузнецов П.А. О сроках черенкования и стимулировании окоренения зеленых черенков облепихи // Биология, химия, интродукция и селекция облепихи: Сб. науч. тр. – Горький, ГСХИ, 1986. – С. 147-151.

14. Пантелеева Е.И. Облепиха крушиновая (*Hippophae rhamnoides* L.). РАСХН Сиб. отд-ние. НИИСС. – Барнаул, 2006. – 197 с.

15. Плетнева Т.М. Технология размножения облепихи с использованием черенковых маточников и крупногабаритных пленочных теплиц в условиях Алтайского края: дис. ...канд. с-х. наук. – Барнаул, 1982. – 143 с.

16. Татаринов А.Н., Зуев В.Ф. Питомник плодовых и ягодных культур. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 258 с.

17. Трунов Ю.В. Размножение плодовых и ягодных растений: Учебное пособие для студентов. – Мичуринск, 1997. – 181 с.

18. Поликарпова Ф.Я. Размножение плодовых и ягодных культур зелеными черенками. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 94 с.

19. Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия / РАСХН. Сиб. отд-ние. ГНУ НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск: ООО «Юпитер», 2005. – 268 с.

20. Стрельцов Ф.Ф. Индустриальная технология производства посадочного материала // Материалы III международного симпозиума по облепихе. – Новосибирск, 1998. – С. 75-77.

21. Тарасенко М.Т. Биологические основы современной технологии размножения зелеными черенками и перспективы ее освоения в садоводстве // Новое в размножении садовых растений: Тр. Межвузовской науч.-метод. конф. – М., 1969. – С. 5-16.

22. Тихомиров В.А. Применение различных светорассеивающих полиэтиленовых плёнок для зелёного черенкования садовых культур: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук. – М., 2002. – 19 с.

23. Шматова Т.М., Зубарев Ю.А. Особенности роста и корнеобразования у зеленых черенков облепихи в зависимости от температурных условий // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – №4 (апрель). – С. 54-56.

24. Jörg-Thomas Mörsel. Sanddorn. Moderne Anbautechnologien. – Books on demand, Norderstedt, Deutschland, 2009. – 183 p.

25. Yury A. Zubarev, Tatiana M. Shmatova. Improvement of Seabuckthorn Propagation Technology at Altai. In: Seabuckthorn: Research for a Promising Crop. BoD – Book on Demand, Norderstedt, Berlin, 2014. – P. 9-22.

Влияние флотоотходов на твердофазовые процессы при получении вяжущих материалов

А.Г. Нимчик, З.Р. Кдырова, Х.Л. Усманов

Институт общей и неорганической химии АН РУз

Известно, что на процессы образования минералов цементного клинкера, значительное влияние оказывают твердофазовые превращения и взаимодействия протекающие при обжиге портландцементной сырьевой шихты.

В этой связи важное значение приобретает изучение механизма кинетики твердофазовых процессов, происходящих в смесях карбоната кальция с различными отходами горнометаллургических производств. В работе изучалось взаимодействие CaCO_3 с флотоотходами свинцовой (СОФ), медной (МОФ) и флюоритообогатительных (ФОФ) фабрик.

Исходные смеси с соотношением CaCO_3 -флотоотход изменялись от 20 до 80% соответственно.

Твердофазовые превращения в изучаемых образцах контролировали рентгенофазовым, петрографическим и дифференциально-термическим методами анализа.

Основные процессы твердофазовых реакций, происходящих в образцах при нагревании, определяли по результатам рентгенограмм. Результаты рентгенофазового анализа показали, что интенсивность характеристических линий карбоната кальция быстро снижается с повышением температуры обжига и при 950-1000°C приближается к нулю, а интенсивность линий свободного оксида кальция при 800-844°C достигает максимума и далее с увеличением температуры снижается, что свидетельствует о взаимодействии CaO с кремнеземом с образованием силикатов кальция. При 700°C содержание SiO₂ в смесях со всеми видами флотоотходов максимально, но уже при 900°C оно снижается, что связано с образованием новых минералов, сначала происходят реакции насыщения низкоосновного 2(CaO·SiO₂)·CaCO₃ до высокоосновных 2CaO·SiO₂ и 3CaO·SiO₂, что подтверждается данными петрографического анализа.

С повышением температуры до 1200°C в образцах преобладают микрочернистые агрегаты β-C₂S и C₂S с зернами размером 2-15 мкм.

В целом установлены отличия твердофазовых процессов условий образования силикатных соединений кальция от кинетики диссоциации CaCO₃ при его взаимодействии с отходами различных производств. Они обусловлены в основном составом и природой флотоотходов, а также имеющимся в них примесями, играющими роль минерализаторов. В случае отхода СОФ это Al₂O₃ и Fe₂O₃, а в случае ФОФ – CaF₂, содержащийся до 5%.

Во всех смесях флотоотходы ускоряют разложение CaCO₃ и ускоряют скорость прохождения твердофазовых превращений и взаимодействий.

Климатология отопительного периода года в г. Томске

Н.К. Барашкова, О.В. Носырева, Л.И. Кижнер

*Национальный исследовательский Томский государственный
университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36*

ov_nosyreva@mail.ru

В современном мире все более актуальной является проблема энергосбережения, удешевления услуг, создающих комфортное пребывание человека в закрытых помещениях.

По нашему мнению, представляется крайне важным создание модели теплового комфорта для жителя Томска. Для решения этой задачи в данной работе предпринята попытка представления и анализа некоторых характеристик метеорологического блока модели теплового комфорта на примере г. Томска.

Исходными данными послужили данные метеорологических наблюдений на станции Томск за месяцы холодных периодов 2011–2017 гг. Были рассчитаны даты устойчивого перехода среднесуточной температуры через $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ по методу Д.А. Педя, даты фактического подключения (отключения) отопления в городе Томске заимствованы с общедоступного сайта. Проанализированы календарные и температурные характеристики начала и окончания отопительного периода, метеорологические режимы (температура, влажность, облачность, ветер, осадки) периодов перехода среднесуточной температуры воздуха через $8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Одной из наиболее важных характеристик термического режима, которая учитывается при проектировании ограждающих конструкций, является число градусодней (Q). Рассчитанные нами величины Q для города Томска показали их уменьшение (на ~ 2000 градусодней) от приведенных в климатических справочниках, что, возможно, является следствием наблюдающихся изменений климата в регионе.

В качестве числового показателя состояния теплового поля, окружающего человека в жилом помещении были рассчитаны индексы эффективных температур ($R_{ЭТ}$), которые учитывают температуру, относительную влажность, скорость ветра и нагревание солнечной радиацией).

Список литературы

1. Барашкова Н.К., Кужевская И.В., Носырева О.В. Климатические характеристики режимов устойчивого перехода температуры воздуха через определенные пределы на юге Западной

Сибирь // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2015. № 1. С. 87–97.

Climatology of the heating season in Tomsk

N.K. Barashkova, O.V. Nosyreva, L.I. Kizhner

*National Research Tomsk State University, 634050, Lenin Ave., 36,
Tomsk, Russia*

ov_nosyreva@mail.ru

In the modern world, the problem of energy saving, cheaper services, creating a comfortable stay of a person in closed premises, is becoming more and more urgent.

In our opinion, it is extremely important to create a model of thermal comfort for a resident of Tomsk. To solve this problem in this paper, an attempt is made to present and analyze some characteristics of the meteorological block of the model of thermal comfort in the example of Tomsk.

The initial data was the data of meteorological observations at the station of Tomsk for the months of the colds periods of 2011-2017. The dates of a stable transition of an average daily temperature through 8°C were calculated by the method D.A. Pedia, the dates of the actual connection (shutdown) of heating in the city of Tomsk are borrowed from a public site. The calendar and temperature characteristics of the beginning and the end of the heating period, meteorological regimes (temperature, humidity, cloudiness, wind, precipitation) of the periods of transition of the average daily air temperature through 8°C were analyzed.

One of the most important characteristics of the thermal regime, which is taken into account in the design of enclosing structures, is the number of degree-days (Q). The calculated Q values for the city of Tomsk showed their decrease (by ~ 2000 degree-days) from those given in the reference books of climate, which may be a consequence of the observed climate changes in the region.

As a numerical indicator of the thermal field surrounding the person in the living room, effective temperature indexes (REER) were calculated, which take into account temperature, relative humidity, wind speed and heating by solar radiation).

Reference

1. Barashkova N.K., Kuzhevskaja I.V., Nosyreva O.V. Climatic characteristics of the modes of the stable transition ground-air temperature

over definite limits in the south of Western Siberia. *Izv. Ross. Akad. Nauk, Seriya Geogr. (Proceedings of the RAS, Geographical Series)*, 2015, no. 1, pp. 87–97. (In Russ.).

Эффективность сжигания торфа в водогрейном котле малой мощности

В.К. Любов, А.Н. Попов, Е.И. Попова, А.А. Чернов

*Северный (Арктический) федеральный университет имени
М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, 17, г. Архангельск,
Россия, 163002*

vk.lubov@mail.ru, wav1@inbox.ru, ev.popova@narfu.ru

Эффективным направлением комплексного решения энергоэкологических проблем при обеспечении отопительных нагрузок потребителей является применение современных устройств, работающих на твердых видах биотоплива и торфе. Большую значимость имеют работы по исследованию отечественного и зарубежного отопительного оборудования, позиционированного на рынке как высокоэффективное. Целью работы являлось экспериментальное и расчетное исследование энергоэкологических показателей котла «Firematic 60» при сжигании гранулированного и кускового торфа. Определены составляющие теплового баланса котла, эмиссии газообразных выбросов и твердых частиц. Проведено численное моделирование термохимических и аэродинамических процессов, происходящих в камере сгорания котла, с использованием программного продукта AnsysFluent. Выполненные исследования показали, что котел обеспечивает высокие энергоэкологические показатели при сжигании биотоплив и гранулированного торфа. Эффективное сжигание кускового торфа с высокой неоднородностью гранулометрического состава не может быть реализовано в данном котле без внесения существенных изменений в систему сбора и удаления очаговых остатков, организации системы защиты от их возгорания и установки золоуловителя.

Список литературы

1. Lyubov V.K., Malygin P.V., Popov A.N., Popova E.I. // *Thermal Engineering*. 2015. Volume 62, Issue 8. pp. 572-576.
2. Трёмбовля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А. *Теплотехнические испытания котельных установок*. М.: Энергоатомиздат, 1991. 416 с.
3. *Тепловой расчет котлов (нормативный метод)*. СПб.: НПО ЦКТИ, 1998. 256 с.

4. Lyubov V.K., Popova E.I., Popov A.N. // Conference Proceedings 2nd International Conference on Atmospheric Dust. 2016.pp. 72-77.

Efficiency of peat combustion in a low capacity boiler

V.K. Lyubov, A.N. Popov, E.I. Popova, A.A. Chernov

*Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
Northern Dvina Embankment, 17, Arkhangelsk, Russia, 163002*

vk.lubov@mail.ru, wav1@inbox.ru, ev.popova@narfu.ru

An effective way of the complex solution of energy and ecological problems while providing heating loads of consumers is the use of modern devices operating on solid biofuel and peat. The research papers on highly efficient domestic and foreign heating devices positioned in the market have great importance. The aim of the work is an experimental and estimated study of energy and ecological performance of the Firematic 60 boiler operating on granulated or sod peat. The components of the boiler's heat balance, emissions of gaseous and particulate matter have been determined. Numerical simulation of thermochemical processes and aerodynamics of the boiler's combustion chamber using the software Ansys Fluent has been carried out. The performed studies have shown that the boiler provides high energy and ecological performance operating on biofuel or granulated peat. Effective combustion of sod peat with a high heterogeneity of the size distribution cannot be implemented in the boiler without introducing significant changes in the system of collecting and removing focal residues, organizing the protection system from self-ignition and installing of an ash collector.

References

1. Lyubov V.K., Malygin P.V., Popov A.N., Popova E.I. // Thermal Engineering. 2015. Volume 62, Issue 8. pp. 572-576.
2. Trembovlya V.I., Finger E.D., Avdeeva A.A. Teplotekhnicheskie ispytaniya kotelnyh ustanovok. M.: Energoatomizdat, 1991. 416 p.
3. Teplovoiraschetkotlov (normativnyimetod). StP.: NPOCKTI, 1998. 256 p.
4. Lyubov V., Popova E., Popov A. //Conference Proceedings 2nd International Conference on Atmospheric Dust. 2016.pp. 72-77.

Исследование состава асфальтосмолопарафиновых отложений нефти Пильтун-Астохского месторождения для выбора стратегии по обращению как с отходами нефтедобывающей промышленности

Н.А. Прокуда^{1,2}, С.В. Суховерхов¹, Н.Б. Кондриков²

¹*Институт химии ДВО РАН, г. Владивосток,
пр. 100-летия Владивостока, 159*

²*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток,
ул. Суханова, 8*

nataprokuda@gmail.com

Предприятия, занимающиеся добычей и транспортировкой нефти, часто сталкиваются с проблемой образования твёрдых осадков внутри трубопроводов и цистерн. Эти отложения обычно невозможно использовать в дальнейшем производственном процессе, поэтому их рассматривают как отходы производства (нефтешламы), т.н. асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО). Обращение с отходами регламентировано соответствующими документами, однако для большей эффективности в обращении и выбора способа утилизации следует знать состав этих отложений.

В рамках данного исследования был изучен состав АСПО двух нефтедобывающих платформ Пильтун-Астохского месторождения (о. Сахалин). В этих образцах было установлено содержание парафиновых углеводородов, полиароматических соединений, а также определён элементный состав осадков.

На основании полученных данных был произведен расчёт для отнесения отходов к определенному классу опасности, полученное значение соответствовало 3 классу. При расчёте был отмечен недостаток данных о токсичности ряда компонентов, что не позволяет провести оценку более объективно. Также отмечено, что в расчёт входят не все возможные показатели опасности, например, не учитывается генотоксичность и канцерогенная опасность веществ. Учитывая возможности и ограничения, существующие условия на о.Сахалин для выбора способа утилизации АСПО нами был предложен способ совместной утилизации нефтяных осадков с штормовыми выбросами водорослей, которые накапливаются в достаточных объёмах на побережье острова, в виде топливных брикетов.

The composition of crude oil high molecular weight hydrocarbons deposits from Piltun-Astokhskoye oilfield: treatment and recycling

N.A. Prokuda^{1,2}, S.V. Sukhoverkhov¹, N.B. Kondrikov²

¹*Institute of chemistry FEB RAS, Vladivostok, av. 100-letiya Vladivostoka, 159*

²*Far Eastern Federal University, Vladivostok, Sukhanova, 8*

nataprokuda@gmail.com

The problem of solid sediments formation inside of pipelines and storage tanks is well known in petroleum industry. These deposits usually can not be used in further production process, thus they are considered as wastes of oil production like oil sludge. Waste management procedure is regulated by relevant documents, but to increase effectiveness of treatment and choose the optimal method of utilization the knowledge about the composition of these deposits is necessary.

The samples of wax deposits from two oil-producing platforms of Piltun-Astokhskoye oilfield (Sakhalin island) were investigated by several methods. The content of paraffins, polyaromatic hydrocarbons, as well as the elemental composition of the samples were studied. The obtained data were used to calculate the criterion of potential hazard of these sediments as industrial wastes. The total value corresponds to moderate hazardous waste, but several problems were found during the calculation. The lack of toxicity data of almost all compounds leads to difficulties of objective and full assessment. Moreover, the calculation does not take into account such indicators as genotoxicity and potential carcinogenic properties of compounds. Taking into account the possibilities and limitations on the choice of disposal and recycling methods available on island, we proposed a method of joint recycling of depositions and storm emissions of algae, which are also collected on the coast of Sakhalin island. The production of fuel briquettes from the mixture of deposits and algae will allow to solve several environmental problems simultaneously.

Особенности состава нефтяного загрязнения вод и донных отложений среднего течения реки Обь

И.В. Русских, О.В. Серебrenникова, Е.Б. Стрельникова

Институт химии нефти СО РАН, Россия, 634055, г. Томск,
пр. Академический, 4

rus@ipc.tsc.ru

В работе исследован состав органического вещества вод и донных отложений (ДО) отдельных участков среднего течения реки Обь (рисунок 1), выявлены нефтяные соединения и их возможные источники. Пробы воды и ДО были отобраны на р. Обь: возле с. Обское, г. Сургут, ниже впадения рек Васюган и Иртыш. Возле с. Обское источником загрязнения ДО скорее всего является р. Томь, ДО которой обогащены тетра- и пентациклическими аренами, а также используемый в судоходстве топочный мазут, в котором из циклоалканов, как и в ДО этого участка, присутствуют преимущественно высокомолекулярные.

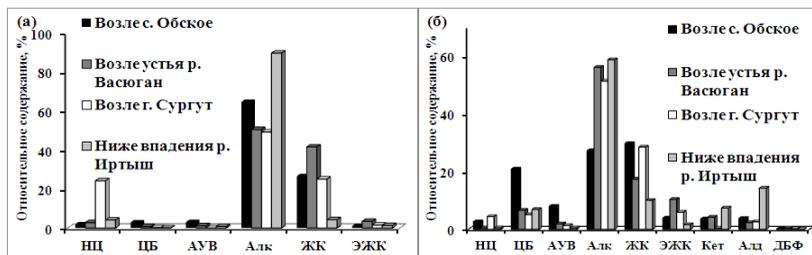


Рис. 1 – Органические компоненты в водах (а) и ДО (б) реки Обь:

НЦ – нефтяные циклоалканы (стераны, гопаны, хейлантаны), ЦБ – циклические биомолекулы, АУВ – ароматические углеводороды, Алк – алканы, ЖК – жирные кислоты, ЭЖК – эфиры жирных кислот, Кет – кетоны, Алд – альдегиды, ДБФ – дибензофураны

Выше по течению, в районе впадения Васюгана, содержание НЦ в ДО падает, но в их составе появляются два гомолога низкомолекулярных хейлантанов, источником которых могли быть сырые нефти из месторождений запада Томской области. Повышенное загрязнение акватории р. Обь в районе наиболее интенсивной добычи нефти и газа (вблизи г. Сургут) может быть обусловлено разливом нефти месторождений, расположенных здесь вблизи реки. Следует отметить, что состав циклоалканов этого загрязнения отличается от такового в районе впадения Васюгана. Полученные данные

показывают, что особенности состава ароматических углеводородов, гопанов, секогопанов и хейлантанов позволяют идентифицировать источник загрязнения ДО и вод.

Features in the Composition of Petroleum Pollution of Waters and Bottom Sediments in the Middle Flow of the River Ob

I. V. Russkikh, O. V. Serebrennikova, E. B. Strel'nikova

Institute of Petroleum Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, 4, Academicheskoy Ave., Tomsk, 634055

rus@ipc.tsc.ru

It was studied the composition of the organic matter of waters and bottom sediments (BS) in the individual sections of the middle flow of the river Ob (figure 1), and then, there were identified petroleum compounds and their possible sources. The water and BS samples were selected on the river Ob: near the village Obskoe, below the confluence of the river Vasyugan (1 km), near the Surgut city and below the confluence of the river Irtysh. It was found that the most likely source of BS pollution near the village Obskoye is the river Tom where the bottom sediments are enriched with tetra- and pentacyclic aromatic hydrocarbons. In addition, the fuel oil, which used in shipping, can also be the source of BS pollution and, as well as the fuel oil, BS of this section has mainly high-molecular cycloalkanes.

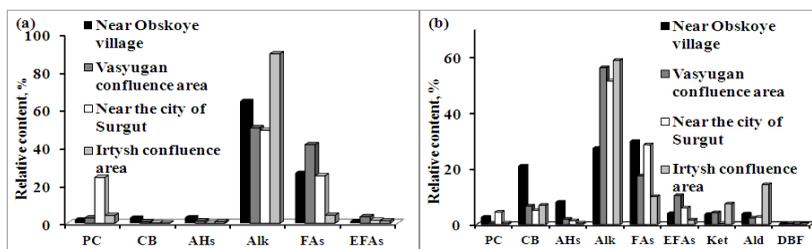


FIGURE 1. Distribution of organic components in waters (a) and BSs (b) of the Ob river: PC – petroleum cyclanes (steranes, hopanes, and cheilanthanes), CB – cyclic biomolecules, AHs – aromatic hydrocarbons, Alk – alkanes, FAs – fatty acids, EFAs – esters of FAs, Ket – ketones, Ald – aldehydes, DBF – dibenzofurans

It was revealed that the content of petroleum cycloalkanes in the bottom sediments has fallen in the upstream stretch of the Vasyugan mouth

area; however, there are two homologues of low-molecular cheilantanes in the composition of BS, which could be crude oil from the deposits of the west of Tomsk region. The increased water pollution of the river Ob in the area of the most intensive oil and gas exploration (near of Surgut city) can relate to the petroleum spill of the fields located here near the river. It should be noted that the cycloalkanes composition of this pollution differs from that in the Vasyugan confluence area. Thus, the obtained data show that the features of the composition of aromatic hydrocarbons, hopanes, secohopanes and cheilantanes allow identifying the source of BS and water pollution.

Влияние высоких температур на фильтрационно-емкостные свойства горных пород баженовской свиты

А.М. Горшков¹, И.С. Хомяков¹, М.В. Субботина¹, А.С. Мазурова¹,
А.Е. Алтиева², А.Б. Мырзабаева²

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Российская Федерация, г. Томск, пр. Ленина, 30*

²*Satbayev University, 050013, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22а*

gorshkovam89@mail.ru

Разработка залежей нефти баженовской свиты, самого крупного нетрадиционного резервуара в России, в режиме естественного истощения позволяет добыть лишь 3% геологических запасов. Одним из перспективных методов повышения нефтеотдачи пластов баженовской свиты является тепловое воздействие, применение которого, по оценкам экспертов, позволяет увеличить коэффициент извлечения нефти до 30 – 40 % [1–2].

Целью работы являлось исследование влияния высоких температур на фильтрационно-емкостные свойства пород баженовской свиты. В качестве объекта исследования были выбраны кремнисто-глинистые породы баженовской свиты с высоким содержанием керогена (до 20%) одного из месторождений Тюменской области.

Сущность лабораторных экспериментов по моделированию теплового воздействия на сланцевые породы заключалась в ступенчатом нагреве раздробленных образцов керна в муфельной печи от комнатной температуры до 350 °С; термообработке образцов 24 часа и последующем определении открытой пористости и матричной проницаемости раздробленного керна методом GRI [3].

В работе показано, что с увеличением температуры наблюдается увеличение открытой пористости в несколько десятков раз и матричной проницаемости на 3-6 порядков для всех исследуемых образцов керна.

Список литературы

1. Кокорев В. И. // Нефтяное хозяйство. 2010. № 7. С. 88–91.
2. Алексеев Ю. В., Ерофеев А. А., Пачежерцев А. А., Меретин А. С., Никитин Р. Н. // Нефтяное хозяйство. 2015. № 10. С. 93–97.
3. Luffel D. L., Hopkins C. W. Matrix Permeability Measurement of Gas Productive Shales *SPE Annual Technical Conference and Exhibition (3–6 October, Houston, Texas, USA)*. SPE 26633-MS, 1993.

Influence of high temperatures on reservoir properties of Bazhenov Formation rocks

A.M. Gorshkov¹, I.S. Khomyakov¹, M.V. Subbotina¹, A.S. Mazurova¹,
A.E. Altieva², A.B. Myrzabaeva²

¹*National Research Tomsk Polytechnic University, 634050, Russian Federation, Tomsk, Lenin Avenue, 30*

²*Satbayev University, 050013, Republic of Kazakhstan, Almaty, Satpaev Street, 22a*

gorshkovam89@mail.ru

Bazhenov Formation (Western Siberia) is the largest unconventional reservoir in Russia. Depletion drive type development of the Bazhenov Formation allows producing only 3% of geological reserves. One of the potential methods for increasing oil recovery in the Bazhenov Formation is the thermal treatment, which, according to experts, allows rising oil recovery factor to 30-40% [1–2].

The aim of this work was to study the influence of high temperatures on reservoir properties of Bazhenov Formation rocks. Siliceous-argillaceous rocks with a high content of kerogen (up to 20%) of one of the oil fields in Tyumen region (Russia) were chosen as the object of investigation.

Essence of laboratory experiments in modeling of shale formations thermal treatment was stepwise heating of crushed core in the muffle furnace from ambient temperature to 350 °C. At the same time, core samples were held in muffle furnace for 24 hours at each temperature step. Then, investigated samples were cooled to ambient temperature after each stage of heating and open porosity and matrix permeability were determined on crushed core by the GRI method [3].

In the work shown that as the temperature increases, an increase in the open porosity by several times and the matrix permeability by 3-6 orders of magnitude are observed for all studied samples.

References

1. Kokorev V. I. // Oil Industry. 2010. № 7. P. 88–91.
2. Alekseev Yu. V., Erofeev A. A., Pachezhertsev A. A., Meretin A. S., Nikitin R. N. // Oil Industry. 2015. № 10. P. 93–97.
3. Luffel D. L., Hopkins C. W. Matrix Permeability Measurement of Gas Productive Shales *SPE Annual Technical Conference and Exhibition (3–6 October, Houston, Texas, USA)*. SPE 26633-MS, 1993.

Оптимизация технологических процессов подготовки сырья для производства электронагревателей

С.В. Федорова, С.С. Тимофеева

*Иркутский национальный исследовательский технический
университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83*

fsta65@yandex.ru

С целью утилизации промышленных отходов, как стекольной промышленности, так и некондиционного слюдяного сырья, было предложено следующее техническое решение. Разработан вариант технологии производства более выгодного в экономическом отношении нагревателя, составной частью, которого является стеклосвязка, полученная на основе отходов - стекольного производства с добавками борной кислоты H_3BO_3 , азотнокислого бария $Ba(NO)_3$, кремнефтористого натрия Na_2SiF_6 , азотнокислого калия KNO_3 и мелкозерной слюды мусковит.

Отходы стекольной промышленности дробились на щековой дробилке, с целью получения выхода равномерных кусков стеклоотходов. Процесс дробления проходил в аппарате с верхним подвесом подвижной щеки и вертикальным шатуном. Работа данной конструкции обеспечивала бесперебойный выход раздробленного стекла. В процессе работы было определено, что дробление можно завершить по прошествии первой стадии, так как при завершении процесса дробления удалось получить стекло крупностью до 30 мм. Стекло является довольно хрупким материалом, в его аморфной структуре имеется система микроскопических трещин и пор непровара в начальном состоянии. При относительно небольшом росте внешних воздействий, а именно работы подвижной щеки дробилки, плотность

микротрещин быстро растет. Трещины и поры увеличиваются в размерах, объединяются в один или несколько больших конгломератов и разрывают куски стекла на части - наступает разрушение структуры. Во время расширения трещин под действием раздавливания происходит концентрация напряжений. В результате, разрушение кусков стекла произойдет при небольшой величине среднего напряжения. У стекла происходит взрывоподобное разрушение формы за счет объемного напряжения.

В процессе работы использовалась дробилка ЩД 1,6x2,5. После дробления стеклоотходы подавались на вибрационный грохот для процесса сегрегации материала. Ускорения, сообщаемые ситу, периодически изменялись по значению от нуля до максимума и направлению по синусоидальному закону.

Крупность материала, прошедшего процесс грохочения, составляла 30 мм. Далее продукт проходит стадию магнитной сепарации, во избежание попадания металлических включений. Для магнитной сепарации применялся подвесной магнит, который устанавливался над транспортной лентой, обеспечивающей передвижение стекла.

После дробления, грохочения и магнитной сепарации, отходы стекольной промышленности смешивались с химическими добавками, в соотношении 40% стекла и 60% добавок. Процесс смешивания осуществлялся в горшковой вращающейся стекловаренной печи, емкостью 150 л. Отходы стекла являются компонентом, обеспечивающим быстрое появление жидкой фазы, которая "впитывает" в себя химические добавки. Эти добавки выбирались по их влиянию на свойства стекол. Борная кислота и азотнокислый барий в составе стеклобоя были выбраны, с целью улучшения электрических характеристик, а именно диэлектрической постоянной, tg угла диэлектрических потерь. Борная кислота H_3BO_3 , введенная в стекло, разлагается на борный ангидрид, который, в свою очередь, является ускорителем варки стекла. Кремнефтористый натрий Na_2SiF_6 в стекле вызывает появление жидкой фазы при более низких температурах. В связи с этим возрастает процесс силикатообразования и повышается электропроводность шихты. Азотнокислый калий KNO_3 вводится в стекло для снижения его кристаллизации. Все введенные в стекловую соединения являются плавнями и снижают температуру размягчения стекла.

Подбор процентного соотношения плавней производился по отношению к SiO_2 , как самому высокотемпературному оксиду, придающему стеклу особую тугоплавкость. Расчет вели на 100% массы.

Список литературы

1. А.с. 989587 СССР МКИ³ Н01В 3/08. Электроизоляционный состав / Т.И. Шишелова, Г.П. Седмале, У.Я. Седмалис и др. (СССР). Заявлено 10.09.81; Оpubл. 15.01.83; Бюл. В 2.
2. А.с. 1029235 СССР МКИ³ Н01В 3/04. Состав для изготовления микалекса /Т.И. Шишелова, Л.В. Чиликанова, Б.А.Байбородин и др. (СССР). Заявлено 10.08.81; Оpubл. 15.07.83; Бюл. 26. Гц КТ
3. Байбородин Б.А., Шишелова Т.И., Чиликанова Л.В. Использование слюдяных рудничных скрапов при производстве микалекса // Изв. вузов, Горный журнал. -1982.-й 2. - С.П8-120.
4. Основные виды опасных отходов. - [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ecology-of.ru>.
5. Федорова С.В. Исследование физико-химических реакций композиции слюда-стекло нового химического состава. *Theoretical & Applied Science*. 2015. № 4 (24). С. 108-112.

Исследование процесса превращения легких углеводов на модифицированных цеолитных катализаторах

И.С. Хомяков, А.М. Горшков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Российская Федерация, г. Томск, пр. Ленина, 30

Khomyakov_i.s@mail.ru

Одними из наиболее распространенных цеолитов для проведения различных каталитических исследований являются цеолиты типа MFI семейства пентасил. Перспективным представляется переработки различного легкого углеводородного сырья, в частности прямогонных бензинов газовых конденсатов, в ценные нефтехимические продукты. Получаемые на цеолитных катализаторах жидкие катализаты содержат значительно меньше бензола (до 2 % мас.) по сравнению с катализатами классического риформинга.

Целью настоящей работы являлось исследование физико-химических и кислотных свойств высококремнеземных цеолитов типа MFI, модифицированных нанопорошком железа, в процессе превращения прямогонных бензинов газового конденсата в высокооктановые бензиновые компоненты.

Цеолиты типа MFI получали гидротермальным способом из щелочных алюмокремнегелей при 175-185 °С в течение 4 сут с использованием в качестве структурообразующей добавки

гексаметилендиамина [1]. По данным физико-химических методов синтезированные цеолиты соответствуют цеолитам типа MFI. Модифицирование цеолитов порошком железа проводилось путем механохимической активации в шаровой вибромельнице в течение 12 ч. Каталитические исследования превращения прямогонных бензинов проводили каталитической установке проточного типа со стационарным слоем катализатора.

Проведенные исследования показали, что добавка наноразмерного порошка железа в качестве модификатора позволяет значительно увеличить селективность образования высокооктановых компонентов бензина по сравнению с процессом на немодифицированном цеолите.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00924

Список литературы

1. Хомяков И.С., Горшков А.М. // Химия и технология топлив и масел. 2018. № 1. С. 7–12.

«Солнышко» в Сибири

О. Н. Шплис¹, Н. Э. Коломиец¹, Н. Ю. Абрамец¹, Н. И. Каракчиева^{2,3},
Е. Б. Дайбова³

¹*Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России, 634050, Россия, г. Томск, Московский тр-т, 2Б*

²*Томский государственный университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36*

³*Сибирский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра РАН, 634050, Россия, г. Томск, ул. Гагарина, 3*

olyazmeewa@yandex.ru, borkol47@mail.ru, abrameznu@mail.ru,
karakchieva@mail.tsu.ru, edaibova@yandex.ru

Снижение последствий антропогенного влияния и восстановление естественного плодородия почв является актуальной и крайне важной задачей для почв таежной зоны Западной Сибири [1], в частности, Томской области с ее слабой нитрификационной способностью.

В настоящей работе изучен биоэкологический потенциал растения Лядвенец рогатый, сорт «Солнышко», интродуцируемый в условиях Томской области и произведена оценка биолого – хозяйственных признаков растения. Результаты работы демонстрируют, что Лядвенец рогатый (*LotuscornikulatusL.*), является высокопотенциальной

культурой для региона с полифункциональным назначением (кормовое, лекарственное, почвоулучшающее), которая наиболее полно использует биоклиматические условия региона в сравнении с традиционно возделываемыми бобовыми культурами. В частности, в исследовании выявлен высокий экологический потенциал растения по влиянию на восстановительные процессы деградированных, загрязненных почв; на повышение содержания гумуса в почве, а так же положительное влияние на снижение патогенной микрофлоры почв и на повышение ее биологической активности.

Список литературы

1. Пьяных Г. М. Дисс. Мониторинг плодородия почв и качества растительной продукции в таежно-лесной зоне Западной Сибири // канд. с. х. наук. Томск: ГНУ Сиб НИИ торфа СО РЛСХН, 2004. 150 с.

«Sunshine» in Siberia

O. N. Shplis¹, N. E. Kolomiets¹, N. Yu. Abramets¹, N. I. Karakchieva^{2,3},
E. B. Daibova³

¹*State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education, Siberian State Medical University, Ministry of Health of Russia, 634050, Russia, Tomsk, Moskovsky trakt, 2B*

²*Tomsk State University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin Ave., 36*

³*Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Branch of the Siberian Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, 634050, Russia, Tomsk, Gagarina St., 3*

olyazmeewa@yandex.ru, borkol47@mail.ru, abrameznu@mail.ru,
karakchieva@mail.tsu.ru, edaibova@yandex.ru

Mitigating the effects of anthropogenic influence and regeneration of natural soil fertility are a relevant and extremely important task for the soils of taiga zones of Western Siberia [1], in particular, of Tomsk region with its weak nitrification capacity.

In the present paper, the bioenvironmental potential of the plant Birds-foot trefoil of “Sunshine” cultivar, introduced in conditions of Tomsk region, has been studied, and biological and economic features of the plant have been assessed. The results of the work demonstrate that Birds-foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) is a high-potential crop for the region with a multipurpose function (fodder, medicinal, soil-regenerative), which uses bioclimatic conditions of the region to the fullest extent as compared to traditionally cultivated bean cultures. In particular, in the research, a high environmental potential of the plant in terms of the influence on

regenerative processes of degraded, contaminated soils; of an increase of the humus content in the soil, as well as a positive influence on the reduction of pathogenic microflora of soils and on the enhancement of its biological activity, has been revealed.

Reference

1. Pyanykh G.M. Thesis “Monitoring of soil fertility and quality of plant products in taiga-forest zone of Western Siberia // Ph.D. of Agricultural Sciences. Tomsk: GNU Sib SRI of Peat, SB of RAAS, 2004. 150 p.

Секция 7. Экологический мониторинг

Исследование взаимосвязи между параметрами снежных осадков и радиационного фона приземной атмосферы

А.В. Видергольд¹, Г.А. Яковлев², И.В. Беляева^{1,3}, П.М. Нагорский⁴,
В.И. Беспалов¹, В.С. Яковлева¹

¹*Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

²*МБОУ лицей при Томском политехническом университете, 634028, Россия, г. Томск, ул. А. Иванова, 4*

³*Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2*

⁴*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 364055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

asdf75@bk.ru

Мониторинг гамма-фона приземной атмосферы проводится учеными уже давно, однако в основном измерение гамма-излучения дает информацию о степени загрязненности окружающей среды, различных радиационных аномалиях. Одной из причин заметного изменения гамма-фона может являться выпадение большого количества снежных осадков.

До сих пор для определения различных характеристик осадков использовались либо сугубо механические, либо сложные и дорогостоящие высокоточные приборы, разработка и тестирование которых стоят значительно дороже.

На эту тему было проведено исследование, вдохновленное результатами анализа полученных на экспериментальной площадке ТПУ-ИМКЭС (ТОРИИ) данных с использованием сцинтилляционных детекторов ионизирующих излучений. При этом была выявлена определенная зависимость радиационного фона приземной атмосферы от выпадения осадков различного вида и интенсивности.

Само исследование включает в себя моделирование ситуаций по выпадению осадков с различными параметрами, их влияние на мощность дозы гамма-излучения, и анализ полученных результатов смоделированных в среде Geant4, в сравнении с экспериментально полученными данными.

В итоге полученные в исследовании данные, а также выявленные закономерности помогут в будущем для развития существующих теоретических моделей в фундаментальных науках, а также будут способствовать зарождению новых, более совершенных моделей и методов.

Эколого-физиологические особенности кедра сибирского на северной границе произрастания

О.Г. Бендер

*Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, 634055, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

obender65@mail.ru

Изучение влияния температуры, освещенности и влажности на фотосинтетическую активность хвойных в условиях Сибири является актуальной проблемой. Исследования в этой области помогут понять особенности пространственной и временной адаптации хвойных растений на обширных территориях таежной зоны. Цель настоящего исследования состояла в выявлении особенностей фотосинтетической активности хвои кедра сибирского на северном пределе произрастания.

Исследования проводили в Шурышкарском районе Ямало-Ненецкого автономного округа ($65^{\circ}49'$ – $65^{\circ}58'$). Объектом исследования были выбраны 7 деревьев кедра сибирского в возрасте 140-180 лет. Видимый фотосинтез измеряли на двухлетней хвое при помощи инфракрасного газоанализатора LI-6400XT (Li-Cor, Inc., USA).

Исследования фотосинтеза показали, что скорость этого процесса зависела от интенсивности фотосинтетически-активной радиации (ФАР) и имела максимумы в диапазоне 100-500 мкмоль $\text{м}^{-2} \text{с}^{-1}$. Дальнейшее увеличение освещенности вызывало снижение интенсивности фотосинтеза. Возможно, высокие значения поглощения углекислоты при низких значениях ФАР, являются приспособительной реакцией к короткому северному лету и длинному полярному дню.

Изучение влияния температуры на интенсивность ассимиляции CO_2 выявило, что максимальная интенсивность фотосинтеза наблюдалась при 19°C . При увеличении температуры до 25°C активность фотосинтеза уменьшалась в 3 раза и была минимальной. При дальнейшем увеличении температуры фотосинтез практически не

изменялся. Таким образом, показано что фотосинтез хвои кедра сибирского активно протекал при низких значениях ФАР. Увеличение температуры вызывало значительное падение поглощения CO_2 . Так как температурный оптимум фотосинтеза растений закреплен генетически, можно предположить, что потепление климата отрицательно повлияет на северные популяции кедра сибирского вызывая снижение интенсивности фотосинтеза и продуктивности коренных кедровых лесов.

Ecological and physiological features of Siberian stone pine on the north growth limit

O.G. Bender

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, 634055, pr. Akademicheskoy, 10/3

obender65@mail.ru

The study of temperature, illumination and humidity influence on the photosynthetic activity of conifers trees in Siberia is an actual problem. Research in this area will help to understand the features of spatial and temporal adaptation of conifers plants within great taiga areas. The purpose of this study was to identify the photosynthetic activity peculiarities of Siberian stone pine needles on the north growth limit.

The investigations were carried out in the Shuryshkarsk region of the Yamalo-Nenets Autonomous District ($65^{\circ}49'-65^{\circ}58'$). Seven trees of 140-180-year old Siberian stone pine was selected. Net photosynthetic rate of 2-year-old needle was measured by infrared gas analyzer LI-6400XT (Li-Cor, Inc., USA).

Studies of photosynthesis have shown that the rate of this process depended on photosynthetic active radiation (PAR) intensity and had maximum values in the range $100-500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Further increase of PAR intensity caused a decrease of the photosynthesis activity. Perhaps high values of carbon dioxide assimilation at low PAR values are an adaptive response to a short north summer and a long polar day.

Study of the temperature effect on the CO_2 assimilation intensity revealed that the maximum photosynthesis intensity was observed at 19°C . Temperature rise to 25°C effected 3-fold decrease of the photosynthesis activity. Photosynthesis remained practically unchanged with further increase of temperature. Thus, it has been shown that the Siberian stone pine needle photosynthesis proceeded actively at low PAR values. The temperature increase causes a significant decline of CO_2 assimilation. Since

the photosynthesis temperature optimum is inherited, it can be assumed that the climate warming will negatively affect the north Siberian cedar populations causing the decrease of the photosynthesis intensity and productivity of native Siberian stone pine forests.

Исследование изменений водяного пара и аэрозольной оптической толщи в атмосфере Западной Сибири в период с 1979 по 2016 гг.

Ю.А. Бургундасова¹, Е.В. Харюткина², С.В. Логинов²

¹*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск*

²*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск*

¹burgundasova@bk.ru, ²kh_ev@mail2000.ru

Атмосферная влага или водяной пар является индикатором изменения погоды, а также одной из важнейших метеорологических характеристик, описывающих состояние климата. На влагосодержание атмосферы и процессы облакообразования, в свою очередь, будет оказывать влияние изменение аэрозольного состава атмосферы, поскольку аэрозоли являются как поглотителями теплового излучения в атмосфере и на подстилающей поверхности, так и самостоятельными ядрами конденсации.

В работе за период 1979-2016 гг. по данным реанализа ERA-Interim (<http://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/era-interim>) проводился расчет удельной влажности воздуха, общего влагосодержания атмосферы, облачности и оптической толщи атмосферы для территории Западной Сибири (50°-70°с.ш. и 60°-90°в.д.), а также отдельно для ее северной и южной частей. Особое внимание уделялось изменениям, происходящим в начале XXI века. Поэтому для сравнения данных по спектральной аэрозольной оптической толще привлекались также данные спутникового зондирования MODIS (<http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov>) и данные измерений на сети станций AERONET (https://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/data.html).

Таким образом, получены оценки изменения характеристик влажности, а также установлена их связь с изменениями аэрозольной оптической толщи атмосферы исследуемого региона.

Исследование выполнено при поддержке гранта Президента РФ МК-2018.2017.5.

Investigation of changes in water vapor and aerosol optical depth in the atmosphere of West Siberia over the period of 1979-2016

J.A. Burgundasova¹, E.V. Kharyutkina², S.V. Loginov²

¹*National Research Tomsk State University, Tomsk*

²*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk*

burgundasova@bk.ru, kh_ev@mail2000.ru

Atmospheric moisture or water vapor is an indicator of weather changes, as well as one of the most important meteorological characteristics describing the state of climate. The moisture content of the atmosphere and cloud formation processes are affected by changes in the aerosol composition of the atmosphere, since aerosols are absorbers of heat radiation in the atmosphere and at the underlying surface, and they are also independent condensation nuclei.

In the framework of the study using ERA-Interim (<http://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/era-interim>) reanalysis data over the period of 1979-2016 the calculation of specific humidity, total water content, cloud cover and optical depth of atmosphere was carried out for the territory of West Siberia (50°-70° N and 60°-90°E), and also separately for its northern and southern parts. Special attention was paid to the changes taking place at the beginning of the XXI century. Therefore, to compare the data on spectral aerosol optical depth MODIS remote sensing data (<http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov>) and AERONET (https://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/data.html) measurement data at stations was also used.

Thus, for the region of under study the estimations of changes in humidity characteristics were obtained and their relationship with changes in aerosol optical depth was established.

The study was supported by the grant of the RF President MK-2018.2017.5.

Мониторинг динамики популяций сосны кедровой сибирской в Нижнем Приобье

С.Н. Велисевич

*Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, пр. Академический, 10/3, г. Томск, Россия, 634055*

velisevich@imces.ru

В условиях современных климатических тенденций важным вопросом популяционной биологии древесных является изучение динамики границ распространения видов и факторов лимитирующих этот процесс. Сосна кедровая сибирская, северная граница распространения которой практически совпадает с линией полярного круга, представляет в этом отношении значительный интерес. Структура маргинальных популяций этого вида анализировалась в лесотундровом экотоне (65°48'-65°59' с.ш., правобережье Нижней Оби). Южная точка экотона - елово-кедрово-лиственничное редколесье, представляет собой фрагмент самой северной популяции с относительно высокой численностью (200 шт./га) взрослых генеративных деревьев. Наличие многочисленного (3 тыс. шт./га) подроста свидетельствует об устойчивости данной популяции. В средней части экотона - в елово-лиственничном редколесье генеративные деревья единичны (3 шт./га), однако количество подроста по-прежнему велико (1,2 тыс. шт./га). В самой северной части экотона плодоносящие деревья встречаются редко (1,5 шт./га), уменьшается количество подроста (0,2 тыс. шт./га), однако численное преобладание молодых особей свидетельствует о потенциальных возможностях вида продвигаться дальше по градиенту лимитирующего фактора. Полноценные семена формируются раз в 10-12 лет, однако в последние годы наметилась тенденция к более частым урожаям. Выраженная периодичность плодоношения обусловила волюнтаризм характер возобновления. Нами исследованы также лесные культуры сосны кедровой за линией полярного круга (66°39' с.ш.), созданные 57 лет назад ботанической группой Лабытнангского арктического научно-исследовательского стационара в Заполярье. Опыт по перемещению семян на 100 км севернее современной линии границы ареала показал удовлетворительное развитие деревьев, треть из которых вступила в плодоношение и формирует жизнеспособные семена. Этот уникальный опыт показал, что климат за пределами ареала не является ограничением для роста и репродукции, а современная линия северной границы обусловлена неспособностью

кедровки – основного распространителя семян, перемещать их на большие расстояния.

Monitoring of dynamics of the Siberian stone pine populations in the Lower Ob River

S.N. Velisevich

*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS,
10/3 Akademicheskoy Ave., Tomsk, Russia, 634055*

velisevich@imces.ru

Under modern climatic trends for the population biology of woody plants, it is important to study the dynamics of their area limits and factors that limit this process. In this respect, Siberian stone pine is very interesting because its northern area limit practically coincides with the line of the polar circle. The structure of marginal populations of this species was analyzed in the forest-tundra ecotone (65°48'-65°59'N, right-bank of the Lower Ob). The southern point of the ecotone is spruce-cedar-larch woodlands, it is a fragment of the northernmost population with a relatively high number (200 trees per ha) of adult generative trees. Numerous seedlings (3000 trees per ha) testify to the stability of this population. In the middle part of the ecotone - in spruce-larch woodlands, the generative trees are single (3 trees per ha), but there are still many seedlings (1200 trees per ha). In the northernmost part of the ecotone adult generative trees are rare (1.5 trees per ha), the number of seedlings decreases (200 trees per ha), but the numerical predominance of young individuals indicates the potential for the species to move further along the gradient of the limiting factor. Viable seeds are formed every 10-12 years, but in recent years there has been a trend towards more frequent yields. The pronounced periodicity of cone formation caused the wave-like character of reforestation. We also studied artificial forest of Siberian stone pine located beyond the line of the polar circle (66°39' N). It was planted 57 years ago by the botanical group of the Labytnangy Arctic Research Station in the Arctic. The result of moving the seeds 100 km to the north of the current area limit showed a good development of the crown trees. A third of them started sexual reproduction and now forms viable seeds. This unique experiment has shown that the climate outside the Siberian stone pine area is not a limitation for growth and reproduction, and the modern line of the northern area limit is due to the inability of nutcracker - the main seed distributor, to move the seeds over long distances.

Исследование влияния погодных явлений на годовой тренд атмосферного радиационного фона

А.В. Видергольд¹, Г.А. Яковлев², И.В. Беляева^{1,3}, П.М. Нагорский⁴,
В.С. Яковлева¹

¹*Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

²*МБОУ лицей при Томском политехническом университете, 634028, Россия, г. Томск, ул. А. Иванова, 4*

³*Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2*

⁴*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 364055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

asdf75@bk.ru

Индикаторные свойства радионуклидов и ионизирующих излучений известны и активно используются уже более века для получения новых знаний о динамических процессах, происходящих в атмосфере и верхних слоях литосферы, для оценки физических характеристик различных сред и материалов, а также для прогнозирования опасных природных и техногенных явлений.

γ -фон начали контролировать еще с середины 20 века в связи с начавшимися массовыми испытаниями ядерного оружия. Поэтому, можно полагать, что γ -фон приземной атмосферы является на настоящий момент самой изученной радиационной величиной. Тем не менее, с развитием науки и техники возникают новые задачи, требующие иного подхода к радиационному мониторингу, а также нового взгляда на, казалось бы, привычные нам факты.

Известно, что атмосферный радиационный фон формируется, в основном, почвенными радионуклидами, находящимися в верхнем слое грунта. В зимний период, когда основной источник атмосферного радиационного фона экранирован снегом, следует ожидать его снижение за счет поглощения фотонов и электронов в слое снега. В то же время, в зимний период изменяется состояние атмосферы, понижается температура, повышается давление, это приводит к увеличению плотности атмосферного воздуха, и снижению длины пробега ионизирующих частиц. Известные факты, однако, не известна степень влияния каждого из упомянутых факторов снижения радиационного фона в зимний период года. Результаты настоящего исследования показали, что именно снег задает годовой тренд атмосферного радиационного фона.

Изучение влияния сезонных условий на накопление химических элементов в эпифитном мхе

Н.С. Рогова, Н.К. Рыжакова, К.М. Гусвицкий

*Томский политехнический университет, 634030, г. Томск,
пр. Ленина, 30*

kair220597@gmail.com

В настоящее время за рубежом проводятся исследования по разработке методов «активного» мониторинга для наземных видов мхов, когда образцы мха отбирают на чистых участках и затем с помощью специальных приспособлений размещают их на урбанизированных территориях. При реализации «активного» биомониторинга возникают трудности, связанные с тем, что корректная оценка уровня загрязнения возможна только при сохранении жизнедеятельности трансплантированного мха [1].

В данной работе рассматривается методика трансплантации эпифитного мха *Pyralisia polyantha*, обитающие на коре деревьев. Образцы, размещенные на двух участка, оставались на деревьях в течение летнего и зимнего периодов. Почти все образцы в количестве 45 штук за летний и за зимний период (за исключением 4-х) сохранили свой первоначальный цвет, что может свидетельствовать о сохранении жизнедеятельности мхов. Содержание химических элементов определяли с помощью нейтронно-активационного анализа на исследовательском реакторе ТПУ.

Содержание половины химических элементов по сравнению с летним периодом увеличилось в 2-3 раз за зимний период на двух исследуемых участках, что можно объяснить увеличением времени экспозиции в 1.5 раза и увеличением техногенной нагрузки в зимний период, связанной с отопительным сезоном. С помощью непараметрического критерия Манна-Уитни проведено сравнение концентраций химических элементов, превышающих фон, для каждой территории. В результате для одного участка наблюдаются значимые различия за сезон для U, Th, Yb, Sb, Co, для другого участка – Th, Sr, As, Rb, Co.

Список литературы

1. Ares A. et al. // Moss bag biomonitoring: a methodological review // Science of the Total Environment. 2012. Т. 432. С. 143-158.

Study of seasonal impact on accumulation of chemical elements in epiphyte mosses

N. Rogova, N. Ryzhakova, K. Gusvitskii

Tomsk polytechnic university, 634030, Tomsk, Lenina str. 30

kair220597@gmail.com

Nowadays, studies of developing active biomonitoring methods for soil moss species are carried out abroad. In this method moss samples are collected from ecological pure sites and then transplanted into urban territories on special devices. During realization of active biomonitoring issues emerge, connected with the fact that the correct assessment of pollution is possible only if transplanted moss saved its vital functions [1].

In this paper, transplantation method of moss *pylasia polyantha*, which inhabits tree bark, was examined. Samples were placed at two sites and were left on trees during summer and winter period. Nearly all samples in a quantity of 45 pieces for summer and winter periods (except for 4 samples) saved their initial color, that may be indicative of saving vital functions. Content of chemical elements was determine with neutron activation analysis on research reactor in TPU.

Content of the half of chemical elements increased in 2-3 times in winter period comparing to those in summer period on two investigated site, what could be explained by increased in 1.5 times exposition period and increased impact of the fuel/energy complex in winter period due to heating season. Comparison of chemical elements concentrations (which exceed background) for each exposition site was carried out with non-parametric Mann – Whitney test. As result, there is a significant distinction during the season for U, Th, Yb, Co for one site and Th, Sr, As, Rb, Co for another site.

References

1. Ares A. et al. // Moss bag biomonitoring: a methodological review // Science of the Total Environment. 2012. vol. 432. p. 143-158.

Оценка выноса органических веществ с бассейна р. Гавриловка (Западная Сибирь)

Е.С. Иванова^{1,2}, Ю.А. Харанжевская^{1,2}, Л.А. Чудиновская²

¹Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа - филиал СФНЦА РАН,
г. Томск, ул. Гагарина, 3

²Национальный исследовательский Томский государственный
университет, г. Томск, пр. Ленина, 36

ivanova_e_s@bk.ru

В условиях высокой заболоченности Западной Сибири химический состав вод многих рек формируется под влиянием выноса с территорий болотных массивов значительных количеств органических веществ. Величина выноса этих веществ определяется интенсивностью водного стока с болот, зависящей от фазы вегетационного периода, гидротермических и окислительно-восстановительных условий торфяной залежи и типа болот. Целью работы является оценка выноса органических веществ ($C_{\text{орг}}$) с бассейна р. Гавриловка.

Исследования проводились в пределах бассейна р. Гавриловка, левобережного притока р. Икса (Средняя Обь), осушенного с целью лесомелиорации. Отбор проб речных вод производился в период 2008-2015 гг. в центре потока с глубины 20-30 см в специально подготовленные пробоотборники. Определение $C_{\text{орг}}$ выполнялось в аккредитованном Лабораторно-аналитическом центре СибНИИСХиТ по Тюрину с фотометрическим окончанием (СТП 0493925-008-93). Измерения расходов воды проводилось с применением гидрометрической вертушки ГР-21М. Вынос определялся как произведение концентрации $C_{\text{орг}}$ в водах р. Гавриловка на расход воды.

Исследования показали, что вынос $C_{\text{орг}}$ с бассейна р. Гавриловка за период 2008-2015 гг. в среднем составляет 79,5 кг/км², что в 2,3 раза превышает вынос с естественных территорий. В многолетней динамике выделяются 2011 и 2014 года, когда отмечается повышение выноса до 104,6 и 145 кг/км² соответственно, которое объясняется оптимальным температурным режимом и более высокими расходами воды. В течение года максимум выноса $C_{\text{орг}}$ приходится на апрель и май. В целом за период 2008-2015 гг. отмечается тенденция увеличения выноса $C_{\text{орг}}$ с бассейна р. Гавриловка.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00376 мол-а.

Стадийность образования и накопления отходов на свалках ТКО на примере микрорайона Каштак г. Томска

А. Е. Каташова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

any7978@yandex.ru

Актуальность темы обусловлена ростом числа и площадей свалок ТКО в черте поселений, длительным периодом их существования и ярко выраженным негативным влиянием на окружающую среду.

Цель исследования – выделение стадий образования и накопления отходов на свалках ТКО на примере свалки в микрорайоне Каштак г. Томска.

Установлено, что по категориям земель максимальное число свалок Томской области расположено на землях населенных пунктов (67 %), по видам собственности – на неразграниченных землях, принадлежащих муниципалитету (около 70 %). Это характерно и для объекта исследования. Его особенностями являются оврагоопасная территория, постоянные пожары и задымления воздуха.

Анализ космоснимков за 2005-2017 года позволил выделить три стадии существования несанкционированной свалки: образование, накопление и ликвидация (рекультивация). Свалка в микрорайоне Каштак была организована в 2005 году в результате сброса отходов неустановленными лицами и отсутствия регулярной уборки территории. Площадь свалки в первые года составила 2 000 кв. м. На начало 2018 года площадь составила 16 000 кв. м. В данный момент ведется судебное дело, начатое в январе 2018, согласно которому Администрация района обязана устранить свалку.

Предложены варианты очистки земельного участка под свалкой: рекультивация, очистка территории и продажа земельного участка с последующей ликвидацией свалки. Разработаны ситуационный план и технологическая схема рекультивации свалки.

Список литературы

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.11.2017)

2. Каташова (Кондрашова) А. Е. Разработка методики мониторинга свалок ТКО с применением дистанционного зондирования земли // Проблемы геологии и освоения недр: труды

XXI Междунар. симп. им. академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения проф. М.И.Кучина, Томск, 3-7 Апреля 2017. - Томск: ТПУ, 2017 - Т. 1 - С. 605-607.

Анализ динамики послепожарного лесовосстановления по космическим снимкам на основе клеточных автоматов

А.В. Ковалёв, Н.Г. Марков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

avkovaleov@gmail.com

Пожары наносят огромный ущерб лесным массивам. Такие цели лесовосстановления, как повышение продуктивности и качества лесов, обеспечение оптимального породного состава и др. вызывают необходимость моделирования развития растительности на территориях гарей. Это позволит определить нужный тип лесовосстановления на каждом участке, а также скорость и площадь разрастания новых лесных массивов [1].

В работе использован метод клеточных автоматов, который при работе с космоснимками позволяет моделировать состояние лесных массивов в виде совокупности наборов смежных пикселей, покрывающих изображение.

С помощью языка программирования C# и библиотеки GDAL, разработано программное обеспечение, которое позволяет моделировать процесс лесовосстановления территорий.

Моделирование проводилось на разновременных данных Landsat за одинаковый вегетационный период. Использовалось три снимка: два для оценки текущего протекания лесовосстановления и третий снимок – эталонный, с целью сравнения полученных результатов с фактическими. Пиксели полученного изображения были преобразованы не только на основании вероятностей перехода каждого пикселя в новое состояние на следующий временной интервал, но и с помощью оценки влияния изменения соседних пикселей на рассматриваемый [2].

Сравнивая полученное изображение с эталонным, сделан вывод, что анализ процесса лесовосстановления выполнен с высокой точностью, а вектора озеленения по изображению совпадают с фактическими.

Список литературы

1. S.C. Cunningham, R. Mac Nally et al. Balancing the environmental benefits of reforestation in agricultural regions. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2015, vol. 17, pp. 301-317.
2. Замятин А.В., Марков Н.Г. Анализ динамики земной поверхности по данным дистанционного зондирования Земли. М.: Физматлит, 2007, 176 с.

An analysis of the reforestation dynamics in the territories of burned-out landscapes based on cellular automata

A.V. Kovalev, N.G. Markov

*National Research Tomsk Polytechnic University,
30, Lenin Avenue, Tomsk, Russia, 634050*

avkovaleov@gmail.com

Fires cause enormous damage to forests. Some objectives of reforestation as increasing the productivity and quality of forests, ensuring optimal breed composition, etc., necessitate the need of vegetation growth modeling in the burned areas territories. This will allow us to detect the type of reforestation at each area, as well as the speed and new forest areas proliferation [1].

The method of cellular automata (CA) is used. When working with space images, CA allows to simulate the state of woodlands as a collection of set of adjacent pixels covering the image.

The software is developed using the C # programming language and the GDAL library. It allows to simulate the process of territories reforestation.

Modeling was carried out via different-time Landsat data for the same vegetation period. Three shots were used: two of them to assess the current process of reforestation and the third one (a reference one), in order to compare the results with the actual ones. The resulting image pixels were obtained not only by probabilities of transition of each pixel to a new state for the next time interval calculation, but also by the estimating of influence of neighboring pixels changing on the considered one [2].

Comparison the resulting image with the reference one had led to the conclusion that the analysis of the reforestation process is carried out with high accuracy, and the vectors of forest propagation along the image coincide with the reference ones.

References

1. S.C. Cunningham, R. Mac Nally et al. Balancing the environmental benefits of reforestation in agricultural regions. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2015, vol. 17, pp. 301-317.

2. Zamyatin A.V., Markov N.G. An analysis of the dynamics of the earth's surface according to the earth remote sensing data, Moscow, Fizmalit, 2007. – 176 p. (in Russian)

Изучение динамики накопления химических элементов мхами-трансплантатами

Е.А. Колотова, Н.С. Рогова, Н.К. Рыжакова

*Томский политехнический университет, 634030, г. Томск,
пр. Ленина, 30*

Fentazi.Dragon@mail.ru

«Активный» мониторинг с помощью биоиндикаторов является актуальным направлением исследований. Обзор литературы по активному биомониторингу показывает, что нет единой методологии по проведению таких исследований, в том числе по выбору времени экспозиции [1].

В данной работе рассматривается динамика накопления химических элементов эпифитным мхом-трансплантатом *Pylaisia polyantha* в зависимости от времени. Для трансплантации мхов на две исследуемые территории были изготовлены планшеты. Образцы мха собирали каждый месяц с июля по октябрь. Содержание химических элементов определяли с помощью нейтронно-активационного анализа на исследовательском реакторе ТПУ.

Тенденция к увеличению концентраций с увеличением времени экспозиции прослеживается для элементов Sm, Ce, Cr, Yb, Hf, Fe, Zn, Sc, La. Данную зависимость можно наблюдать только для мхов, которые располагались на крутом склоне около дороги. На другом участке, где мхи трансплантировали на деревья, расположенные на пологом участке, ряд элементов, у которых концентрации увеличиваются со временем, гораздо меньше. Только для Ce и Hf прослеживается динамика в накоплении.

Для Ba, Sr и Ca прослеживает уменьшение концентраций со временем, что возможно связано с вымыванием этих элементов.

Различие в количестве элементов на разных участках, для которых прослеживается динамика в накоплении со временем, можно

объяснить разницей ландшафтов и уменьшением эффекта экранирования кроной лиственных деревьев на крутом склоне.

Список литературы

1. Capozzi F. et al. // Environmental Pollution. 2016. V. 214. P. 362-373.

Study of the dynamics of the accumulation of chemical elements by moss-transplants

E.A. Kolotova, N.S. Rogova, N.K. Ryzhakova

Tomsk Polytechnic University, Tomsk, 634030, Lenin 30

Fentazi.Dragon@mail.ru

"Active" monitoring with the help of bioindicators is an actual area of research. A review of the literature on active biomonitoring shows that there is no single methodology for conducting such studies, including the choice of exposure time [1].

In this paper, the dynamics of the accumulation of chemical elements by the epiphytic moss-transplant *Pylaisia polyantha* is considered depending on the time. For the transplantation of moss into two investigated areas, frameworks were made. Moss samples were collected every month from July to October. The content of the chemical elements was determined by neutron activation analysis on a TPU research reactor.

The tendency to increase in concentrations with increasing exposure time is traced for elements Sm, Ce, Cr, Yb, Hf, Fe, Zn, Sc, La. This dependence can be observed only for mosses, which were located on a steep slope near the road. On another site, where mosses were transplanted to trees located on a mild slope, a number of elements whose concentrations increase with time are much smaller. Only for Ce and Hf is the dynamics in accumulation observed.

For Ba, Sr, and Ca, the concentration decreases with time, which is probably due to the washout of these elements.

The difference in the number of elements in the different areas, which can be traced in the dynamics of accumulation over time can be explained by the difference of landscapes and reducing the effect of shielding the crown of deciduous trees on a steep slope.

References

1. Capozzi F. et al. // Environmental Pollution. 2016. V. 214. P. 362-373.

Связь между дождевыми осадками и аномальными всплесками мощности дозы гамма-излучения в атмосфере

В.С. Кондратьева¹, А.В. Богданов¹, Г.А. Яковлев², П.М. Нагорский³,
В.С. Яковлева¹, И.В. Беляева⁴

¹*Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

²*МБОУ лицей при Томском политехническом университете, 634028, Россия, г. Томск, ул. А. Иванова, 4*

³*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 364055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

⁴*Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2*

vsk29@tpu.ru

Мониторинг радиационного фона производят как государственные организации с использованием ЕГАСКРО, так и научные коллективы. Аномалии в гамма-фоне исследуют на предмет возникновения радиационного техногенного загрязнения. Однако, аномальные изменения гамма-фона могут быть вызваны и природными явлениями, как например, обычным дождем. Этот факт известен уже на протяжении последнего десятилетия. Тем не менее, не до конца исследована связь между величиной аномального всплеска мощности дозы γ -излучения во время осадков и характеристиками дождевых осадков.

В рамках исследования было произведено моделирование пространственной (в вертикальном направлении) и временной динамики мощности дозы γ -излучения, формируемой в приземной атмосфере вымываемыми дождем на земную поверхность короткоживущими дочерними продуктами распада радона и торона. Произведен анализ зависимости мощности дозы γ -излучения от высоты дождевых облаков, плотности и турбулентности атмосферы. Для этого были рассчитаны распределения по высоте объемной активности короткоживущих дочерних продуктов распада радона и торона при различных состояниях атмосферы.

Проведена оценка вкладов каждого атмосферного радионуклида в суммарную мощность дозы при различных коэффициентах турбулентной диффузии и высоты нижней кромки дождевых облаков. Выявлены радионуклиды, вносящие основной вклад в аномальный всплеск атмосферного γ -фона.

Использование скрининговых методов для экологического мониторинга объектов гидросферы

А.В. Дмитриев, Е.А. Купрессова, А.М. Ледовская, С.В. Романенко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

kipariz@bk.ru

Основной целью экологического мониторинга является наблюдение за состоянием окружающей среды и предупреждение о критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей и других живых организмов. Развитие систем мониторинга состояния объектов гидросферы тесно связано с внедрением автоматизированных методов, совершенствованием методологической и инженерно-технической баз для решения как научных, так и прикладных задач.

В экологическом мониторинге природных вод предлагается использовать скрининговый метод, направленный на выявление превышения заданного значения определяемого параметра объекта окружающей среды. При резком изменении физико-химических параметров исследуемого объекта загрязнение фиксируется автоматическим отбором проб, а детальное исследование его причин может быть произведено путем анализа данных, полученных дистанционно, а также путем дополнительного исследования отобранных проб в лаборатории.

Использование скрининговых методов для экологического мониторинга объектов гидросферы позволит:

- получать достоверные данные о состоянии водных объектов в режиме реального времени;
- проводить анализ данных о состоянии водных объектов за определенный период, определять причины загрязнения и факторы, влияющие на его распространение;
- делать прогноз о состоянии водных объектов (по сезонам, до и после различных инцидентов и т.д.).

Помимо прочего, практическое значение использования скрининга в системе государственного экологического мониторинга состоит в возможности фактического подтверждения нарушения нормативов качества водного объекта за счет фиксации пробы загрязненной воды. Для природопользователей использование скрининга – возможность получения оперативной информации, ранней

ликвидации загрязнения и минимизации нанесенного экологического ущерба.

Список литературы

1. Скрининговый контроль объектов гидросферы для выявления аварийных нефтяных разливов /А.М. Ледовская [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2016. – Т. 327. – № 9. – С. 29–38.

Контроль загрязнений воздуха рабочей зоны рабочих мест сварщиков с использованием упрощённых методик подготовки проб сварочных аэрозолей и простых инструментальных методов анализа

О.В. Кузнецова¹, С.В. Романенко², И.С. Антипенко², А.Н. Кузнецова¹

¹ *Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83*

² *Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

olvlku20@mail.ru

Сварочные аэрозоли, содержащие сложную смесь токсичных соединений, считаются высокоприоритетными для оценки профессиональных рисков работы сварщиков.

Наибольший риск для возникновения нарушений здоровья представляет твердая составляющая сварочного аэрозоля (ТССА), которая содержит тяжелые металлы. Отбор проб для контроля состава ТССА в соответствии с рекомендациями отечественного нормативного документа МУ 4945-88 [1] осуществляется путем прокачивания определенного объема воздуха через аспирационный фильтр. Следует отметить, что отобранные аэрозоли оказываются прочно связанными с материалом фильтра, что влияет на ход анализа. Это влияние имеет двойственный характер: с одной стороны, в самом материале фильтра содержатся элементы, подлежащие определению в аэрозолях, с другой – преобладающая органическая составляющая вносит дополнительные осложнения в ход анализа. Поэтому для учета состава фильтра используют холостую пробу. Объем воздуха, протягиваемый через фильтр, должен соответствовать объёму, вдыхаемому человеком при обычных условиях.

В отечественной аналитической практике рекомендуются методики анализа, основанные на использовании методов атомно-абсорбционного, фотометрического и электрохимического анализа. Для стандартизированных методик атомно-абсорбционного и электрохимического анализа погрешность определения элементов согласно НД не превышает (% отн.) ± 20 ; для фотометрических методик от ± 10 до ± 25 в зависимости от элемента [1]. Следует отметить, что фотометрические и электрохимические методики предусматривают стадию предварительной подготовки материала проб, что делает анализ с помощью указанных методик длительным, трудоемким, и нередко наблюдаются потери определяемых элементов на этапе подготовки проб к анализу. Метод атомно-абсорбционного анализа при простоте подготовке проб требует сложного дорогостоящего оборудования, что затрудняет экспрессное проведение анализа на рабочих местах удалённых от лабораторий.

Предложено использовать упрощённую подготовку проб к исследованию с помощью смесей соляной и плавиковых кислот. Такая смесь позволяет полностью извлечь из материала проб ионы тяжелых металлов, в том числе железа и марганца, без термической обработки и сложных стадий подготовки проб.

Железо в присутствии фторид-ионов становится электрохимически-неактивным, что затрудняет его определение электрохимическим способом. Однако известно, что сульфосалициловая кислота в присутствии фторид-ионов образует с ионами железа трёхвалентного сложный сульфосалицилатно-фторидный комплекс жёлтого цвета.

Предложено определять содержание железа по интенсивности поглощения в области спектра соответствующей ультрафиолетовому и синему цветам. Градуировочный график предложено строить на основе модельных растворов с известным содержанием железа и фоновым раствором содержащим фторид-ионы и ионы сульфосалициловой кислоты в определённых пропорциях. Установлено, что мешающее влияние оказывают ионы металлов, составляющих легирующие добавки: хром, марганец, никель.

Отмечено, что определение ионов марганца электрохимическим методом в присутствии фторид-ионов не вызывает сложностей.

Разработанная методика позволяет определять содержание ионов железа и марганца в сварочных аэрозолях без использования сложных устройств и стадий подготовки проб, а также уменьшить систематические погрешности при минимуме манипуляций оператора. Преимуществом данной методики является создание системы экспресс-анализа при аттестации рабочих мест сварщика.

Список литературы

1. МУ 4945-88. Методические указания по определению вредных веществ в сварочном аэрозоле (твердая фаза и газы). – М.: МП «Рарог», 1992. – 112 с.

Численный анализ распространения примесей от высотных труб ТЭЦ

А. А. Леженин¹, В. Ф. Рапута¹, Т. В. Ярославцева²

¹*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Россия, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6*

²*ФБУН Новосибирский НИИ гигиены Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7*

¹ lezhenin@ommfao.sssc.ru, ² tani-ta@list.ru

Вертикальная структура поля ветра оказывает большое влияние на распространение загрязняющих примесей от высотных труб ТЭЦ. В атмосферном пограничном слое сила Кориолиса обеспечивает правый поворот ветра с высотой, что необходимо учитывать в процессах переноса дымовых выбросов [1].

В докладе обсуждаются результаты мониторинга и численного анализа загрязнения снежного покрова в окрестностях ТЭЦ - 3 г. Барнаула. Предложена и апробирована модель реконструкции полей поверхностной концентрации примесей по данным наблюдений. Для расчета поля ветра использована гидродинамическая модель, основанная на решении уравнений пограничного слоя атмосферы. Получено вполне удовлетворительное согласие результатов численного моделирования и данных наблюдений. Показана необходимость учета сведений о повторяемости направлений ветра во всем слое распространения примеси. Из проведенных исследований вытекает, что в зимний период времени доминирующий вынос загрязняющих примесей происходит в сторону города, что указывает на неудачное размещение промплощадки ТЭЦ и в конечном итоге приводит к заметному дополнительному загрязнению атмосферы г. Барнаула.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 17-47-540342) и госзадания ИВМиМГ СО РАН (проект 0315-2016-0009).

Список литературы

1. Рапута В. Ф., Шлычков В. А., Леженин А. А., Романов А. Н., Ярославцева Т. В. // Оптика атмосферы и океана. 2014. Т. 27. № 08. С. 713-718.

Численное исследование аэродисперсной среды для диагностики загрязнений

В. В. Лоскутов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

deonold@gmail.com

Загрязнения атмосферы антропогенного происхождения приводят к губительному воздействию на окружающую среду и жизнедеятельность человека. Отсюда возникает необходимость в мониторинге городских и промышленных регионов для обнаружения источников загрязнения. Для изучения атмосферы широко применяются оптические методы – такие, как лидарное зондирование. Оптические методы основаны на определении характеристик излучения, трансформированного средой и позволяют установить её происхождение [1].

В работе представлена физико-математическая модель многокомпонентной газовой-аэрозольной среды для расчёта ослабления и пропускания излучения видимого и ИК диапазонов длин волн. Разработан программный комплекс, для расчёта оптических характеристик частицами нестандартных форм (таких, как эллипсы, агрегаты сфер и др.), использующий метод дискретных диполей.

Проведен численный эксперимент по расчету ослабления и пропускания лучистой энергии. Рассмотрена аэродисперсная среда, основными компонентами которой является водяной пар, частицы сажи и продукты сгорания. Проиллюстрированы спектральные особенности среды при различных микрофизических и оптических параметрах частиц. Выделены диапазоны длин волн, где в наибольшей мере проявляются селективность тех или иных компонент.

Список литературы

1. Voitsekhovskaya O. K., Egorov O. V., Kashirskii D. E., Shefer O. V. "Numerical simulation of infrared radiation absorption for diagnostics of gas-aerosol medium by remote sensing data". // Proceedings of SPIE 96980. 2015. С. 968054-1-968054-5.

Источник ТГц излучения для систем мониторинга атмосферы

Д. М. Лубенко¹, В. Ф. Лосев¹, Д. М. Ежов², В. А. Светличный²,
Ю. М. Андреев³

¹*Институт сильноточной электроники СО РАН,
пр. Академический, 2/3, г. Томск, 634055, Россия*

²*Сибирский физико-технический институт Томского
государственного университета, пл. Новособорная, 1, 634050,
г. Томск, Россия*

³*Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, пр. Академический, 10/3, г. Томск, 634055, Россия*

lubenkodm@gmail.com

ТГц область спектра очень привлекательна для исследования окружающей атмосферы в силу наличия окон прозрачности, идеально изолированных вращательных линий поглощения газов, слабого поглощения пылевыми аэрозолями, а также рассеяния аэрозолями и осадками. С другой стороны, создание систем мониторинга, позволяющих вести контроль содержания малых газовых компонент атмосферы, необходимо иметь измерительные трассы километровой длины, что требует разработки мощных компактных (мобильных) источников излучения диапазона 0,1–0,5 ТГц [1]. Здесь отсутствует поглощение парами воды.

В данной статье сообщается о разработке необходимого источника ТГц излучения в диапазоне длительностей на основе металлов (Au, Pt, Pd, Ag, Cu, Zn, Ta, Ti, Ni, TiNi и т.д.) с касательной накачкой Р-поляризованным излучением фс Ti:Sapphire лазерной системы ИСЭ СО РАН «Старт-480М» (Авеста, Россия): 950 нм, 50–60 фс, ≤20 мДж, частота следования импульсов 10 Гц. Установлено, что эффективность генерации пропорциональна проводимости металлов и превышает эффективность генерации в плазме воздуха. В то время как Au допускает генерацию свыше 20000 импульсов без заметного спада эффективности (несмотря на заметный эффект абляции на глубину до 100 мкм), Cu демонстрирует быстрое (менее, чем за минуту) образование нитрида меди на поверхности и резкий спад эффективности генерации. Приводится описание других результатов.

Список литературы

1. Stepanov A. G., Henin S., Petit Y., Bonacina L., Kasparian J., Wolf J.-P. // Applied Physics B. 2010. Volume 101. Issue 1-2. P. 11–14.

Геоэкологический мониторинг территории г. Томска с применением беспилотных летательных аппаратов

Е.Е. Ляпина^{1,2}, Д.С. Раков^{1,2}, М. А. Мурин²

¹*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

²*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, ул. Ленина, 30*

eeldv@mail.ru, rds@tpu.ru, murinma@tpu.ru

Город Томск - крупный промышленный центр, характеризующийся деятельностью предприятий, являющихся потенциальными источниками поступления в окружающую среду широкого спектра химических элементов, поэтому задачи обеспечения экологической безопасности являются актуальными [1, 2]. Существующие на сегодняшний день стационарные посты контроля за состоянием атмосферного воздуха г. Томска имеют ряд ограничений, таких как отсутствие мобильности, и как следствие неполный охват территории города, также ограниченное число определяемых компонентов, а также не позволяют получать информацию о высотном распределении уровня загрязнения в атмосфере. Другие способы контроля окружающей среды требуют непосредственного участия человека, что накладывает дополнительные требования на районы проведения замеров. Развитие беспилотных летательных аппаратов самолетного или мультироторного типа, позволяет расширить границы решения задач экологической безопасности и мониторинга окружающей среды [3].

Целью данной работы является оценка эффективности применения беспилотных летательных аппаратов для геоэкологической оценки атмосферного воздуха территории г. Томска методом отбора пылеаэрозольных частиц на фильтры.

Список литературы

1. Ляпина Е.Е., Головацкая Е.А., Ипполитов И.И. Исследование содержания ртути в природных объектах Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. 2009. Т. 16. № 1. С. 3-8.

2. Смирнов Ю.Д., Добрынин О.С. Разработка беспилотных летательных аппаратов для проведения экологического мониторинга // Записки горного института. – 2014. – т. 207. - с. 213-216.

3. Таловская А.В., Филимоненко Е.А., Осипова Н.А., Язиков Е.Г. Ртуть в пылеаэрозолях на территории г. Томска // Безопасность в техносфере. - 2012. - № 2. - с.30-34.

Проект мероприятий по снижению негативных воздействий от снежных отвалов в г. Томске

Е. С. Макарецова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

tpu@tpu.ru

Проблема эксплуатации и размещения снежных отвалов является актуальной для большинства городов России в зимний период. Отсутствие нормативно-правовой базы в отношении территорий снежных отвалов приводит к различным нарушениям [1,2]. Предварительный анализ карты высот, показал существенные изменения высот рельефа, которые могут способствовать затоплению и заболачиванию близлежащих территорий, оврагообразованию.

Целью – оценка опасности развития эрозионных процессов в результате эксплуатации снежных отвалов г. Томска.

Объектами исследования: Мостовая, 40а (СО1), ул. пересечение ул. Ивановского и ул. Высоцкого (СО2), пос. Хромовка 35/2 (СО3).

Методы исследования: аналитический, картографический, дистанционное зондирование территории СО по снимкам высокого пространственного разрешения с картографического.

Результаты. Установлено, что вследствие неровного рельефа, не обустроенности территорий под снежными отвалами, на данных участках и близлежащих территориях могут развиваться такие негативные процессы заболачивания, оврагообразования и затопления.

Предотвратить данные процессы можно при выполнении мероприятий по обустройству территорий снежных отвалов, осушению заболоченных территорий, обваловки, засыпки, и лесомелиоративных мероприятия на территориях, подверженных оврагообразованию.

Список литературы

1. Pasko O.A., Makartsova E.S., Ushakova N.S., Tokareva O.S., Mochalov M.V. The possibility of distance methods application for snow dump sites monitoring // MATEC Web of Conferences. – 2016. – Vol. 48, Article number 05002. – P. 1-4.

2. Pasko O. A. , Tokareva O. S. , Ushakova N. S. , Makartsova E. S. , Gaponov E. A. The application of satellite methods for monitoring snow dump sites // *Sovremennye Problemy Distantionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa*. - 2016 - Vol. 13 - №. 4. - p. 20-28.

Анализ динамики состояния хвойных лесов, поврежденных сибирским шелкопрядом, с использованием космических снимков Landsat 8

К. А. Маслов, О. С. Токарева

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

orpheus.const@outlook.com

Ежегодно сибирский шелкопряд наносит ущерб лесному хозяйству России. Насекомое-вредитель оказывает негативное влияние преимущественно на хвойные леса. В Томской области в период с 11 апреля по 18 октября 2017 г. действовал режим чрезвычайной ситуации, связанный с пандемией сибирского шелкопряда [1].

В работе приведены результаты анализа динамики состояния хвойных лесов, пораженных гусеницами сибирского шелкопряда, с использованием космических снимков со спутников Landsat 8.

Объектами исследования являются два тестовых участка на территории Томской области, расположенные вблизи поселка Улу-Юл. Границы участков построены на основе данных Департамента лесного хозяйства [1] и Центра защиты леса Томской области. В качестве фонового выбран не пораженный согласно доступным данным участок леса, расположенных вблизи объектов исследования.

Для анализа динамики состояния хвойных лесов использованы средние значения вегетационных индексов NDVI (Normalized difference vegetation index) и SWVI (Shortwave-infrared vegetation index), отражающих количество фотосинтетически активной фитомассы и содержание влаги в листьях и хвое растений соответственно [2]. Средние значения индексов рассчитывались в границах хвойного леса на исследуемых участках по данным космических снимков со спутника Landsat 8 уровня обработки L2, полученных в 2013-2017 г.

Список литературы

1. Департамент лесного хозяйства Томской области: Пандемия сибирского шелкопряда [Электронный ресурс] –

URL: <https://deples.tomsk.gov.ru/pandemija-sibirskogo-shelkoprgjada>, свободный. – Яз. рус. – Дата обращения: 05.10.2017

2. Князева С. В., Эйдлина С. П., Жирин В. М. // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении, лесном хозяйстве и экологии. 2016. Т. 6. № 1. С. 126-129

Комплекс для контроля уровня остаточного загрязнения очищенных сточных вод

С.В. Романенко, А.Г. Кагиров, Е.С. Невский, Т.А. Раденков, Е.В. Ларионова, А.Н. Вторушина, И.С. Король

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

filin@tpu.ru

Современные требования к обеспечению экологической безопасности подразумевают непрерывный контроль уровня загрязнения сточных вод. Сточные воды промышленных предприятий потенциально являются источниками нанесения серьезного экологического ущерба, поэтому определение их химического состава является необходимым для предотвращения загрязнения окружающей среды.

Большинство методов контроля уровня остаточной загрязненности воды требуют проведение пробоотбора и проведением измерений в лабораторных условиях. Лабораторные измерения позволяют получать точные данные, однако неспособны обеспечить непрерывный контроль в режиме реального времени. Это ограничение стимулирует разработку методов и устройств, позволяющих оперативно проводить измерения параметров очищенных сточных вод.

Авторами был разработан измерительный комплекс, осуществляющий измерение 7 параметров очищенных сточных вод на современной элементной базе: уровень pH [1], мутность, удельная электропроводность, ХПК, концентрации нитратов, хлоридов, аммония. Комплекс позволяет получать данные в режиме реального времени. По точности измерений комплекс сопоставим с лабораторными установками начального и среднего ценового диапазона.

Список литературы

1. Romanenko S.V., Radenkov T.A., Nevskiy E.S., Kagirov A.G. // MATEC Web Conf. 2016. 79.

Особенности вертикального переноса радона из грунта в приземную атмосферу

Г.А. Яковлев¹, Т.Т. Нго², П.М. Нагорский³, В.С. Яковлева²

¹*МБОУ лицей при Томском политехническом университете, 634028, Россия, г. Томск, ул. А. Иванова, 4*

²*Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

³*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 364055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

vsyakovleva@tpu.ru

Мониторинг объёмной активности (ОА) радона в грунте, а также скорости переноса радона из грунта в приземную атмосферу проводят для решения различных прикладных задач в различных областях знаний. В геофизике с помощью мониторинга почвенного радона решают одну из самых важных задач – прогноз изменения напряженно-деформированного состояния земной коры.

Мониторинг ОА радона в почвенном воздухе производится с конца 2010 г. на экспериментальной площадке ТПУ-ИМКЭС с использованием сцинтилляционных детекторов альфа- и бета-излучений (БДПА-01, БДПБ-01, республика Беларусь), помещенных внутрь скважин различной глубины от 20 см до 1 м. Мониторинг плотности потока радона (ППР) с поверхности грунта производится с использованием динамической накопительной камеры и блоков БДПА-01. Калибровку детекторов альфа- и бета-излучений для перевода в единицы измерения ОА радона и ППР производили с использованием радиометров радона RTM2200 (Германия), Альфарад (РФ).

По результатам анализа выявлены значимые влияющие факторы и закономерности. Выявлены суточные и сезонные вариации в динамике ОА радона в грунте и ППР, а также аномалии, возникающие в период снеготаяния и при высокоинтенсивных (более 40 мм) дождевых осадках. В сейсмоопасных регионах подобные аномалии могут быть расценены как сигнал о сейсмической опасности.

Суточные вариации ППР и ОА радона в грунте хорошо коррелируют с изменениями градиента температуры в грунте в теплое время года. Обнаружены различия в суточном ходе ОА радона, измеренной на различных глубинах.

В сезонной динамике почвенного радона максимальные значение наблюдаются зимой, минимальные – летом.

Продукция и деструкция органического вещества в болотных экосистемах Западной Сибири

Л.Г. Никонова, Е.А. Головацкая

*Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, 634055, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

lili112358@mail.ru

В результате более медленной трансформации растительных остатков по сравнению со скоростью процесса образования фитомассы в болотных экосистемах происходит накопление углерода в виде торфа. При изменении климата или возрастании антропогенного воздействия возможно изменение баланса в сторону усиления процессов трансформации, что приведет к срабатыванию торфяных залежей. Целью работы являлась оценка соотношения продукционно-деструкционных процессов в болотных экосистемах Западной Сибири.

Исследования проводились на олиготрофных болотах «Бакчарское» и «Тимирязевское» [1]. Исследовали чистую первичную продукцию (укосный метод) и скорость разложения растений-торфообразователей (метод закладки растительности в торф): *Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*, *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum fuscum*, *Sphagnum angustifolium* [2,3].

В результате исследований выявлено, что процессы накопления фитомассы на олиготрофном болоте «Бакчарское» и «Тимирязевское» преобладают над процессами трансформации органического вещества. Основной вклад в накопление фитомассы и торфа вносят сфагновые мхи. Более интенсивные процессы продукции и деструкции протекают в более сухих условиях «Тимирязевского» болота, находящегося в зоне влияния Томского водозабора.

Список литературы

1. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. // ENVIRONIS. Труды межд. конф. Томск: ИОА, 2002. С.244-251.
2. Миронычева-Токарева Н.П., Косых Н.П., Вишнякова Е.К. // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. – 2013. – Т. 4. – №. 1. – С. 1-9.
3. Никонова Л. Г., Головацкая Е. А //Двенадцатое Сибирское совещание и школа молодых ученых по климато-экологическому мониторингу. – 2017. – С. 158-159.

Изучение влияния природно-климатических условий на миграцию колорадского жука

А.В. Пелипенко¹, О.Н. Шплис²

¹ Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3

² Сибирский государственный медицинский университет, 634050,
Россия, г. Томск, Московский тр-т, 2 Б

¹ sasha92kra@mail.ru, ² olyazmeewa@yandex.ru

Стремительное изменение природно-климатических условий, увеличивает нагрузку не только на биотические факторы, но и предъявляет новые требования к физиологическим и адаптационным возможностям в этой среде.

К актуальной задаче современных исследователей относится прогнозирование биологических опасностей и возникновение рисков в связи с изменением природно-климатических условий, как в экосистеме, так и в агроэкосистеме.

В результате настоящего исследования выявлено, что в изменяющихся климатических условиях, наибольшую угрозу, для пропашных культур, в частности картофеля (*Solanum tuberosum L.*), представляет колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata*), распространяющийся по Томской области. Установлена четкая корреляционная зависимость влияния температуры воздуха и суммы осадков на численность колорадского жука. Повышение гидротермических коэффициентов (ГТК) за временной период с 1981 по 2017г на 55% (с 0,89 до 1,38) и повышение температуры со средней скоростью 0,34 °С за 10 лет на территории Томской области [2], способствовали миграции колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata*) с соседних областей, в частности с Омской области.

Широкому распространению колорадского жука в географических зонах с разными климатическими условиями, способствует его чрезвычайно высокая экологическая пластичность.

Список литературы

1. Красников С. Н., Красникова А.С., Братчик О.В., Крючкова Т.В. Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. Вып.14. В 2 т. Т.1. – Абакан. 2010. С. 73.

2. Невидимова О.Г., Янкович Е.П. Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 318. № 1. С. 154 – 158.

Study of changes in climatic conditions for the migration of the Colorado potato beetle

A.V. Pelipenko¹, O.N. Shplis²

¹*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of SB RAS,
634055, Russia, Tomsk, Akademichesky Ave., 10/3*

²*Siberian State Medical University, 634050, Russia, Tomsk, Moscow Tr. 2 B*

¹ sasha92kra@mail.ru, ² olyazmeewa@yandex.ru

The rapid change in natural and climatic conditions, increases the burden not only of biotic factors, but also introduces new requirements for physiological and adaptive capabilities in this environment.

To the actual task of modern researchers in the field of prediction of biological hazards and the emergence of threats due to changes in natural and climatic conditions, both in the ecosystem and in the agroecosystem.

As a result of this study, it was revealed that in the changing climatic conditions, the Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata*), which spreads through the Tomsk region, is the greatest danger for tilled crops, in particular potatoes (*Solanum tuberosum* L.). A clear correlation dependence on temperature and precipitation on the number of the Colorado beetle was established. The increase in hydrothermal coefficients (GTK) for a temporary from 55 to 55 per cent from 1981 to 2017 (from 0.89 to 1.38) and an increase in temperature with an average rate of 0.34 ° C for 10 years in the territory of the Tomsk region [2], the method of migration of the Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) from neighboring areas, in particular from the Omsk region.

The wide resolution of the Colorado beetle in geographical areas with different climatic conditions, contributes to its extremely high environmental plasticity.

Bibliography

1. Krasnikov SN, Krasnikova AS, Bratchik OV, Kryuchkova T.V. Ecology of Southern Siberia and adjacent territories. Вып.14. In 2 vol. T.1. Abakan. 2010. P. 73.

2. Nevidimova O.G., Yankovich E.P. Research of Tomsk Polytechnic University. 2011. P. 318. № 1. P. 154 – 158.

Применение двумерной газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием для идентификации источника загрязнения нефтью

Н.А. Прокуда^{1,2}, С.В. Суховерхов¹, Н.Б. Кондриков²

¹*Институт химии ДВО РАН, г. Владивосток, пр. 100-летия
Владивостока, 159*

²*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток,
ул. Суханова, 8*

nataprokuda@gmail.com

Загрязнение природных объектов нефтью и нефтепродуктами является одной из распространенных проблем, при этом одним из важных этапов решения этого вопроса является эффективная и достоверная идентификация самого источника загрязнения. В России эту процедуру проводят в соответствии с «Инструкцией по идентификации источника загрязнения водного объекта нефтью», одним из способов идентификации является сравнение результатов газохроматографического анализа содержания н-алканов в образце разлива нефти и предполагаемого источника загрязнения с критерием идентичности. Для регистрации данных рекомендуется использование пламенно-ионизационного или пламенно-фотометрического детектора, однако появился новый способ газохроматографического разделения – система двумерной газовой хроматомасс-спектрометрии. Использование двух колонок различной полярности позволяет добиваться более качественного разделения компонентов и тем самым увеличивать эффективность процедуры идентификации источника. Нами были проанализированы образец грунтовой воды из скважины, находящейся рядом с узлом запорной арматуры трубопровода и предположительно загрязненной нефтепродуктами, и образец товарной нефти, которая перекачивалась по данному трубопроводу. Анализ проводили методами ГХ-ПИД и ГХ×ГХ-МС, метод двумерной ГХ-МС позволил наиболее полно определить состав органических компонентов образца воды. В результате было установлено, что содержащиеся в образцах углеводороды имеют различный спектр и их соотношение не соответствует критерию идентичности. Использование МС-детектора позволило установить, что ПАУ-компоненты, характерные для образца нефти отсутствуют в воде, а основная часть компонентов в образце воды имеет природное происхождение, не имеющее отношения к загрязнению нефтью.

Application of two dimensional gas chromatography analysis for fingerprinting identification of the oil pollution source of groundwater sample

N.A. Prokuda^{1,2}, S.V. Sukhoverkhov¹, N.B. Kondrikov²

¹*Institute of chemistry FEB RAS, Vladivostok, av. 100-letiya Vladivostoka
159*

²*Far Eastern Federal University, Vladivostok Sukhanova 8*

nataprokuda@gmail.com

One of the most common environmental problems is oil pollution of water objects, so effective and reliable identification of the oil pollution source is required to resolve and regulate it. In Russia this procedure is hold in accordance with «Instruction for identification of water object oil pollution source». One of the identification steps is comparison of ratios of individual n-alkanes concentrations in water and oil samples with the criterion of identity. GC-analysis with flame-ionization and/or flame-photometric detection is recommended to obtain the data, but several years ago new type of separation, two dimensional gas chromatography with MS-detector, was established. Simultaneous application of non-polar and polar columns allows to achieve better separation of different compounds and thus to increase effectiveness of identification procedure.

The sample of groundwater from waterwell located near the petroleum pipeline valve assembly supposed to be polluted, and the sample of commercial oil which was transported through this pipeline were analysed by GC-FID and GC×GC-MS. Two dimensional gas chromatography separation allowed to determine the composition of the samples in more details. As the result it was established that n-alkanes profiles of these samples are very different and their ratios doesn't meet the criteria of identity. MS-detection showed that characteristic aromatic compounds of oil sample are absent in the sample of groundwater. In addition most of organic compounds of water sample are natural origin not related to oil pollution.

Содержание лёгких ионов в г. Томск в тёплый период года

К. Н. Пустовалов¹, М.В. Оглезнева², П.М. Нагорский¹

¹*Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, 634055, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

²*Национальный исследовательский Томский государственный
университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36*

const.pv@yandex.ru

В настоящее время лёгкие ионы остаются одной из наименее изученных составляющих атмосферного воздуха. При этом содержание лёгких ионов и их изменения во времени и пространстве является важным экологическим фактором [1, 2].

На геофизической обсерватории ИМКЭС СО РАН (г. Томск) с 2006 г. ведётся мониторинг метеорологических и атмосферно-электрических величин, в том числе содержания лёгких ионов в воздухе (с 2014 г.). Для регистрации концентрации лёгких ионов используется счётчик «Sapphire-3М». Прибор измеряет концентрацию лёгких ионов с подвижностью не менее $0,4 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$. Поскольку рабочие условия счётчика ограничены температурой от 15 до 25 °С, измерения этим прибором осуществляются только в тёплое время года.

Анализ данных измерений концентрации лёгких ионов в г. Томск за период с 2014 по 2016 гг. показал, что медианные значения концентраций положительных и отрицательных ионов равны $\sim 1,3 \cdot 10^3$ и 10 см^{-3} соответственно. Максимальное значение концентрации положительных и отрицательных ионов наблюдаются при северо-восточном и северном направлении ветра соответственно, а минимальные значения концентраций ионов обеих полярностей отмечаются – при юго-западном.

Список литературы

1. Матвеев Л. Т. Физика атмосферы. СПб.: Гидрометеоздат, 2000. 777 с.
2. Смирнов В.В. Ионизация в тропосфере. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 309 с.

Ni, Co, Cu и Mo в почвах степей Минусинской межгорной впадины

С. П. Кулижский, А. В. Родикова, В. Ф. Кравцова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, пр. Ленина, 36

kulizhskiy@yandex.ru, rodikovaav@mail.ru, KravcovaVF@admhmao.ru

Тяжелые металлы (ТМ) являются приоритетной группой среди загрязнителей окружающей среды, в связи с чем проблема их экологического мониторинга является открытой. Геохимическая оценка природных объектов весьма актуальна и наиболее эффективна в случае использования ее как превентивной меры. Объектами исследования послужили почвы степных зональных сопряжений в пределах Чулымо-Енисейской и Южно-Минусинской котловин. При изучении основных свойств почв автономных и гетерономных позиций четкой их привязанности к мезорельефу не выявлено, исключая количество легкорастворимых солей, соединений, характерных для почв подчиненных ландшафтов. Из приоритетных загрязняющих веществ, для обсуждения выбраны ТМ 2-го класса опасности, традиционно изучаемых на территориях с антропогенной нагрузкой. При сопоставлении с данными по составу почв Хакасской провинции [1] определено, что для большинства объектов как автономных, так и гетерономных содержание Co и Cu на момент исследования близко к провинциальным. Количество Ni и Mo превышает условно фоновые, тем не менее, выводы о загрязнении территории в связи с антропогенным влиянием некорректны без учета состава материнских пород, поскольку элементный набор, как правило, наследуется от почвообразующего субстрата [2]. Результаты статистической обработки демонстрируют приблизительно одинаковое содержание обозначенных элементов в органо-минеральных горизонтах и материнских породах почв, что свидетельствует скорее об их натуральном (естественном) генезисе.

Таким образом, в исследуемых объектах содержание Ni, Co, Cu и Mo находится в относительных пределах природной нормы; полученные данные могут быть использованы в качестве фоновых показателей при экологическом мониторинге исследуемых территорий.

Список литературы

1. Покатилов Ю. Г. Биогеохимия элементов, нозогеография юга Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 1992. 166 с.

2. Сысо А. И. // Сибирский экологический журнал. 2004. №3. С. 273–287.

Ni, Co, Cu and Mo in the soils of the steppes Minusinsk intermountain trough

S. P. Kulizhskiy, A. V. Rodikova, V. F. Kravtsova

National Research Tomsk State University, Tomsk, 36 Lenin Ave.

kulizhskiy@yandex.ru, rodikovaav@mail.ru, KravcovaVF@admhmao.ru

Heavy metals (HM) are a priority group among pollutants of the environment, and therefore the problem of their ecological monitoring is open. The geochemical assessment of natural objects is very relevant and most effective if it is used as a preventive measure. The soils of zonal conjugations of the Shira and Koibal steppes (within the Chulym-Yenisei and the South Minusinsk depressions) served as the objects of the study. When studying the basic properties of soils of autonomous and heteronomous positions, their precise attachment to relief was not revealed, except for the amount of readily soluble salts, which characterizes the soils of subordinate landscapes as highly saturated with these compounds. From the list of priority chemicals polluting the soil, heavy metals of the second hazard class (except B, Sb and Cr) were chosen. They are traditionally been studied in areas with anthropogenic pressure. When compared with the soil composition data of the Khakassia province [1], it is determined that for most soils of both autonomous and subordinate landscapes, the content of cobalt and copper at the time of the investigation is close to provincial. The contents of nickel and molybdenum exceeds the background, nevertheless, the conclusions about the contamination of the territory in connection with anthropogenic influence are also incorrect, without taking into account the composition of the parent rocks, since the elemental set, as a rule, is inherited from the soil-forming substrate [2]. The results of the statistical treatment demonstrate approximately the same content of the indicated elements in both groups of objects located at different hypsometric levels, which indicates rather their natural genesis.

Thus, in the studied objects the obtained data of the analyzed elements testify to the natural origin of excesses of the conditional norm; information can be used as background indicators for environmental monitoring of the study areas.

References

1. Pokatilov Yu. G. Biogeochemistry of the biosphere and biomedical problems. Novosibirsk: Science, 1993. 168 p.
2. Syso A. I. // Siberian Ecological Journal. 2004. № 3. P. 273–287.

Мониторинг опасных склоновых событий в Горном Алтае

Д. А. Савчук, С. А. Николаева

*Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

savchuk@imces.ru

Опасные склоновые события (сели, лавины, обвалы, камнепады, оползни и т.п.) изменяют ландшафты и экосистемы, нарушают инфраструктуру, иногда приводят к гибели людей. При этом на первый план выступает постоянный ежегодный мониторинг таких событий. Регулярные наблюдения за ними в Горном Алтае не ведутся. Поэтому важную роль играют косвенные методы дендроиндикации этих событий.

Травматическая (по механическим повреждениям дерева). Следы от травм на стволах деревьев, оставленные селями и лавинами, хорошо датируются на кервах за 50-60 лет, далее в прошлое они встречаются единично [1].

Дендрометрическая (по изменениям абсолютных или относительных величин радиального прироста). Способы преобразования рядов прироста разработаны для датирования оползней [2], селей и лавин [1].

Деформационная (по эксцентричному росту ствола дерева при его наклоне и/или изгибе его основания). Является косвенным маркером оползней. Этот метод использовался для датирования лавин.

Анатомическая (по изменениям в анатомической структуре древесины: образование травматических смоляных ходов, реакционной древесины). Метод использовался для разграничения склоновых событий на конусах смешанного генезиса в условиях муссонного климата [3].

Возрастная (по появлению основных генераций древесных видов). Дает приблизительную оценку даты события.

Комбинация вышеописанных методов дендроиндикации в сочетании с недендроиндикационными методами позволила

выполнить пространственно-временную реконструкцию опасных склоновых событий в Горном Алтае.

Список литературы

1. Николаева С. А., Савчук Д. А., Кузнецов А. С. // Геориск. 2017. № 2. С. 56–63.
2. Malik I., Wistuba M. // Geochronometria. 2012. Vol. 39. № 3. P. 180–196.
3. Sorg A., Bugmann H., Bollschweiler M., Stoffel M. // Dendrochronologia. 2010. Vol. 28. P. 215–223.

Monitoring of hazardous geomorphic events in the Altai Mountains

D. A. Savchuk, S. A. Nikolaeva

*Institute of monitoring of climatic and ecological systems SB RAS,
10/3 Academicheskyy prospekt, Tomsk*

savchuk@imces.ru

Hazardous geomorphic events (debris flows, avalanches, landslides, rockfalls, etc.) change landscapes and ecosystems, disrupt infrastructure, sometimes lead to loss of life. A permanent annual monitoring of such events becomes to be necessary. Regular monitoring of the events is not carried out in the Altai Mountains. In this way, indirect dendroindication methods of the reconstruction of the events play an important role.

Traumatic dendroindication (by mechanical damage, wounds and injuries in a tree). The scars of the injuries in the tree trunks left by debris flows and avalanches are well dated on cores for the last 50-60 years before the present, further in the past they are encountered singly [1].

Dendrometric dendroindication (by changes in the absolute or relative values of radial increment). Methods for transforming the tree ring width series are developed for dating landslides [2], debris flows and avalanches [1].

Deformation dendroindication (by the eccentric growth of the tree trunk which tilts and/or its base bends). The eccentricity is an indirect marker of landslides. This method was used to date avalanches.

Anatomical dendroindication (by changes in the anatomical structure of wood: the formation of tangential rows of traumatic resin ducts and reaction wood). The method was used to distinguish geomorphic events (debris flows or landslides, for example) on cones of mixed genesis under the monsoon climate [3].

Age dendroindication (by the appearance of the main generations of tree and shrub species). The method estimates approximately the date of the event.

The combination of the dendroindication methods above made it possible to provide the spatial and temporal reconstruction of the hazardous geomorphic events in the Altai Mountains.

References

1. Nikolaeva S.A., Savchuk D.A., Kuznetsov A.S. // Georisk. 2017. № 2. P. 56–63. [in Russian with English abstract]
2. Malik I., Wistuba M. // Geochronometria. 2012. Vol. 39. № 3. P. 180–196.
3. Sorg A., Bugmann H., Bollschweiler M., Stoffel M. // Dendrochronologia. 2010. Vol. 28. P. 215–223.

Влияние выбросов объектов теплоэнергетики, использующих различный вид топлива, на пылевое загрязнение атмосферного воздуха

А.В. Таловская, Е.Г. Язиков, Е.А. Филимоненко, Т.С. Шахова,
Н.А. Осипова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

talovskaj@yandex.ru

Работа посвящена сравнительной характеристике состава пылевых выбросов сельских и городских объектов теплоэнергетики, использующих различный вид топлива (уголь, газ, нефть, дрова) на основе изучения снегового покрова как планшета-накопителя загрязняющих веществ из атмосферы.

Проводился отбор проб снегового покрова в окрестностях сельских угольных, газовых, дровяных и нефтяных котельных Томской области и Томской ГРЭС-2. Содержание макро- и микроэлементов в пробах твердого осадка снега определялось инструментальным нейтронно-активационным анализом, твердофазные формы элементов – сканирующей электронной микроскопией, минеральный состав – рентгеновской дифрактометрией.

Определены некоторые особенности уровня аэротехногенного загрязнения и техногенная специализация пылевых выбросов, осевших на снеговой покров в окрестностях изучаемых объектов ТЭК, в

зависимости от вида используемого топлива и технологических параметров. Выявлена зависимость уровня пылевого загрязнения снегового покрова, а также поступление макроэлементов, тяжелых металлов, редких, редкоземельных и радиоактивных элементов, минеральных и техногенных частиц от вида используемого топлива, тепловой и энергетической мощности изучаемых объектов. Определены наиболее вероятные элементы-индикаторы и специфичные техногенные частицы в твердом осадке снега, представляющие особую экологическую опасность, в окрестностях изучаемых объектов.

Установлено, что природный газ и дровяное топливо являются наиболее экологичным видом топлива независимо от технологических параметров сельских котельных. Многолетний мониторинг в зоне воздействия Томской ГРЭС-2 позволил установить индикаторы ее техногенного воздействия.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-45-700184р_а.

Результаты мониторинга гидрометеорологических характеристик автономным измерительным комплексом «Майма» в бассейне р. Майма (Горный Алтай)

В.А. Уйманова, В.В. Зуев, Н.Е. Зуева, С.А. Кураков

*Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

skvaleri91@mail.ru

Под воздействием современных климатических изменений во многих регионах России в последние десятилетия отмечается увеличение повторяемости опасных гидрологических явлений и чрезвычайных ситуаций гидрологического характера [1].

С увеличением частоты опасных наводнений территория Республики Алтай и предгорно-низкогорная часть Алтайского края с большим количеством крупных сельских населенных пунктов и городов являются наиболее подверженными риску затопления участками бассейна Верхней Оби. [2].

В условиях высокого риска наводнений и других опасных гидрологических явлений важное значение приобретает оперативный

мониторинг гидрометеорологической обстановки, включая информацию о почве и грунтах, позволяющий оценить развитие ситуации и принять меры для минимизации ущерба. Территория Республики Алтай при этом характеризуется дефицитом гидрометеорологической информации.

Для контроля гидрометеорологической обстановки в бассейне р. Майма была установлена система автономного мониторинга состояния окружающей среды, разработанная в Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (ИМКЭС СО РАН) [3]. АК «Майма» позволяет дистанционно контролировать гидрометеорологические изменения, оперативно получая информацию со всей территории водосборного бассейна в любое время года.

Список литературы

1. Экстремальные гидрологические ситуации / отв. ред. Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова, И.С. Зайцева. М.: ООО «Медиа-ПРЕСС», 2010. 464 с.

2. Харламова Н.Ф., Плехова А.В. Факторы формирования чрезвычайных гидрологических ситуаций в бассейнах малых рек предгорно-низкогорной зоны Алтая // Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования / Барнаул, 20-24 октября 2015 г. С. 1407–1410.

3. Кураков С.А. Система автономного мониторинга состояния окружающей среды // Датчики и системы. 2012. № 4. С. 29–32.

Monitoring of hydrometeorological characteristics in the basin of the river Maima (the Altai Mountains): results based on the autonomous measuring complex "Maima"

V.A. Uymanova, V.V. Zuev, N.E. Zueva, S.A. Kurakov

Institute of monitoring of climatic and ecological systems SB RAS, Tomsk, Akademicheskyy st., 10/3

skvaleri91@mail.ru

Under the impact of modern climate changes in many regions of Russia in recent decades, there has been an increase in the frequency of dangerous hydrological events and hydrological emergencies [1].

With an increase in the frequency of dangerous floods, the territory of the Altai Republic and the foothill-lowland part of the Altai Territory with a

great number of large rural settlements and cities are the most vulnerable to flooding in the Upper Ob River Basin [2].

Under high risk conditions of floods and other dangerous hydrological phenomena, the operative monitoring of the hydrometeorological situation, including the data on soil and ground, makes it possible to assess the actual situation and take measures to minimize damage. The territory of the Altai Republic is characterized by a lack of hydrometeorological data.

To control the hydrometeorological situation in the basin of the river Maima a system of autonomous monitoring of the state of the environment developed at the Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the SB RAS (**IMCES SB RAS**) [3] was established. AC "Maima" allows remote monitoring of hydrometeorological changes promptly receiving information from the entire catchment area at any time of the year.

References

1. Ekstremal'nye gidrologicheskie situatsii / otv. red. N.I. Koronkevich, E.A. Barabanova, I.S. Zaitseva. M.: OOO «Media-PRESS», 2010. 464 s.

2. Kharlamova N.F., Plekhova A.V. Faktory formirovaniia chrezvychainykh gidrologicheskikh situatsii v basseinakh malykh rek predgorno-nizkogornoj zony Altaia // Lomonosovskie chteniia na Altae: fundamental'nye problem nauki i obrazovaniia / Barnaul, 20-24 oktiabria 2015 g. S. 1407–1410.

3. Kurakov S.A. Sistema avtonomnogo monitoringa sostoianiiia okruzhaiushchei sredy // Datchiki i sistemy. 2012. № 4. S. 29–32.

Геохимический мониторинг атмосферного загрязнения Cu и Pb, Zn, Cd верховых болот юго-востока Западной Сибири

Ю.А. Харанжевская^{1,2}, А.А. Синюткина¹, Л.П. Гашкова^{1,2}

¹Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа - филиал СФНЦ РАН

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, ул. Гагарина, 3

kharan@yandex.ru

Западная Сибирь является уникальным объектом для исследования, где сохранились обширные территории ненарушенных болот, единственным источником загрязнения для которых является дальний атмосферный перенос. Исследования атмосферных выпадений проводилось с расчетом модуля аэрозольного поступления

Cu и Pb, Zn, Cd в пределах трех сосново-кустарничково-сфагновых болот в зонах влияния городской агломерации Томск-Северск, нефтегазового комплекса в районе с. Парабель, а также на условно фоновой территории в 30 км от с. Бакчар. Модуль аэрального поступления Cu и Pb, Zn, Cd оценивался с применением метода пассивного отбора проб атмосферного оседания пыли [1] по содержанию частиц на 1 м^2 за интервал времени 1 месяц. Исследования атмосферных выпадений в пределах верховых болот показали увеличение модуля аэрального поступления относительно фона по Cu в 1,32 раза ($0,086 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{месяц}$), по Pb в 2,71 раз ($0,038 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{месяц}$) в 100-км зоне нефтяного месторождения Гураринского относительно фона связанное со сжиганием нефтепродуктов на стационарных источниках (объекты нефтегазового комплекса). В 20-км зоне городской агломерации Томск-Северск отмечено возрастание модуля аэрального поступления Pb в 1,71 раз относительно фона ($0,024 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{месяц}$) что связано с выбросами автомобильного транспорта и объектов коммунального хозяйства в пределах городов Томск и Северск. Повышенное содержание Zn в 2 раза относительно фона в атмосферных выпадениях связано также с объектами нефтегазового комплекса ($0,808 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{месяц}$), а экстремально высокое поступление Zn ($3,63 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{месяц}$) и появление Cd в составе проб наблюдается после пожаров в летний период 2016 года в пределах фоновой территории в районе с. Бакчар.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-45-700418 –р_а.

Список литературы

1. Reheis M.S. Dust deposition in Nevada, California, and Utah, 1984-2002. U.S. Geological Survey, Open-File Report 03-138, 2003. 11 p.

Geochemical monitoring of Cu, Pb, Zn, and Cd atmospheric pollution in the raised bogs of south-eastern Western Siberia

Yu.A. Kharanzhevskaya^{1,2}, A.A. Sinyutkina¹, L.P. Gashkova^{1,2}

¹*Siberian Research Institute of Agriculture and Peat-branch of the SFSCA RAS*

²*National Research Tomsk State University, Tomsk, Gagarin, 3*

kharan@yandex.ru

Western Siberia is a unique area for research where vast areas of undisturbed bogs are preserved and the only source of pollution is long-

range atmospheric transport. Studies of atmospheric deposition were carried out by analysing the aerial intake of Cu, Pb, Zn, and Cd within three pine-shrub-sphagnum raised bogs in the zones of influence of the Tomsk–Seversk urban agglomeration and the oil and gas complex in the area of Parabel village as well as in a conditionally background area 30 km from Bakchar village. The modulus of the aerial intake of Cu, Pb, Zn, and Cd was estimated using the method of passive sampling of atmospherically deposited dust [1] to determine the content of particles per m^2 over a time interval of 1 month.

Studies of the atmospheric deposition within the raised bogs showed an increase in the aerial intake modulus relative to the background of 1.32 times for Cu ($0.086 \text{ mg}/m^2 \cdot \text{month}$) and 2.71 times for Pb ($0.038 \text{ mg}/m^2 \cdot \text{month}$) in the 100-km zone around the Gurarinsky oil field associated with the burning of petroleum products at stationary sources (oil and gas complex facilities). In the 20-km zone of the Tomsk–Seversk urban agglomeration, the increase in the Pb aerial intake modulus was observed to be 1.71 times the background ($0.024 \text{ mg}/m^2 \cdot \text{month}$), which is associated with emissions of road transport and utilities within the cities of Tomsk and Seversk. The increased Zn content in atmospheric deposition by 2 times relative to the background is also associated with oil and gas complex objects ($0.808 \text{ mg}/m^2 \cdot \text{month}$). Extremely high Zn intake ($3.63 \text{ mg}/m^2 \cdot \text{month}$) and the appearance of Cd in the samples were observed after fires in the summer of 2016 within the limits of the background area 30 km from the Bakchar village.

The reported study was funded by RFBR according to the research project № № 16-45-700418.

References

1. Reheis M.S. Dust deposition in Nevada, California, and Utah, 1984-2002. U.S. Geological Survey, Open-File Report 03-138, 2003. 11 p.

Оценка постпирогенной токсичности вод северо-восточной части Васюганского болота

Е.Н. Бурнашова^{1,2}, Ю.А. Харанжевская^{1,2}

¹Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа - филиал СФНЦА РАН

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, ул. Гагарина, 3

kharan@yandex.ru

Загрязнение водной среды тяжелыми металлами является глобальной экологической проблемой в связи с их высокой токсичностью. При пожарах в пределах болот происходит накопление продуктов горения и увеличивается содержание веществ, токсичность которых для большинства водных организмов проявляется уже в малых концентрациях. Для оценки токсичности пробы воды отбирались в октябре 2017 г. в пределах 4 участков сосново-кустарничково-сфагновых болот (северо-восточные отроги Васюганского болота) и в реке Гавриловка: 2 пробы были отобраны в пределах участка лесомелиорации Бакчарского болота в бассейне реки Гавриловка и после пожара в 2016 году, 2 пробы были отобраны в пределах участка лесомелиорации Иксинского болота в междуречье рек Шегарка и Икса и после пожара в 1998 году. Токсичность проб поверхностных природных вод определялась по аттестованным методикам биотестирования в Центре биотестирования безопасности нанотехнологий и наноматериалов «Биотест-Нано» НУ ТГУ. В качестве тест-объекта использовали монокультуру рачков-фильтраторов *Daphnia magna* Straus. Воды осушенных болот и после пожара 1998, 2016 гг. характеризуются превышением норм ПДК_{хоз.-пит.} по NH_4^+ , $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и ХПК, речные воды - по $\text{Fe}_{\text{общ}}$ и ХПК. Воды, отобранные в пределах сосново-кустарничково-сфагнового болота, выгоревшего в 2016 году, характеризуются превышением нормативов по содержанию Pb. В процессе биотестирования было выявлено, что испытываемые пробы оказывают негативное воздействие на тест-организмы *D. magna* Str. Степень токсичности определялась как токсичная, индекс токсичности 100 %, класс опасности IV. В водах реки Гавриловка степень токсичности характеризуется как нетоксичная, класс опасности V, индекс токсичности 16,7 %.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-45-700418 –р_а.

Список литературы

1. Atli G., Canli M. Alterations in ion levels of freshwater fish *Oreochromis niloticus* following acute and chronic exposures to five heavy metals // *Turkish Journal of Zoology*. – 2010. – №35. – P. 725–736.

Assessment of the post-pyrogenic water toxicity in the north-eastern part of the Great Vasyugan mire

E.N. Burnashova^{1,2}, Yu.A. Kharanzhevskaya^{1,2}

¹*Siberian Research Institute of Agriculture and Peat-branch of Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the RAS*

²*National Research Tomsk State University, Tomsk, Gagarin, 3*

kharan@yandex.ru

Pollution of the aquatic environment with heavy metals is a global environmental problem due to their high toxicity. In fires within the mires, combustion products accumulate and the content of substances increases, the toxicity of which for most aquatic organisms is already manifested in small concentrations.

To assess the toxicity, water samples were collected in October 2017 within 4 pine-shrub-sphagnum bogs (north-eastern part of the Great Vasyugan mire) and in the Gavrilovka River: 2 samples were taken within the forest drainage area of the Bakchar bog in the Gavrilovka River basin and after a fire in 2016, two samples were taken selected within the forest drainage area of the Iksa bog in the interfluvium of the Shegar and Iksa Rivers and after the fire in 1998. The toxicity of samples of waters was determined by certified biotesting methods at the Center for Biotesting Safety of Nanotechnology and Nanomaterials "Biotest-Nano" at the NU TSU. A monoculture of filter cages *Daphnia magna* Straus was used as a test object.

Waters of drained bogs and after the fire of 1998, 2016 are characterized by exceeding the norms of MAC on NH_4^+ , Fe_{total} and COD, river waters - on Fe_{total} and COD. The waters selected within the pine-shrub-sphagnum bog, burned in 2016, are characterized by exceeding the standards for Pb content. In the process of biotesting, it was revealed that the test samples had a negative effect on the test organisms of *D. magna* Str. The toxicity level was defined as toxic, a toxicity index of 100%, a hazard class IV. In the waters of the Gavrilovka River, the degree of toxicity is characterized as non-toxic, hazard class V, toxicity index 16.7%.

The reported study was funded by RFBR according to the research project № № 16-45-700418.

References

1. Atli G., Canli M. Alterations in ion levels of freshwater fish *Oreochromis niloticus* following acute and chronic exposures to five heavy metals // Turkish Journal of Zoology. – 2010. – №35. – P. 725–736.

Оценка многолетней динамики содержания органических веществ в водах р. Гавриловка (Западная Сибирь)

А.А. Хаустова¹, Ю.А. Харанжевская^{1,2}

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, пр. Ленина, 36

²Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа - филиал СФНЦ РАН, г. Томск, ул. Гагарина, 3

¹ltetomsk@yandex.ru, ²kharan@yandex.ru

С изменением климата неразрывно связана проблема изменения качества природных вод. Исследования показывают, что в результате повышения температуры воздуха в Западной Сибири возможно ускорение процессов разложения органических остатков, накопленных в болотах, что будет способствовать значительному увеличению концентраций органических веществ в болотных и речных водах региона [1]. Целью работы является оценка содержания органических веществ ($C_{\text{орг}}$) в водах р. Гавриловка и тенденций его многолетнего изменения. Исследования проводились в пределах бассейна р. Гавриловка, левобережного притока р. Икса (Средняя Обь), осушенного с целью лесомелиорации. В настоящее время отмечается снижение водопрпускной способности каналов вследствие их зарастания и заторфовывания. В 2016 г на территории осушенного болота произошел пожар, охвативший площадь более 7 км². Отбор речных вод производился 1 раз в месяц в период 2006-2016 гг. в центре потока с глубины 20-30 см в специально подготовленные пробоотборники. Определение $C_{\text{орг}}$ выполнялось в аккредитованном Лабораторно-аналитическом центре СибНИИСХиТ по Тюрину с фотометрическим окончанием (СТП 0493925-008-93).

Исследования показали, что в водах р. Гавриловка, собирающей сток с осушенного верхового болота отмечаются более высокие (на 36 %) концентрации $C_{\text{орг}}$ в сравнении естественными территориями. В сезонной динамике наблюдается изменение концентраций в речных водах под влиянием колебаний температуры воздуха, количества атмосферных осадков и динамики уровней и расходов воды.

Максимальные за год концентрации $C_{\text{орг}}$ в речных водах наблюдаются в наиболее теплообеспеченный период года с июня по август. Анализ многолетних изменений выявил тенденцию к снижению содержания $C_{\text{орг}}$ в речных водах, однако статистически значимого тренда не обнаружено.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00376 мол-а.

Список литературы

1. Frey KE, Smith LC (2005) Amplified carbon release from vast West Siberian peatlands by 2100. *Geophys Res Lett* 32, L09401. doi:10.1029/2004GL022025

Модель межгодовой изменчивости эвтрофирования экосистемы водохранилища

А.А. Цхай^{1,2}, В.Ю. Агейков²

¹ *Институт водных и экологических проблем СО РАН, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1*

² *Алтайский государственный университет им. И.И. Ползунова, 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46*

taa1956@mail.ru

Исследована проблема оценки изменения трофического статуса водной экосистемы на основе моделирования биогеохимических циклов. Прогноз качественных эффектов, связанных с развитием сукцессий сообществ гидробионтов, с возможным нарушением гомеостаза экосистемы требует расширения границ общепринятых подходов (например, [1]).

В связи с этим возникает вопрос об изменении структуры модели экосистемы водоема. Это означает учет изменения видового состава и уровня развития различных видов водорослей, которые моделируются как агрегированная переменная "фитопланктон". В работе использованы средства структурно-динамического моделирования [2].

Принцип естественного отбора Дарвина дает ориентир для учета изменения структуры биоразнообразия. Этот учет приводит к изменению модельных характеристик физиологической активности фитопланктона в течение года.

Из всех наборов возможных траекторий развития экосистемы каждые расчетные сутки выбирается одна, которой соответствует

максимальное значение эксергии (термодинамической характеристики, отражающей удаленность системы от состояния "мертвого" вещества).

На основе модифицированной модели биогеохимических циклов трансформации питательных веществ охарактеризован тренд изменения уровня эвтрофирования, соответствующий данным многолетнего мониторинга Новосибирского водохранилища.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Алтайского края в рамках научного проекта № 18-41-220002.

Список литературы

1. Цхай А.А., Леонов А.В. // Водные ресурсы. 1995. Т.22. № 3. С. 261-272
2. Jørgensen S.E. // Int. J. of Design & Nature and Ecodynamics. 2012. Vol. 7. № 2. P. 117-139.

Model of eutrophication interannual variability for reservoir ecosystem

A. A. Tskhai^{1,2}, V. Yu. Ageikov¹

¹ *Institute for Water and Environmental Problems, Molodyozhnaya Str. 1, Barnaul, 656038 RF*

² *Altai State Technical University named I. I. Polzunov, Lenin Av. 46, Barnaul, 656038 RF*

taa1956@mail.ru

The problem of assessing changes in the trophic status of the aquatic ecosystem based on modeling of biogeochemical cycles was investigated. Prediction of qualitative effects associated with the development of successions of hydrobionts communities, with a possible violation of the ecosystem homeostasis requires expanding the boundaries of conventional approaches (for example, [1]).

This raises the question of changing the structure of the reservoir ecosystem model. This means taking into account changes in species composition and level of development of different species of algae, which are modeled as an aggregate variable "phytoplankton". The investigation uses structural-dynamic modeling tools [2].

The principle of natural selection of Darwin provides a guide to account for changes in the structure of biodiversity. This accounting leads to a change in the model characteristics of the physiological activity of phytoplankton during the year.

Of all the sets of possible trajectories of ecosystem development, one is selected every estimated day, which corresponds to the maximum value of

exergy (thermodynamic characteristics that reflect the distance of the system from the state of "dead" substance).

On the basis of the modified model of biogeochemical cycles of nutrient transformation the trend of eutrophication level change, corresponding to the data of long-term monitoring of the Novosibirsk reservoir was characterized.

The reported research was funded by Russian Foundation for Basic Research and the government of the Altai region of the Russian Federation, grant № 18-41-220002.

References

1. Tskhai A.A., Leonov A.V. // Water Resources. 1995. Vol. 22. № 3. P. 261-272.
2. Jørgensen S.E. // Int. J. of Design & Nature and Ecodynamics. 2012. Vol. 7. № 2. P. 117-139.

Аналитический контроль содержания металлических примесей в сварочных аэрозолях

А.Ю. Шибаев, В.В. Шелковников

*Национальный исследовательский Томский государственный
университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36*

alex941g@gmail.com

В процессе выполнения сварочных работ в окружающий воздух выделяются аэрозоли, содержащие канцерогенные вещества, которые могут вызывать профессиональные заболевания. Состав сварочных аэрозолей зависит от типа свариваемого металла и используемых электродов. Основными компонентами сварочных аэрозолей являются: металлы (Fe, Mn, Zn и др.), их оксиды (FeO, Fe₂O₃, MnO, Mn₃O₄, ZnO и др.), шпинели (MnFe₂O₄, Fe₃O₄, CaFe₂O₄ и др.), фториды (NaF, MnF₂, CaF₂ и др.), силикаты (CaSiO₃, Fe₂[SiO₄], Mn₂[SiO₄] и др.) и другие соединения, а также пыль, содержащая до 70 % кристаллического или аморфного SiO₂. В связи со сложным составом сварочных аэрозолей их анализ трудоемкий, продолжительный и экономически затратный. Поэтому необходимы надежные и экспрессные методы контроля уровня загрязнения воздуха рабочей зоны. Данная работа посвящена разработке методик анализа содержания железа, марганца, хрома и цинка в аэрозолях.

Отбор проб воздуха рабочей зоны проводили на фильтры АФА разных модификаций путем прокачивания определенного объема

воздуха с помощью аспиратора при скорости 10 дм³/мин. Переведение твердой составляющей сварочного аэрозоля с фильтра в раствор осуществляли обработкой фильтра раствором хлороводородной кислоты или мокрым озонением. Контроль содержания металлов проводили методом инверсионной вольтамперометрии. Для переведения элементов в электроактивную форму использовали фотохимические реакции. Одновременное определение содержания марганца и цинка проводили на модифицированном сополимером метилметакрилата и метакриловой кислоты электроде, инкапсулированном солями ртути на фоне Na₂SO₃, содержание железа – на графитсодержащем электроде модифицированном наночастицами золота на фоне хлороводородной кислоты. Хром определяли методом катодной адсорбционной инверсионной вольтамперометрии. Результаты анализа, полученные по разработанным методикам, согласуются с методом АЭС с индуктивно-связанной плазмой.

Analytical control of the content of metallic impurities in welding aerosols

A. Yu. Shibaev, V. V. Shelkovnikov

National Research Tomsk State University, 634050, Tomsk, Lenin Ave. 36

alex941g@gmail.com

During the welding process, aerosols containing carcinogenic substances that can cause occupational diseases are released in the surrounding air. The composition of welding aerosols depends on the type of metal to be welded and their electrodes. The main components of welding aerosols are: metals (Fe, Mn, Zn, etc.), Their oxides (FeO, Fe₂O₃, MnO, Mn₃O₄, ZnO, etc.), Spinels (MnFe₂O₄, Fe₃O₄, CaFe₂O₄, etc.), Fluorides (NaF, MnF₂, CaF₂, etc.), Silicates (CaSiO₃, Fe₂ [SiO₄], Mn₂ [SiO₄], etc.) and other compounds, as well as dust containing up to 70% crystalline or amorphous SiO₂. In connection with the complex composition of welding aerosols, their analysis is labor-intensive, time consuming and cost-effective. Therefore, reliable and rapid methods of monitoring the level of air pollution in the work area are needed. This work is devoted to the development of a technique for analyzing the content of iron, manganese, chromium and zinc in aerosols.

Sampling air working area on AFA filters of various modifications was carried out by pumping a certain volume of air with an aspirator at a speed of 10 дм³ / min. The conversion of the solid component of the welding aerosol with the filter in the solution is treated by filtration of hydrochloric

acid or by wet ashing. The content of metals was monitored by the method of stripping voltammetry. Photochemical reactions were used to convert the elements into an electroactive form. Simultaneous determination of the content of manganese and zinc was carried out on an electrode modified with a copolymer of methyl methacrylate and methacrylic acid encapsulated with salts of mercury with Na_2SO_3 background. The content of iron - on a graphite-containing electrode modified with gold nanoparticles on the background of hydrochloric acid. Chromium content was determined by the method of cathode adsorption inversion voltammetry. The results of the analysis, received with the designed methods, are consistent with the method of nuclear power plants with inductively coupled plasma.

Влияния различных факторов на сезонные и суточные вариации радона в атмосфере

Г.А. Яковлев¹, Т.Х. Нгуен², П.М. Нагорский³, В.С. Яковлева²

¹*МБОУ лицей при Томском политехническом университете, 634028, Россия, г. Томск, ул. А. Иванова, 4*

²*Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

³*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 364055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

vsyakovleva@tpu.ru

Мониторинг радона в приземной атмосфере проводят для решения различных прикладных задач радиоэкологии и радиобиологии – для оценки влияния малых доз радиации на население, геофизики и климатологии – для изучения движения воздушных масс, электрических свойств атмосферы и пр.

Мониторинг объемной активности (ОА) радона, торона и дочерних продуктов распада в атмосфере производили с конца 2016 г. на экспериментальной площадке Томской обсерватории радиоактивности и ионизирующих излучений, ТПУ-ИМКЭС. Радиометры радона RTM2200 (Германия) и RAD7 (США) были установлены на разных высотах, измерения вели с тактом 30 мин.

По результатам анализа выявлена закономерность в сезонной динамике радона: максимальное значение наблюдаются зимой, а минимальные – весной. Данные хорошо согласуются с результатами исследований радона в Финляндии. В Словакии и Польше, наоборот, было получено, что максимальные значения наблюдаются в теплый

период, а минимальные – в холодный период. Эти различия связаны с особенностями климата.

Суточные вариации ОА радона проявляются в периоды без осадков, максимум наблюдается в предрассветные часы, когда атмосфера наименее подвижна, а минимумом – днем, когда вертикальное перемешивание воздуха благодаря турбулентной диффузии максимально.

Анализ экспериментальных данных ОА и ЭРОА радона, а также ОА торона, показал, что метеорологические факторы значимо влияют на ОА радона. Наиболее значимыми влияющими факторами являются влажность, температура, турбулентность приземной атмосферы, а также вертикальный ветер.

Проверка возможности замены мониторинга радона мониторингом альфа- и бета-фона в городской атмосфере

В.С. Кондратьева¹, Г.В. Якунин¹, Г.А. Яковлев², П.М. Нагорский³,
В.С. Яковлева¹

¹*Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30*

²*МБОУ лицей при Томском политехническом университете, 634028, Россия, г. Томск, ул. А. Иванова, 4*

³*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 364055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

vsk29@tpu.ru

В последнее время все чаще поднимается вопрос о действии малых доз радиации на живые организмы. Радиоактивный газ радон, как известно, вносит наибольший вклад в суммарную дозу облучения населения. Поэтому, исследование характеристик полей радона в городской атмосфере поможет провести более точные дозовые оценки.

Для оценок доз облучения необходимо знать информацию не только о величине объемной активности (ОА) радона, торона, дочерних продуктов их распада (ДПР) на уровне дыхания человека, но и о пространственном распределении. Радиометры радона, пригодные для уличного круглогодичного мониторинга являются довольно дорогостоящими, что сильно ограничивает масштаб исследований.

Целью настоящего исследования являлась проверка возможности замены мониторинга радона мониторингом альфа- и/или бета-фона с использованием экономичных блоков детектирования. Непрерывный

автоматизированный мониторинг изотопов ОА радона и ДПР, характеризуемой величиной эквивалентной ОА радона (ЭРОА) производили с конца 2016 г. в городе Томске на экспериментальной площадке ТПУ-ИМКЭС радиометром RTM2200 (Германия). Плотность потока (ПП) альфа- и бета излучений измеряли сцинтилляционными детекторами.

В результате была выявлена синхронность в динамике интегральных значений ОА и ЭРОА атмосферного радона и ПП альфа-излучения на годовом масштабе. Выявлены значимые корреляции между мгновенными значениями ОА радона и ПП альфа-излучения только в отдельные короткие периоды года. Сделан вывод о том, что мониторинг альфа-фона может заменить только мониторинг интегральных значений ЭРОА радона в приземной атмосфере.

Секция 8. Экологические аспекты техносферной безопасности

Оценка влияния пыли ферросплавного производства на экологическую обстановку в городе Челябинске

А.С. Альшакова

*Южно-Уральский государственный университет (национальный
исследовательский университет), 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76*

alsha.as@yandex.ru

Челябинск является одним из лидеров в рейтинге самых загрязненных городов России. Одним из факторов загрязнения атмосферного воздуха служат выбросы и отходы металлургического производства [1].

Целью данного исследования является оценка влияния пыли ферросплавов на экологическую обстановку, а также на здоровье населения.

Выбросы металлургических предприятий, содержащие мельчайшие твердые частицы (пыли), не уловленные газоочистными сооружениями, способны вызывать не только профессиональные заболевания у работников предприятия, но и негативно влиять на здоровье жителей города, неработающих на производственных предприятиях [2].

Пыли ферросплавов, собранные с газоочистных сооружений, скапливаются на территории металлургических предприятий, что негативно влияет на почву, а также создает опасность самовоспламенения [3].

В зависимости от физико-технологических характеристик, таких как размер частиц и удельная поверхность пыли ферросплавов могут обладать различными свойствами, влияющими на степень очистки проходящих газов, способность пыли к воспламенению, вероятность проникновения в дыхательные пути, а также на скорость взаимодействия с другими веществами [4].

Выводы: В ходе исследования мы выяснили, что пыли вносят огромный вклад в загрязнение атмосферного воздуха (порядка 30 тысяч тон ежегодно), а количество заболеваний органов дыхания среди составляет около 30% от числа всех заболеваний жителей

Челябинска, кроме того при длительном хранении пыли ферросплавов способны самовоспламеняться при взаимодействии с влагой окружающей среды.

Список литературы

1. Комплексный доклад о состоянии окружающей среды Челябинской области в 2016 году / Министерство экологии Челябинской области, 2017 – 158 с.

2. Пронина К.А. Качество атмосферного воздуха города Челябинска и его влияние на здоровье населения. Челябинск: ФГБОУ ВО «ЧГПУ», 2016 – 67 с.

3. Алиев Г.М.–А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. М: Металлургия, 1986 – 544 с.

4. Коузов П.А., Скрыбина Л.Я. Методы определения физико-химических свойств промышленных пыли. Л: Химия, 1983 – 143 с.

Evaluation of the influence of ferroalloy dust production on ecological situation in the Chelyabinsk city

A.S. Alshakova

*South Ural State University (National Research University),
454080, Chelyabinsk, Lenin Avenue, 76*

alsha.as@yandex.ru

Chelyabinsk is one of the leaders in the ranking of the most polluted cities in Russia. One of the factors of air pollution are emissions and waste of metallurgical production [1].

The purpose of this study is to assess the impact of ferroalloy dust on the environmental situation, as well as on the health of the population.

Emissions of metallurgical enterprises, containing the smallest solid particles (dust), not caught by gas treatment facilities, can cause not only occupational diseases among the employees of the enterprise, but also negatively affect the health of the residents of the city, who do not work at the production enterprises [2].

Ferroalloy dust collected from gas treatment facilities accumulate in the territory of metallurgical enterprises, which negatively affects the soil, and also creates the danger of self-ignition [3].

Depending on the physical and technological characteristics, such as particle size and specific surface area of ferroalloys dust may have different properties that affect the degree of purification of waste gases, the ability of

dust to ignite, the probability of penetration into the respiratory tract, as well as the rate of interaction with other substances [4].

Conclusions: in the course of the study, we found that dust makes a huge contribution to air pollution (about 30 thousand tons per year), and the number of respiratory diseases among is about 30% of all diseases of the residents of Chelyabinsk, in addition, with long-term storage of ferroalloys dust can self-ignite when interacting with the moisture of the environment.

References

1. A comprehensive report on the state of environment of the Chelyabinsk region in the year 2016 / the Ministry of environment of the Chelyabinsk region, 2017 – 158 p.

2. Pronina K.A. the quality of atmospheric air of Chelyabinsk and its impact on the health of the population. Chelyabinsk: of the "Petrozavodsk state University", 2016 – 67 p.

3. Aliev G.M.–A. Equipment dust collection and purification of industrial gases. M: metallurgy, 1986 – 544 p.

4. Kouzov P.A., Scriabin L.Y. Methods of determination of physical and chemical properties of industrial dust. L.: Chemistry, 1983 –143 p.

«Малая» теплоэнергетика и отопительные системы как источник канцерогенных рисков для городов Иркутской области

Л.И. Белых, М.А. Максимова

*Иркутский национальный исследовательский технический
университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83*

bgd@istu.edu

Мониторинг состояния атмосферного воздуха в городах России выявляет систематические превышения предельно допустимых концентраций канцерогенных бенз(а)пирена (Б(а)П), сажи, формальдегида [1]. Особенно выделяются города Восточной Сибири и Дальнего Востока, отличающиеся наличием теплоисточников «малой» мощности (котельные) и отопительных систем (домовые печи) со слоевым сжиганием угля и дров. Эти источники дают значительные вклады в загрязнение атмосферы продуктами неполного сжигания, среди которых более опасные канцерогенные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Состав этих веществ в выбросах от теплоисточников г. Иркутска был изучен в конце прошлого столетия [2-4]. Целью работы была ретроспективная оценка состояния

канцерогенной опасности ПАУ в теплоисточниках «малой» мощности на примере городов Иркутской области.

Проведен комплексный анализ мелких котельных и домашних печей, использующих угли и дрова, для городов Иркутской области.

Модернизирована методика расчета средних удельных выбросов канцерогенных ПАУ от слоевых отопительных котлов и домашних печей с периодическим сжиганием топлива. На ее основе оценены нагрузки канцерогенных Б(а)П, сажи и ряда ПАУ на атмосферу городов в сравнении с периодом конца прошлого века [2-4].

Определены пути снижения вредного воздействия «малых» теплоисточников на объекты окружающей среды с предложениями соответствующих мероприятий экологической безопасности.

Список литературы

1. Ежегодник «Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2016 год». С-Пб., 2017.

2. Павлов П.П. Дисс. Экологический анализ локальных систем теплоснабжения. Канд.техн. наук. Иркутск: РАН СО Институт систем энергетики им. Л.А. Меленьцева, 1999. 134 с.

3. Филиппов С.П. и др. // Известия академии наук. Энергетика. 2000. №3. С. 107-117.

4. Белых Л.И. и др. // Оптика атмосферы и океана. 2002. Т.15, №10. С. 944-948.

"Small" heat power engineering and heating systems as a source of carcinogenic risks for the cities of Irkutsk region

L. I. Belykh, M. A. Maksimova

*National Research Irkutsk State Technical University,
83, Lermontov str., Irkutsk, 664074*

bgd@istu.edu

Monitoring of atmospheric air in Russian cities reveals systematic exceedances of the maximum permissible concentrations of carcinogenic Benzo(a)pyrene (B(a)P), soot, formaldehyde [1]. Especially the cities of Eastern Siberia and the Far East, characterized by the presence of heat sources of "small" power (boilers) and heating systems (house furnaces) with the layer burning of coal and wood, are distinguished. These sources contribute significantly to the pollution of the atmosphere by incineration products, including more dangerous carcinogenic polycyclic aromatic

hydrocarbons (PAHs). The composition of these substances in emissions from heat sources of Irkutsk was studied at the end of the last century [2-4]. The aim of the work was a retrospective assessment of the status of carcinogenic danger of PAH in heat sources of "small" power on the example of the cities of the Irkutsk region.

The complex analysis of small boiler and house furnaces using coal and firewood for the cities of the Irkutsk region is carried out.

The method of calculation of average specific emissions of carcinogenic PAHs from layer heating boilers and house furnaces with periodic combustion of fuel is modernized. On its basis, the load of carcinogenic B(a)P, soot and a number of PAHs on the atmosphere of cities was estimated in comparison with the period of the last century [2-4].

The ways of reducing the harmful effects of "small" heat sources on the environment with the proposals of appropriate measures of environmental safety.

References

1. Yearbook "State of air pollution in cities in Russia for 2016". S-Pb., 2017.

2. Pavlov P. P. Diss. Environmental analysis of local heat supply systems. Kand. Techn. sciences'. Irkutsk: RAS, INSTITUTE of energy systems. L. A. Melentjeva, 1999. 134 p.

3. Filippov S. P. et al. // Proceedings of the Academy of Sciences. Energy. 2000. No. 3. P. 107–117.

4. Belykh L. I. et al. // Optics of the atmosphere and ocean. 2002. Vol. 15, №10. P. 944–948.

К вопросу о разработке имитационной модели лесных природных пожаров

Т.А. Белькова, Н.А. Алексеев

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск,
пр. Ленина, 30*

t-belkova@list.ru

Одним из наиболее опасных негативных факторов растительных пожаров является загрязнение приземного слоя атмосферы. Являясь длительными по времени, растительные пожары выбрасывают в атмосферу большое количество ядовитых веществ [1]. При пожарах в лесу сгорает не более 20-30% всей органической массы. Полнота ее сгорания скорость распространения, интенсивность и другие характеристики горения при пожаре в сильной степени зависят от

свойств горючих материалов, их количества, структуры, влажности и химического состава [2].

Существует необходимость на основе фактического материала (1974-2017 гг.) построить трендовые прогнозные уравнения на десяток лет вперед по всем параметрам и коэффициентам. Таким образом, методика будет считать не текущие, а прогнозные на много лет вперед значения [3]. Можно построить имитационную модель лесного пожара с заданными параметрами исследования (площадь начального возгорания, скорость ветра, влажность, состав лесного массива и т.д.) для прогноза времени выгорания лесной территории.

Имитационная модель лесных природных пожаров, учитывающая коэффициенты, характерные для данного типа местности, рельефа, растительности и климата, сможет эффективно и точно прогнозировать статистику пожаров на будущие периоды.

Список литературы

1. Аршинов, М.Ю. Исследование дисперсного состава аэрозоля в периоды весенней дымки и лесных пожаров / Аршинов М.Ю., Белан Б.Д. // *Оптика атмосф. и океана*. – 2011. – Т. 24; № 6. – с. 468-477.

2. Влияние лесных пожаров на массовую концентрацию, дисперсный и химический состав атмосферного аэрозоля в региональном масштабе / Бизин М.А., Попова С.А., Чанкина О.В., Макаров В.И., Шинкоренко М.П., Смоляков Б.С., Куценогий К.П. // *Оптика атмосф. и океана*. – . – 2013. – Т. 26; № 6. – с. 484-489.

3. Соловьев, С.В. Экологические последствия лесных и торфяных пожаров: дисс. ... канд. техн. наук / С.В. Соловьев Академия государственной противопожарной службы МЧС России. - Москва, 2006. - 222 с.

Оценка экологического ущерба атмосферному воздуху при разработке газоносных месторождений Лено-Тунгусской нефтегазонасной провинции

С.С. Тимофеева, Н.В. Горленко

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

timofeeva@istu.edu

В настоящее время перед газовой отраслью Российской Федерации возникают новые задачи. Это связано с геополитической необходимостью, помимо существующих месторождений природного

газа, разрабатывать в ближайшие годы новые газоносные регионы. В число таких регионов входят, прежде всего, Лено-Тунгусская провинция с наиболее перспективными месторождениями Ярактинское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ), месторождение Иктехского и Чеканское. Таким образом, география перспективных газоносных регионов охватывает территории Сибири. Соответственно, различные климатические условия этих регионов предполагают наличие характерных геоэкологических особенностей, которые необходимо учитывать при разработке концепции развития газовой отрасли. Более того, воздействие на окружающую среду объектов газовой промышленности проявляется, как на этапе сооружения, так и на стадии их эксплуатации. Актуальность данной проблемы значительно усиливается с учетом, как правило, суровых природно-климатических условий в перспективных регионах газодобычи. Это заставляет проводить изучение геоэкологических рисков для различных объектов газовой промышленности. Изучена экологическая обстановка в районе производственной деятельности газовых месторождений. Установлены основные экологические последствия добычи газа и её негативное влияние на окружающую среду. По результатам измерения факторов производственной среды установлено, что месторождения оказывают наибольшее загрязнение атмосферы выбросами вредных веществ, таких как оксид углерода, азота и природного газа. Проведена оценка экономического ущерба атмосферному воздуху при разработке месторождений. Суммарный эколого-экономический ущерб от загрязнения атмосферы при функционировании рассматриваемых предприятий 243,35 тыс. рублей. В результате было выявлено, что наибольший экономический ущерб атмосферному воздуху оказывает Ярактинское месторождение

Ключевые слова: природный газ, экологический ущерб, газовые месторождения, атмосферный воздух, загрязняющие вещества, сжигание попутного газа, нефтегазоносная провинция.

Assessment of environmental damage to atmospheric air in the development of gas-bearing deposits of the Lena-Tunguska oil and gas province

S.S. Timofeeva, N.V. Gorlenko

Irkutsk National Research Technical University

At present, new tasks arise for the gas industry in the Russian Federation. This is due to the geopolitical need to develop new gas-bearing regions, in addition to the existing natural gas fields, in the coming years.

These regions include, first of all, the Lena-Tunguska province with the most promising deposits the Yarakta oil and gas condensate field (NGKM), the Iktekh and the Chikanskoye deposits. Thus, the geography of promising gas-bearing regions covers the Siberian territories. Accordingly, the different climatic conditions of these regions imply the presence of characteristic geoeological features, which must be taken into account when developing the concept for the development of the gas industry. Moreover, the impact of gas industry objects on the environment is manifested both at the construction stage and at the stage of their exploitation. The urgency of this problem becomes significantly higher taking into account usually severe natural and climatic conditions in promising regions of gas production. This makes it necessary to study geoeological risks for various objects of the gas industry. We studied the ecological situation in the area of production activity of the gas fields and established the main environmental consequences of gas production and its negative impact on the environment. Having measured the factors of the production environment, we established that the deposits pollute the atmosphere mostly with emissions of harmful substances, such as carbon monoxide, nitrogen and natural gas. We carried out an estimation of the economic damage to atmospheric air during the development of the deposits. The total environmental and economic damage caused by atmospheric pollution during the operation of the enterprises under consideration amounts to 243.35 thousand rubles. As a result, it was found that the Yarakta field causes the greatest economic damage to atmospheric air.

Key words: natural gas, environmental damage, gas fields, atmospheric air, pollutants, gas flaring, oil and gas province.

Ингаляционные риски здоровью населения в районе Южного Прибайкалья в зоне воздействия алюминиевого производства

С.В. Иванова, И.А. Рябчикова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

rjabchik@bk.ru

В Приоритетный список городов РФ с высоким уровнем загрязнения атмосферы ежегодно попадает крупный промышленный центр Иркутской области – г. Шелехов. Индустриальный профиль

города определяет производство алюминия. Общая численность населения, подвергающегося ингаляционному воздействию выбросов вредных веществ, составляет более 56 тыс. человек. Цель работы – оценка ингаляционного риска для здоровья населения, проживающего в зоне влияния алюминиевого производства (на примере г. Шелехов Иркутской области).

Оценка проведена на основе методики Р 2.1.10.1920-04 с использованием современных санитарно-гигиенических норм. Определена нагрузка на население при вдыхании загрязненного воздуха (ингаляционный путь), проживающего в импактной зоне влияния алюминиевого производства. Выделено 2 группы вредных эффектов – канцерогенный и хронический неканцерогенный. Рассчитаны индивидуальные ингаляционные риски для населения и определены приоритетные вещества – источники риска.

Суммарный ингаляционный канцерогенный риск превышает приемлемый уровень и обусловлен в основном поступлением формальдегида и хрома. Их долевым вклад составил 46,7 % и 52,3 % соответственно. Хронический неканцерогенный риск обусловлен наличием в атмосферном воздухе трех соединений – взвешенных веществ (25 %), формальдегида (27 %) и Б(а)П (30 %). Коэффициент опасности (HQ) по каждому из этих веществ превышает безопасный уровень в три раза. По уровню неканцерогенного риска наиболее значимо влияние атмосферного воздуха на органы дыхания, иммунную систему и органы зрения, тем самым создается опасность развития их заболеваний.

Полученные характеристики риска можно воспринимать как ранги проблем, которые необходимо заложить в основу установления приоритетов профилактических мероприятий, направленных на снижение неблагоприятного влияния факторов окружающей среды на здоровье населения.

Community health inhalation risks registered in the Southern Baikal region in the zone of exposure to aluminium production

S.V. Ivanova, I.A. Ryabchikova

*Irkutsk National Research Technical University,
83, Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russia*

rjabchik@bk.ru

The town of Shelekhov, a great industrial centre of the Irkutsk region, is annually charted among Russian Federation towns characterized by a high level of atmosphere pollution. Aluminium production is responsible for the industrial profile of the town. The total number of population exposed to the inhalation impact of harmful matter emissions makes up more than 56 thousand. The paper is aimed at assessing the inhalation risks for the health of the population inhabiting the aluminium production affected area (the town of Shelekhov in the Irkutsk region being considered as an example).

The assessment has been carried out basing on the methodology of P 2.1.10.1920-04 with the application of modern sanitary-hygienic standards. Human load in view of polluted air inhalation (the inhalation path) has been determined with regard to the people residing in the impact zone of aluminium production influence. Two groups of harmful effects have been found out: cancerogenic and chronic non-cancerogenic. Individual inhalation risks with regard to the population have been calculated and the priority substances representing risk sources have been identified.

A total inhalation cancerogenic risk exceeds its acceptable level and is mainly conditioned by the influx of formaldehyde and chrome. Their basis of contribution makes up 46.7 % and 52.3 %, correspondingly. The availability of 3 compounds in the atmospheric air, namely, suspensions (25 %), formaldehyde (27 %) and Б(а)П (30 %) is responsible for the chronic non-cancerogenic risk. The danger coefficient (HQ) with regard to each of the substances exceeds the safe level by the factor of 3. As for the level of the non-cancerogenic risk, the influence of the atmosphere air on the respiratory organs, immune system and organs of sight is mostly significant and causes the danger of their medical problems.

The risk characteristics obtained can be recognized as rating the problems that are to be considered as the basis of establishing the priorities of selecting the preventive measures aimed at decreased unfavorable factors of the environment affecting the population health.

Об основных техногенных факторах, влияющих на экологическую обстановку

В.К. Козлова, В.В. Логвиненко, Ю.С. Саркисов

*Алтайский государственный технический университет, 656038,
Российская Федерация, г. Барнаул, пр. Ленина, 46
Томский архитектурно-строительный университет, Российская
Федерация, г. Томск, пл. Солянная, 2*

Работа большинства промышленных предприятий, энергетики и транспорта сопровождается получением побочных продуктов и отходов, отрицательно влияющих на экологическую обстановку. Основная задача предприятий при этом состоит в нахождении путей использования побочных продуктов и сокращения объема выбросов, не подлежащих утилизации. Среди указанных побочных продуктов, которые могут и должны быть использованы, основную часть составляют шлаки металлургических предприятий, шлаки и золы тепловых электростанций, радиоактивные отходы атомных электростанций, а также твердые отходы предприятий химической промышленности. К выбросам, которые в настоящее время практически не утилизируются, относится дымовые газы металлургических предприятий, цементных заводов и тепловых электростанций, содержащие большое количество углекислого газа, а также сернистый газ и оксиды азота. На тепловых электростанциях должна быть предусмотрена очистка дымовых газов от сернистого газа и оксидов азота, но на большинстве предприятий России такая очистка не осуществляется. Наибольшее количество оксидов азота содержится в дымовых газах теплоэлектростанций, на которых в котельных установках осуществляется высокотемпературное сжигание углей.

К значительному ухудшению экологической обстановки приводят выбросы выхлопных газов работающего транспорта. Масштаб вредного влияния на экологическую обстановку охарактеризованных газообразных выбросов многократно увеличивается за счёт того, что на их образование затрачивается огромное количество трудновосполняемого свободного кислорода. Сжигание всех видов топлива является двусторонним процессом, связанным не только с эмиссией продуктов сгорания в атмосферу, но и с потреблением из нее огромного количества свободного кислорода. С экологической точки зрения большие затраты кислорода в технологических процессах могут быть значительно опаснее, чем увеличивающееся содержание углекислого газа. Это во многом определяет повышенную

обеспокоенность мировой общественности по отношению к использованию кислородного ресурса атмосферы [1,2,3]. Среди факторов, снижающих уровень экологической безопасности, необходимо также отметить высокую интенсивность магнитных полей, особенно вблизи высоковольтных линий электропередач, электрифицированных железных дорог. По нашему мнению, экологическая служба всех регионов должна тщательно следить за деятельностью промышленных предприятий, связанных с утилизацией производственных отходов и стимулировать не захоронение отходов, а возможное их использование. Для предприятий, не решающих эти проблемы, должен быть введён высокий экологический налог. Одновременно необходимо повышать заинтересованность других предприятий, способных использовать отходы в производстве, так например, предприятий промышленности строительных материалов при использовании зол и шлаков, а также радиоактивных отходов [4]. При проектировании и строительстве новых энергетических предприятий должны быть пересмотрены устаревшие технологии и увеличена доля электроэнергии, получаемой с помощью возобновляемых источников.

Список литературы

1. Болдырев В.М. Экологическая доктрина в части атмосферного использования промышленных возможностей. -№ 9- 10 (64-65). -май 2003.
2. World Meteorological Organization (WMO): [Электронный ресурс], URL:<https://public.wmo.int/ru>
3. Козлова В.М., Логвиненко В.В. Влияние предприятий промышленности строительных материалов и энергетики на содержание в атмосфере кислорода и углекислого газа./ РЕСУРСОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ РЕГИОНА Сборник научных трудов Том 2.- © Саратовский государственный ISBN 978-5-7433-3217-5 (Том 2) технический университет, Саратов 2018/- с.296-300
4. Yuly Ilyevskiy, Valentina Kozlova Radioactive waste products and problems of ecology.// ECOLOGY AS A BRIDGE BETWEEN SCIENCE AND SOCIETY//Jerusalem cultural center,2007 s.47

Результаты социологического исследования населения г. Томска о сортировке мусора

А.И. Копытова¹, Г.В. Арышева², Е.М. Копытова¹

¹*Томский государственный педагогический университет, Россия, 634061, г. Томск, ул. Киевская, 60*

²*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

Ежегодно в России образуется около 70 млн тонн твёрдых коммунальных отходов. Поскольку многие отходы состоят из искусственных материалов, они разлагаются на свалках сотни лет, отравляя всё вокруг. В то же время 70 % отходов, которые сейчас заканчивают свою жизнь на свалках, можно использовать вторично. И с каждым годом эта доля растёт.

В работе описывается важность и необходимость сортировки мусора населением. Пункты приема отходов в г. Томске сгруппированы по их видам. Проанализированные результаты социологического исследования по теме «Сортировка мусора населением г. Томска» выявили ряд проблем в этом направлении. Для решения обнаруженных проблем сформулированы детальные рекомендации. Новизна настоящей работы заключается в том, что в г. Томске не проводились опросы и не изучалось мнение населения о раздельном сборе мусора.

Для жителей города Томска существуют реальные возможности для раздельного сбора мусора дома. Но когда проходишь мимо мусорных баков, замечаешь, что отходы лежат несортированные! Почему? Появилось решение провести опрос и выяснить почему это происходит. Цель социологического опроса: исследовать культуру населения г. Томска в области обращения с твердыми бытовыми отходами.

Проблема раздельного сбора мусора постепенно решается в г. Томске благодаря молодым специалистам. Так французский студент ТПУ организовал сбор и утилизацию пластиковых отходов, стекла и алюминия, установив по городу зеленые сетки. В конце января 2018 года в Томском государственном университете внедрили систему раздельного сбора мусора [1]. Начни с себя! Разделяй мусор дома! Природа – это тоже твой дом!

Полученные результаты представляют интерес как для школьников и студентов, так и для педагогов и работников в области экологии.

Список литературы

1. В Томском госуниверситете начали собирать мусор раздельно. - ИА Regnum. - URL: <https://regnum.ru/news/2371572.html> (25.01.2018)

The results of the sociological survey of Tomsk population on the waste sorting

A.I. Kopytova¹, G.V. Arysheva², E.M. Kopytova¹

¹*Tomsk State Pedagogical University, Russia, 634061, Tomsk, Kievskaya Street, 60*

²*National Research Tomsk Polytechnic University, Russia, 634050, Tomsk, Lenina Avenue, 30*

There are about 70 million tons of solid municipal wastes in Russia every year. Since many wastes consist of man-made materials which decompose in dumps for hundreds of years poisoning everything around. At the same time, 70% of the wastes, which now decompose in landfills, can be used again and with each year their share grows.

The paper describes the importance and necessity of sorting garbage by the population. The waste collection points in Tomsk are grouped according to their types. The analyzed results of a sociological survey on the topic "Sorting of garbage by the population of Tomsk (Russia)" revealed a number of problems in this direction. To solve the found problems, detailed recommendations are formulated. The novelty of this work is that there were no surveys conducted in Tomsk and the opinion of the population about the separate collection of garbage was not studied.

Thus, for residents of the city of Tomsk there are opportunities for separate collection of garbage at home. But when you pass by the garbage cans, notice that the waste is lying unsorted! Why? We decided to interview people and find out this problem. The purpose of the sociological survey is to investigate the culture of the population of Tomsk in the field of handling solid domestic waste.

The problem of separate collection of garbage is being gradually solved in Tomsk thanks to young specialists. So the French student of TPU organized the collection of plastic waste, glass and aluminum and recycling, setting the city green grid. At the end of January 2018, a separate garbage collection system was introduced at the Tomsk State University [1]. Begin with yourself! Share the garbage at home! Nature is also your home!

The obtained results are of interest for either schoolchildren and students or educators and workers in the area of ecology.

References

1. В Томском госуниверситете начали собирать мусор отдельно. - ИА Regnum. - URL: <https://regnum.ru/news/2371572.html> (25.01.2018)

Оценка сейсмических рисков библиотек г. Иркутска

С.С. Тимофеева, И.В. Кузнецова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

sstimofeeva@mail.ru

В последние годы на первое место в тематике научно-исследовательских работ многих сейсмоопасных регионов мира выдвинулась проблема оценки сейсмического риска городов при землетрясениях расчётной интенсивности, для решения которой необходимо, прежде всего, произвести оценку уязвимости зданий и сооружений, особенно обусловленных физическим износом и старением.

В свою очередь, физический износ связан со старением. Это количественная оценка технического состояния, показывающая долю ущерба по сравнению с первоначальным состоянием технических и эксплуатационных свойств конструкций.

Объектами исследования являлась структура «Централизованная библиотечная система» города Иркутска, в состав которой входят 26 библиотек, из них 8 – детские, 18 – общедоступные библиотеки.

Результаты расчетов уязвимости сейсмического риска существующих зданий библиотек в г. Иркутске получены на основе сплошной паспортизации для прогнозируемых землетрясений интенсивностью 7 и 8 баллов. Расчет показал, что:

– общая площадь зданий, получивших при землетрясении повреждение 3–5-й степени от тяжелых повреждений до разрушений составляет при 7 баллах – 277 кв. м, а при 8 баллах – 1720 кв. м, причём максимальные повреждения ожидаются в Правобережном и Ленинском округах. Минимальные повреждения ожидаются в зданиях библиотек Свердловского района;

– величина относительного материального ущерба от последствий землетрясений при сравнении 7-балльного с 8-балльным уровнем возрастает в среднем в 5 раз;

– индивидуальный сейсмический риск при сравнении 7-балльного с 8-балльным уровнем возрастает в среднем в 5 раз. Наименьший уровень риска относится к Свердловскому району.

Проведенное исследование свидетельствует о необходимости сейсмоусиления зданий, имеющих низкий класс сейсмостойкости С6 и С6,5, которые являются основным источником сейсмической опасности для посетителей и служащих библиотек.

Assessment of seismic risks of libraries of Irkutsk

S.S. Timofeeva, I.V. Kuznetsova

Irkutsk National Research Technical University, 83, Lermontov St., Irkutsk, Russian Federation, 664074

sstimofeeva@mail.ru

In recent years on the first place in scope of research works of many seismodangerous regions of the world the problem of assessment of seismic risk of the cities at earthquakes of settlement intensity has moved forward. It is necessary to make for a solution, first of all, assessment of vulnerability of the buildings and constructions which are especially caused by physical wear and aging. In turn, the physical wear is connected with aging. It is the quantitative assessment of technical condition showing a damage share in comparison with an initial condition of technical and operational properties of designs. In recent years on the first place in scope of research works of many seismodangerous regions of the world the problem of assessment of seismic risk of the cities at earthquakes of settlement intensity has moved forward. It is necessary to make for a solution, first of all, assessment of vulnerability of the buildings and constructions which are especially caused by physical wear and aging. In turn, the physical wear is connected with aging. It is the quantitative assessment of technical condition showing a damage share in comparison with an initial condition of technical and operational properties of designs.

Objects of a research was the structure "The centralized library system" of the city of Irkutsk which part 26 libraries are, from them 8 – nurseries, 18 – public libraries.

Results of calculations of vulnerability of seismic risk of the existing buildings of libraries in Irkutsk are received on the basis of continuous certification for the predicted earthquakes by intensity of 7 and 8 points. Calculation has shown that:

– the total area of the buildings which have sustained at an earthquake damage of the 3-5th degree from heavy damages before destructions is at 7 points – 277 sq. m, and at 8 points – 1720 sq. m, and the maximum damages are expected in Right-bank and Lenin districts. The minimum damages are expected in buildings of libraries of the Sverdlovsk district;

– the size of relative material damage from consequences of earthquakes when comparing 7-mark with 8-mark level increases on average by 5 times;

– the individual seismic risk when comparing 7-mark with 8-mark level increases on average by 5 times. The smallest risk level belongs to the Sverdlovsk district.

The conducted research testifies to need of seismostrengthening of the buildings having a low class of seismic stability of C6 and C6,5 which are the main source of seismic danger to visitors and employees of libraries.

Сейсмическая активность как фактор активизации оползневых процессов в природных условиях Кыргызстана

С.В. Романенко, Е.В. Ларионова, У.А. Малдыбаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

evl@tpu.ru

Оползневые процессы имеют широкое распространение на территории Кыргызстана, разнообразную природу образования, а масштабность и интенсивность их проявления отражает закономерно развивающиеся изменения рельефа горно-складчатых областей.

Решение проблемы прогнозирования активизации оползневых процессов имеет большое значение для предотвращения оползневых катастроф, обеспечения безопасности населения, объектов экономики и инфраструктуры.

Одним из важнейших факторов формирования оползневых процессов является сейсмическая активность. Ранее в работе [1] установлено линейная корреляционная связь между общим количеством зарегистрированных оползней и величиной землетрясений на территории 650 км², полученными по данным аэрофотосъемки и полевых исследований.

Целью данной работы является оценка взаимосвязи между оползневыми процессами и сейсмической активностью на территории Кыргызстана. Для выполнения работы были использованы данные сайта Международного сейсмологического центра и ГУ МЧС Кыргызстана [2–4].

Определено, что в Ошской области доля оползневых процессов достигает 51,5% от общего числа ЧС, в Жалал-Абадской области – 29%, а в Баткенской области – 16,6%, это свидетельствует о значимости оползневых процессов в данных областях. В работе найдена корреляция зависимости между оползневыми процессами и сейсмической активностью (сумма магнитуд землетрясений).

Показано, что наблюдается удовлетворительная линейная корреляция в исследуемых областях. Проведена оценка риска оползневых процессов для села Аскалы, Алайского района, Ошской области Республики Кыргызстан. Предложен ряд мероприятий для уменьшения риска оползневых процессов, оценена эффективность и окупаемость данных мероприятий. Показано, что лесомелиоративную защиту можно считать эффективной с точки зрения издержек.

Список литературы

1. Keefer D. K. // *Surveys in Geophysics*. 2002. V. 23. P. 473–510.
2. <http://www.isc.ac.uk/> – Международный сейсмологический центр.
3. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. Б: МЧС КР, 2017, 743 с.
4. Ибатулин Х.В. Мониторинг оползней Кыргызстана. Б: МЧС КР, 2011, 145с.

Математическое моделирование загрязнения водоема при повреждении нефтепровода

В.А. Перминов, С.В. Романенко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

perminov@tpu.ru

Реки являются основным источником водоснабжения. В настоящее время еще недостаточно эффективны способы очистки воды, особенно в случаях аварийных залповых выбросов различных веществ. В связи с оценкой состояния водной среды, представляет интерес методы описания распространения загрязняющих примесей в водоемах. В данной работе представлена математическая модель процесса тепло- и массопереноса, расчета полей скорости, температуры и концентраций загрязняющих компонент в водоеме. Разработанные методы предсказания уровней распределения загрязняющих примесей, попадающих в водную среду, могут быть использованы для контроля качества речной воды, в т.ч. при условии аварийных выбросов различных веществ в водоем.

В водоем загрязняющие вещества могут поступать с территории водосбора, со сточными водами, а также в результате аварийных залповых выбросов при аварийных разрывах нефтепроводов. Загрязняющие вещества могут либо растворяться в воде и затем

распространятся вниз по течению, либо переносятся в виде взвешенных частиц под действием течения реки. При этом последние, в некоторых случаях, могут оседать на дно реки, а затем подниматься со дна, например при неблагоприятных метеоусловиях, когда изменяются характеристики течения.

В результате анализа существующих моделей загрязнения водной среды, в рамках механики сплошных сред построена математическая модель, основанная на решении уравнений для турбулентной диффузии. При этом учитывается конфигурация и глубина реки, ее скорость течения, температура окружающей среды, параметры источников выбросов (координаты, динамика и состав выбросов). При данном подходе имеется возможность для включения дополнительных факторов, которые необходимо учитывать при расчете загрязнения окружающей среды. С использованием законов механики сплошных сред поставлена краевая задача для описания тепломассопереноса загрязняющих веществ в водоеме. В работе рассматривается пространственная задача конвективного тепло- и массопереноса загрязняющих веществ в водоеме. Источник загрязнения моделируется поверхностным источником массы нагретых веществ, выделяющихся в результате залпового выброса в течение некоторого времени. Считается, что течение носит развитый турбулентный характер, а для описания конвективного переноса под воздействием течения реки используются трехмерные уравнения Рейнольдса для турбулентного течения. Данная задача решалась численно. Дискретный аналог получен на основе метода контрольного объема [8]. Полученные в результате дискретизации системы сеточных уравнений разрешались с использованием метода SIP. Правильность работы программы была проверена с помощью метода введения аналитических решений. Для задания конфигурации реки использовался метод фиктивных областей, т.е. в контрольных объемах расчетной области, вне реки, были заданы и не менялись в процессе расчетов начальные значения функций, а компоненты скорости задавались равными нулю. В результате численных расчетов получены пространственные распределения полей скорости, температуры, концентраций компонент загрязняющих примесей в различные моменты времени.

С помощью представленной в данной работе математической модели можно исследовать динамику и пространственную картину загрязнения водоема под влиянием различных внешних условий (температуры воды, скорости течения реки и т.д.), а также параметров источника загрязнения.

Термоокислительная деградация металлических нанопорошков/эпоксидных композитов

Д. С. Липчанский, О. Б. Назаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

Lipuchka18@mail.ru

Введение металлических порошков в полимерную матрицу позволяет в широких пределах изменять электропроводность, теплопроводность, теплоемкость, магнитные характеристики полимерных материалов [1]. В то же время недостатком большинства полимеров является их высокая воспламеняемость и низкая термическая стабильность [2]. В связи с этим представляет интерес изучение термоокислительной деструкции полимерных композитов при введении нанопорошков металлов в качестве наполнителей.

Целью настоящей работы является изучение термоокислительной деструкции эпоксидных композитов, заполненных 5% нанопорошком меди и алюминия, а также с комбинацией металлических нанопорошков с борной кислотой. Тепловое поведение металлических нанопорошков/эпоксидных композитов при нагревании до 900 °С в атмосфере воздуха исследовали с помощью термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии.

Это исследование показало, что когда нанопорошок меди вводится в качестве наполнителя в эпоксидную матрицу, наблюдается быстрое разрушение образца. Алюминиевый нанопорошок мало влияет на термическую стабильность эпоксидных композитов в процессе термоокислительной деструкции. В то же время металлические нанопорошки приводят к улучшению термической стабильности эпоксидных композитов, если они сочетаются с традиционными антипиренами, например, с борной кислотой.

Список литературы

1. Fu Y.-X., He Z.-X., Mo D.-C., Lu S.-S. // Appl. Therm. Eng. 2014. Vol. 66. P. 493-498.
2. Morgan A.B., Gilman J.W. // Огненный маг. 2013. Vol. 37. С. 259-279.

Thermooxidative degradation of metal nanopowders/epoxy composites

D. S. Lypchansky, O. B. Nazarenko

Tomsk Polytechnic University, Lenin av. 30, Tomsk, 634050, Russia

Lipuchka18@mail.ru

The introduction of metal powders into the polymer matrix results in changing the electrical conductivity, thermal conductivity, heat capacity, magnetic characteristics of polymeric materials in a wide range [1]. At the same time, the disadvantage of most polymers is their high flammability and low thermal stability [2]. In this regard, it is of interest to study thermooxidative degradation of polymeric composites at introduction of metal nanopowders as fillers.

The aim of this work is to study the thermooxidative degradation of epoxy composites filled with 5 % of copper and aluminum nanopowders, as well as with combination of metal nanopowders with boric acid. The thermal behavior of the metal nanopowders/epoxy composites at the heating to 900 °C under air was investigated by thermogravimetric analysis and differential scanning calorimetry.

This study showed that when a copper nanopowder is introduced as filler into epoxy matrix, rapid destruction of the sample is observed. Aluminum nanopowder has little effect on the thermal stability of epoxy composites in the process of thermooxidative degradation. At the same time, metal nanopowders lead to an improvement in the thermal stability of epoxy composites if they are combined with traditional flame retardants, for example, with boric acid.

References

1. Fu Y.-X., He Z.-X., Mo D.-C., Lu S.-S. // *Appl. Therm. Eng.* 2014. Vol. 66. P. 493–498.
2. Morgan A.B., Gilman J.W. // *Fire Mater.* 2013. Vol. 37. P. 259–279.

Оценка риска угрозы здоровью населения Кемеровской области при ингаляционном воздействии вредных веществ

Н.Ю. Луговцова¹, С.С. Тимофеева²

¹*Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета, 652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

²*Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83*

lnyu-70583@bk.ru

Для выявления наиболее неблагоприятной с экологической точки зрения местности Кемеровской области были проанализированы данные государственных докладов по выбросам загрязняющих веществ по районам и городским округам области за 10-летний период с 2006 по 2015 гг., и рассчитаны средние значения показателей.

Оценка риска угрозы здоровью населения проводилась согласно методике Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» с помощью расчета коэффициента опасности.

Результаты расчета показали, что значения индекса опасности превышают безопасный уровень в Новокузнецком, Ленинск-Кузнецком, Прокопьевском, Кемеровском, Яйском и Юргинском районах, что говорит о риске угрозы здоровью населения при ингаляционном воздействии вредных веществ неканцерогенного действия. Особенно негативная ситуация выявилась в Новокузнецком районе, там *HQ* превышает безопасный уровень почти в 12 раз. В Ленинск-Кузнецком районе индекс опасности превышает безопасный уровень почти в 8 раз.

Это обусловлено сосредоточением в данной местности горнодобывающих предприятий и предприятий по обогащению полезных ископаемых. Накапливанию и концентрации загрязняющих веществ также могут способствовать метеорологические особенности местности: штили, инверсии и туманы [1, 2].

Список литературы

1. Сенкус В.В., Майер В.Ф. // ЭКО-бюллетень ИнЭКА. 2003. № 2 (73).
2. Аргучинцев В.К., Макухин В.Л. // Оптика атмосферы и океана. 1996. Т.9. № 6. С. 804-814.

Снижение пожарной опасности эпоксидных композитов за счет применения природных цеолитов

Ю.С. Мурашкина, О.Б. Назаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

murashkina02@gmail.com, olganaz@tpu.ru

С увеличением потребления полимеров связан рост количества пожаров. Пожары, которые обусловлены горением полимерных материалов, приводят к человеческим жертвам и оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду из-за загрязнения несгоревшими горючими веществами, продуктами пиролиза и горения. В результате термического разложения полимерных материалов образуются токсичные газообразные вещества: диоксид углерода, монооксид углерода, формальдегид, этилен, метан, пропилен и т.д. Применяемые для пожаротушения, огнетушащие газы и аэрозоли также представляют опасность токсического воздействия на здоровье человека.

Введение в полимеры замедлителей горения – антипиренов, позволяет снизить горючесть и воспламеняемость полимеров. Проблемы подбора антипиренов сводятся к выбору оптимальной комбинации параметров «совместимость – безопасность – эффективность – цена». Но у каждого вида антипиренов есть недостатки: значительная стоимость, высокая токсичность продуктов пиролиза и горения, ухудшение эксплуатационных свойств полимерных материалов, обильное дымовыделение и т.д., поэтому сложно достигнуть наилучшего сочетания параметров.

Решением этой проблемы может стать производство полимерных композитов с добавлением экологически безопасных цеолитов. Цеолиты имеют низкую стоимость, безопасны для человека и окружающей среды, при горении и пиролизе не выделяют токсичных веществ, применяются в различных сферах деятельности человека (медицине, сельском хозяйстве и т.д.).

Список литературы

1. Воробьев В.А., Андрианов Р.А., Ушаков В.А. Горючесть полимерных строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1978. – 224 с.

2. Баратов А.Н., Андрианов Р.А., Корольченко А.Я. и др. Пожарная опасность строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1988. – 380 с.

3. Исаева Л.К. Пожары и окружающая среда. – Москва: Изд. Дом «Калан», 2001. – 222 с.

Effect of Shivirtui zeolite on thermal and thermo-oxidative destruction of epoxy composites

Y.S. Murashkina, O.B. Nazarenko

*National Research Tomsk Polytechnic University,
Lenin Avenue, 30, Tomsk, Russia, 634050*

murashkina02@gmail.com, olganaz@tpu.ru

The fires cause huge damage to various branches of economy and exert considerable negative impact on the environment as a result of pollution by products of pyrolysis and burning, fire extinguishing means and not burned down combustible substances. One of ways of decrease in toxicity of products of burning and reduction of inflammability of polymers is addition in polymers of delay mechanisms of burning – natural zeolite. The introduction of zeolites into polymeric materials as flame-suppressant additives will contribute to improving thermal stability and reducing the combustibility of polymers, [1, 2].

The aim of the work was to study the influence of the Shivirtui zeolite on the thermal and thermo-oxidative destruction of epoxy composites.

Epoxy (model) composite was used as an epoxy resin ED-20, and as a filler - a modified natural zeolite of the Shivirtui deposit. The rock under study is characterized by high ratio of Si/Al and the chemical composition refers to high-silica, [3].

An investigation of the influence of the Shivirtui zeolite on the thermal and thermooxidative destruction of epoxy composites was carried out using the thermal analysis method (TGA / DSC / DTA SDT Q600 - combined thermal analyzer).

Based on the results obtained, we can recommend the use of Shivirtui zeolite as a flame-retardant additive to polymers.

References

1. Bragg W. L., Claringbull G. F. Crystal structures of minerals. – G. Bell, 1965. – V. 4.

2. Energy: efficiency, reliability, safety: materials of the XX all-Russian scientific and technical conference, Tomsk, dec. 2-4, 2014/ed. V.V. Litvak. - 2014. - 114–116 p.

3. Pavlenko Y.V. Zeolite deposits of Eastern Transbaikalia. – 2000. – 101 p.

Влияние шивыртуйского цеолита на термическую и термоокислительную деструкцию эпоксидных композитов

Ю.С. Мурашкина, О.Б. Назаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

murashkina02@gmail.com, olganaz@tpu.ru

Пожары наносят огромный ущерб различным отраслям экономики и оказывают значительное негативное влияние на окружающую среду в результате загрязнения продуктами пиролиза и горения, огнетушащими средствами и несгоревшими горючими веществами. Одним из способов снижения токсичности продуктов горения и уменьшения воспламеняемости полимеров является введение в полимеры замедлителей горения – природных цеолитов. Введение цеолитов в полимерные материалы как пламягасящих добавок будет способствовать улучшению термической стабильности и снижения горючести полимеров, [1, 2].

Целью работы являлось исследование влияния шивыртуйского цеолита на термическую и термоокислительную деструкцию эпоксидных композитов.

В качестве эпоксидного (модельного) композита была использована эпоксидная смола ЭД-20, а в качестве наполнителя – модифицированный природный цеолит Шивыртуйского месторождения. Исследуемая порода характеризуется высоким отношением Si/Al и по химическому составу относится к высококремнеземистой, [3].

Исследование влияния шивыртуйского цеолита на термическую и термоокислительную деструкцию эпоксидных композитов проводилось с помощью метода термического анализа (ТГА/ДСК/ДТА SDT Q600 – совмещенный термоанализатор).

На основании полученных результатов можно рекомендовать использовать шивыртуйский цеолит в качестве пламягасящей добавки в полимеры.

Список литературы

1. Брэгг У., Кларингбулл Г. Кристаллическая структура минералов. – М.: Мир, 1967. – 391 с.

2. Фахртдинова О.А., Назаренко О.Б., Мартемьянов Д.В., Путенпуракалчира М.В. // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность: материалы XX Всероссийской научно-технической конференции. – 2014. – Т. 2. – С. 114–116.

3. Павленко Ю.В. Цеолитовые месторождения Восточного Забайкалья. – Чита: ЧитГУ, 2000. – 101 с.

Оценка пылевой нагрузки на окружающую среду при функционировании горных предприятий

М. А. Мурзин, С. С. Тимофеева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

bgd@istu.edu

Во все времена добыча полезных минеральных ископаемых была сопряжена со значительными выбросами пыли. Несмотря на то, что пыль хоть и является в данном случае мелкодисперсным крошевом добываемого сырья и вмещающих пород и является по своей сути природной составляющей, но ввиду своего неестественного непреднамеренного и, по своему объему, значительного образования, является загрязнителем. В первую очередь, естественно, пылью загрязняется атмосферный воздух, но посредством последующего перемещения воздушными массами и осадения, происходит загрязнение водоемов, значительных земельных территорий с последующим угнетением растительного, и как следствие, животного мира. Кроме этого, хоть человек и является в данном случае инициатором данного процесса загрязнения, сам же и подвержен вредному его воздействию, которое выражается в виде нарушения физиологических функций организма, а также - материального ущерба ввиду ее разрушительного абразивного воздействия на оборудование. Как видно, воздействие пыли на окружающую среду колоссально. Но невозможно сказать о тотальности данного ущерба для окружающей среды без соответствующей оценки. Нами предложена одна из методик анализа данного воздействия посредством проведения оценки пылевой нагрузки на природную среду. Процедура оценки представляет собой установление причин и источников выбросов пыли

с последующим выявление зон распространения пыли в ходе добычных работ и их районирования. Далее – разделение выбросов пыли по этапам выполнения горнодобывающих работ и проведение оценочных расчетов с целью выявления наиболее высокопылевого этапа с последующим предложением мероприятий по снижению воздействия. Для подтверждения функционирования и адаптивности методики к различным объектам нами выбраны несколько предприятий. В виде объектов применения подобного метода оценки выбраны наиболее крупнейшие горные предприятия Иркутской области, имеющие стратегическую значимость для данного региона в экономическом развитии. Более подробно описание проведенных исследований будет описано нами в тексте статьи.

Evaluation of dust`s burden on the environment in operation of mining companies

M. A. Murzin, S. S. Timofeeva

*Irkutsk national research technical university, 664074, Irkutsk,
Lermontov st., 83*

bgd@istu.edu

At all times, extraction of useful minerals has been associated with significant dust emissions. In spite of the fact that dust, although in this case, is a finely dispersed crumb of extracted raw materials and enclosing rocks, is inherently a natural component, but because of its unnatural unintentional and, in its volume, significant education, it is a pollutant. First of all, naturally, dust pollutes the atmospheric air, but through subsequent movement of air masses and deposition, there is a pollution of water bodies, significant land areas with the subsequent oppression of plant and, consequently, animal world. In addition, although the person is the initiator of this process of pollution, he himself is subject to harmful effects, which is expressed as a violation of the physiological functions of the body, as well as material damage due to dust`s destructive abrasive effects on the equipment. As you can see, the impact of dust on the environment is colossal. But it is impossible to say about the totality of this damage to the environment without an appropriate assessment.

We have proposed one of the methods for analyzing this impact through the assessment of the dust burden on the natural environment. The evaluation procedure is the determination of the causes and sources of dust emissions with the subsequent identification of dust propagation zones during mining operations and their zoning. Further - the separation of dust

emissions at the stages of performing mining operations and carrying out estimates to identify the most high-dust stage with the subsequent proposal of measures to reduce the impact. We have selected several enterprises to confirm the functioning and adaptability of the methodology to various objects. In the form of objects of application of this method of assessment, the largest mining enterprises of the Irkutsk region, which have strategic importance for the given region in economic development, have been selected. More detailed description of the conducted research will be described by us in the text of the article.

УДК 699.841

О реальных сейсмических воздействиях на здания и сооружения

Б.С. Смирнов, Б.С. Ордобаев, Ш.С. Абдыкеева

Аннотация: Согласно результатам исследования необычных форм разрушения зданий сделан вывод, что при землетрясениях на здания сначала воздействует разрушительный волновой процесс, который срезает здания и проявляется в виде резких импульсных толчков. Волновой импульсный сдвиг верхних слоев грунта вызывает затем появление их собственных сдвиговых колебаний, которые гораздо менее опасны для зданий.

Ключевые слова: сейсмические воздействия, землетрясения, сдвиговые колебания грунта, формы разрушений

Среди наиболее опасных для всего человечества природных катастроф сильные землетрясения занимают особое место. Землетрясения — подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами (главным образом тектоническими процессами) или искусственными процессами (взрывы, заполнение водохранилищ, обрушением подземных полостей горных выработок). Небольшие толчки могут вызывать также подъём лавы при вулканических извержениях. Ежегодно на всей Земле происходит около миллиона землетрясений, но большинство из них так незначительны, что они остаются незамеченными. Действительно сильные землетрясения, способные вызвать обширные разрушения, случаются на планете примерно раз в две недели. К счастью, большая их часть приходится на дно океанов, и поэтому не сопровождается катастрофическими последствиями (если землетрясение под океаном обходится без цунами). Землетрясения наиболее известны по тем опустошениям, которые они способны произвести. Разрушения зданий

и сооружений вызываются колебаниями почвы или гигантскими приливными волнами (цунами), возникающими при сейсмических смещениях на морском дне. Причиной землетрясения является быстрое смещение участка земной коры, как целого в момент пластической (хрупкой) деформации упруго напряженных пород в очаге землетрясения. Большинство очагов землетрясений возникает близ поверхности Земли.

Они происходили всегда, и во все времена истории нашей планеты от них страдала природа, терпели бедствия люди. Каждое сильное землетрясение в густонаселенной местности является катастрофой. Города и селения, превращенные в руины, множества погибших, огромный материальный ущерб – вот та страшная дань, которую ежегодно собирает с человечества подземная стихия. Ежегодно во всем мире в среднем регистрируется, по меньшей мере, миллион землетрясений; из них только одно или два достигают магнитуду 8, около двадцати обладают достаточной силой, чтобы заставить содрогаться всю нашу планету, сто или двести бывают разрушительными, тысяча причиняют некоторый ущерб и триста тысяч отчетливо ощущаются. По современным оценкам экспертов ЮНДРО и ЮНЕСКО ежегодный ущерб от землетрясений составляет несколько десятков миллиардов долларов, и во многих развивающихся странах поглощает значительную часть национального дохода. Одно катастрофическое землетрясение может унести до миллиона жизней и причинить огромный материальный ущерб. При этом негативные экономические последствия будут наблюдаться далеко за пределами территории, непосредственно пострадавшей от землетрясения. История хранит множество рассказов о сильнейших землетрясениях, в. т.ч. о грандиозных катастрофах. Только разрушительные подземные толчки, зарегистрированные на земном шаре с начала нашего столетия, составляют около 10 тысяч.

Землетрясения возникают во многих частях света неожиданно, но до-вольно регулярно. Они причиняют большой урон народному хозяйству, становятся угрозой жизни людей.

По нашей инициативе, строго обоснованной в Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры в октябре 2009 года [1], [2] были проведены принципиально важные тестовые эксперименты. В них исследовалась способность стандартных маятниковых сейсмических приборов точно отображать заданные колебания виброплатформы, имитирующих колебания грунта при землетрясениях разной интенсивности.

При этом были получены ожидаемые нами крайне важные результаты. Согласно официальной сейсмической теории,

маятниковые приборы должны в точности отображать параметры установившихся гармонических колебаний их основания (будь то грунт или виброплатформа). Поэтому предложенные нами эксперименты, казалось бы, не имели смысла, т.к. их результат был предсказуем и самоочевиден с точки зрения официальной сейсмической науки.

Тем не менее, мы настояли на необходимости проведения таких экспериментов.

Для того чтобы объяснить их смысл, а также сделать понятным смысл и значение полученных результатов, надо изложить суть наших теоретических изысканий, приведших к проведению подобных экспериментов.

Начиная с 1992 года, в ряде работ (например, в [2]-[4]) мы регулярно утверждали, что маятниковые сейсмические приборы не отображают реальные параметры импульсных сейсмических движений грунта, занижая величины их ускорений и скоростей. Эти утверждения были основаны на всесторонних исследованиях аномальных сдвиговых форм при массовых сейсмических разрушениях зданий и их элементов. Эти формы не могли быть вызваны теми низкоскоростными колебаниями грунта, которые всегда фиксируются стандартными сейсмометрами и акселерометрами. Они могут быть вызваны лишь волновыми импульсами, создающими скорость в грунте не ниже чем $2^m/c$, которая может вызвать волновой срез колонн и стен [3]-[4].

Результаты этих исследований приведены во многих наших публикациях.

В результате наших исследований мы дали свою интерпретацию сейсмических процессов особенно после сильнейших землетрясений, приводящих к появлению сдвиговых форм разрушения зданий, описанную в работах [1], [5], [6]. Ее суть состоит в следующем:

- при землетрясениях в поверхностной толще грунта, ответственной за разрушения зданий, происходят два качественно разных процесса; первичный – волновой процесс и вторичный – колебательный процесс. При этом первый процесс, может, накладываться на второй;

- они принципиально различны по своим параметрам (скоростям и ускорениям грунта), по силе и механизму воздействия на сооружения, по длительности, а также по наличию информации об этих процессах;

- первичный – сугубо волновой процесс внешне проявляется в виде резких толчков и является главной причиной сейсмических разрушений зданий и сооружений. Его почти не фиксируют

маятниковые сейсмические приборы на фоне последующих колебаний грунта.

Суть этого процесса, описанного в [5], [6] состоит в следующем: поперечные сейсмические волны (то есть волны сдвига), пробегая вверх через податливую поверхностную толщу грунта, имеющую большой градиент модулей **E** и **G**, резко замедляются, но при этом существенно наращивают свой разрушительный потенциал, увеличивая скорость верхних слоев грунта. Затем отражаясь от поверхности грунта, волны удваивают скорость и наносят боковые удары по фундаментам зданий, производят волновой срез их колонн и стен.

Одновременно с этим эффектом усиления поверхностная толща поглощает часть энергии волн за счет неупругих деформаций грунта.

При прохождении волн по кратчайшему вертикальному пути это поглощение минимально и составляет примерно 20%. В дальних зонах возле границ области разрушения длина пути волн сквозь неупругую верхнюю толщу возрастает более чем 5 раз и поэтому волны, идущие к зданиям напрямую от гипоцентра, полностью теряют свою разрушительную силу, т.к. поглощение энергии волн за счет неупругости составляет уже 100%.

Именно поэтому, в отличие от эпицентральных и средних зон, где разрушения производят первичные волны сдвига (совместно с продольными волнами) в зонах вдали от эпицентра, возле границ области разрушения тот же сейсмический срез зданий производят уже не первичные, а вторичные волны сдвига, порожденные непосредственно под зданиями продольными волнами, которые пробегают на глубине свыше **100 м** с большими скоростями.

Поверхностная толща грунта (глубиной 100-150 м) имеет очень большой градиент в величинах своих модулей деформации **E** и сдвига **G**. Именно поэтому она обладает уникальным свойством усиливать более чем на порядок волновую скорость массы грунта за счет резкого снижения фазовой скорости пересекающих ее волн [5], [6].

Судя по характеру типовых сейсмических срезов железобетонных колонн, волновые скорости верхних слоев грунта при толчках имеют величины не ниже $2 \cdot 10^3$ м/с и достаточно крутой фронт своего подъема и падения, которому отвечают краткие всплески ускорений. Эти всплески, разумеется, не могут уловить маятниковые акселерометры, нацеленные на фиксацию только колебаний грунта.

После каждого кратковременного толчка, т.е. после резкого волнового сдвига поверхностной толщи грунта состоит в том, что волна длящегося не более чем 0,2 сек., наступает вторичный – колебательный процесс. Сдвинутая волнами толща начинает

совершать собственные затухающие сдвиговые колебания, детально описанные в [1].

Вывод

Принципиальная разница между волновыми и колебательными сейсмическими движениями грунта всегда движется только в сторону от гипоцентра, то есть не меняет знак своих скоростей и перемещений, а при колебаниях грунт периодически меняет знак своей скорости и перемещения, то есть меняет направление движения на противоположное.

Скорости и ускорения колебаний грунта значительно ниже, чем при волновых импульсных толчках, а период колебаний близок к одной секунде.

Список литературы

1. Смирнов С.Б. Сдвиговый механизм сейсмических колебаний грунта и качественно новые эксперименты для получения их реальных параметров, вызывающих волновой срез колонн и стен в зданиях // Объединенный научный журнал. 2009, № 12, стр. 51–55.

2. Смирнов С.Б. О принципиальной ошибке в традиционной трактовке записей инерционных сейсмических приборов // Жилищное строительство. 1995, № 1, стр. 23-25.

3. Смирнов С.Б. Ударно-волновая концепция сейсмического разрушения сооружений // Энергетическое строительство. 1992, № 9, стр.70-72.

4. Sergey Smirnov. Discordances between seismic destruction and present calculation // International Civil Defense Journal. 1994, №1, pp.6-7, 28-29, 46-47.

5. Смирнов С.Б. Упругая отдача сдвигаемой толщи грунта как реальная причина сейсмического среза зданий // Объединенный научный журнал. 2008, №11, стр. 57-60.

6. Sergey Smirnov. Seismic shears of buildings are the result of output of upper soil thickness, displaced by abyssal seismic waves // The integrated Scientific Journal. Moscow, Russia, 2009, № 7, pp. 64-68.

7. Ray W. Clough, Joseph Penzien. Dynamics of Structures. New York, 1975, 320 p.

Отраслевая методика оценки валовых выбросов парниковых газов транспортом

Ю.В. Трофименко, Т.Д. Потапченко

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, 125319, Россия

timurpotapchenko@mail.ru

В настоящее время в Российской Федерации отсутствуют комплексные и утверждённые методики, позволяющие рассчитать объёмы выбросов парниковых газов от всех видов транспорта и транспортной инфраструктуры, не разработаны механизмы сбора необходимых данных, также в государственной статистике не содержатся показатели объёмов выбросов парниковых газов от транспортного сектора. Отсутствие указанных данных не позволяет осуществлять планирование устойчивого развития транспортной системы и контролировать результаты реализации мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия транспортного комплекса на состояние окружающей среды.

В связи с созданием в Российской Федерации системы углеродного регулирования и введением обязательной отчетности предприятий по объемам выбросов парниковых газов возникла необходимость разработки методических и нормативных документов для определения объёмов выбросов парниковых газов различными видами транспорта и предприятиями дорожного хозяйства, с целью формирования комплекса мероприятий, направленных на снижение объёмов выбросов парниковых газов.

На основании представленной выше информации можно сделать вывод, что для реализации мероприятий по обеспечению низкоуглеродного развития транспортной отрасли и соответственно повышения её энергоэффективности, необходимо разработать инструмент оценки выбросов парниковых газов, а именно отраслевую методику оценки валовых выбросов парниковых газов транспортом, которая, основываясь на лучших отечественных и международных практиках и методических подходах позволила бы проводить достоверную оценку выбросов парниковых газов формируемых транспортным сектором, при этом особое внимание следует уделить формированию системы статистического наблюдения и отчётности, так как именно достоверность и полнота исходных данных будет напрямую влиять на результаты расчёта и

соответственно на меры принимаемые для повышения энергоэффективности транспортного сектора [1,2].

Список литературы

1. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов // МГЭИК. – 1996. – Т. 2. [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. и граф. дан. – Систем. требования: Adobe Reader. – URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/russian.html>.

2. Руководящие указания по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов // МГЭИК-ОЭСР-МЭА. – 2000. [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. и граф. дан. – Систем. требования: Adobe Reader. – URL: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/russian/gpgaum_ru.html.

Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций на уровне регионов и территорий местного самоуправления

Б.Р. Айдаралиев, Н.Дж. Садабаева

Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б. Ельцина

nakujan87@mail.ru

Стихийные бедствия, для Кыргызстана характерна повсеместной распространённостью опасных природных процессов и явлений, связанных с природно-климатическими условиями регионов и территорий оеспублики. На территории страны, имеющие чрезвычайно большие разнообразия геологических, климатических условий, наблюдается более 20 опасных природных явлений (из порядка 50 в целом по миру).

Поэтому, вопрос принятия превентивных мер и смягчение последствий стихийных и иных бедствий являются актуальными и должны иметь высокий приоритет в деятельности органов местного самоуправления.

В финансировании мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС (средства Республиканского бюджета, резерва Правительства Республики, средства органов местного самоуправления, средства министерств и ведомств, предприятий и организаций и других источников финансирования). При распределении средств не зависимо от их источников, необходимо

придерживаться основных направлений финансирования. При этом основными направлениями финансирования являются:

- предупреждение ЧС;
- смягчение последствий от ЧС;
- возмещение ущерба.

Учитывая положительный опыт России, в нашей республике необходимо начать эту работу, данный вопрос актуален и требует детального анализа опасностей для жизнедеятельности населения на территории населенных пунктов, источников природных и техногенных опасностей на ней, расчета периода их реализации социального и индивидуального рисков.

Список литературы

1. Айдаралиев Б.Р., Ордобаев Б.С., Садабаева Н.Дж., Абдыкеева Ш.С. Вводный курс «Введение в специальность: Защита в чрезвычайных ситуациях», учебно-методическое пособие, КРСУ, Бишкек-2014, 162с.

Статистический анализ зависимости заболеваемости населения от регистрируемых атмосферных примесей

С.Н. Тростянский¹, А.С. Соловьев², А.А. Мельник², Д.Г. Зыбин²,
Р.Р. Хасьянов²

¹*ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54 А*

²*Воронежский институт ФСИН России, г. Воронеж,
ул. Иркутская, 1 А*

¹ avkalach@gmail.com, ² asoloviev58@yandex.ru

Целью данной работы являлся статистический анализ зависимости заболеваемости населения от концентрации атмосферных примесей, на примере панельных данных по Воронежской области.

Информационную базу для анализа составили панельные данные по 32 районам Воронежской области (исключен город Воронеж, как не типичный объект для рассматриваемого набора территориально-экономических единиц) за период с 2004 г. по 2011 г. Основными веществами (по количеству исследований), за которыми осуществлялся мониторинг, являлись: диоксид серы, взвешенные вещества, диоксид азота, оксид углерода, фенол, формальдегид, свинец.

Для определения зависимости заболеваемости населения от концентрации атмосферных примесей использовали модель авторегрессии вида:

$$Y_{it} = \alpha Y_{i,t-1} + \beta X_{i,t} + \gamma_t + \eta_i + \varepsilon_{i,t},$$

где Y_{it} – объясняемая (зависимая) переменная в территориально-экономической единице i в момент времени t ; $Y_{i,t-1}$ – лагированное значение зависимой переменной; $X_{i,t}$ – набор объясняющих независимых переменных в территориально-экономической единице i в момент времени t ; γ_t – латентные изменения зависимой переменной во времени, η_i – индивидуальный районный эффект, который включает ненаблюдаемые характеристики территориально-экономической единицы; $\varepsilon_{i,t}$ – ошибка модели.

Показано, что существует статистически значимая связь между уменьшением заболеваний крови у детей и увеличением концентрации в воздухе взвешенных частиц (пыли) (по крайней мере, при концентрациях пыли меньших или примерно равных среднесуточной ПДК). Такой эффект от содержания пыли в воздухе может быть обусловлен адсорбционными свойствами пыли по отношению к вредным примесям в воздухе.

Statistical analysis of dependence of population morbidity on atmospheric pollutants recorded

S.N. Trostianskiy¹, A.S. Soloviev², A.A. Melnik², D.G. Zybin²,
R.R. Khasianov²

¹*Air Force Academy named after N.E. Zhukovskiy and Iu.A. Gagarin, Military Education and Research Center of the Air Force, Voronezh, st. Saryh Bolshevikov, 54 A*

²*Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of the Russian Federation, Voronezh, st. Irkutskaya, 1 A*

¹avkalach@gmail.com, ²asoloviev58@yandex.ru

The purpose of the paper is to carry out the statistical analysis of population morbidity dependence on concentration of atmospheric pollutants as exemplified by Voronezh Region panel data.

The information base of the analysis was formed by 2004-2011 panel data on 32 districts of Voronezh Region (excluding the city of Voronezh as an object being untypical for the set of territorial and economic entities considered). The main substances under monitoring (as per the number of studies) included: sulphur dioxide, suspended solids, nitrogen dioxide, carbon oxide, phenol, formaldehyde, and lead.

To determine the dependence of population morbidity on the concentration of atmospheric pollutants, we will use an autoregressive model is as follows:

$$Y_{it} = aY_{i,t-1} + \beta X_{i,t} + \gamma_t + \eta_i + \varepsilon_{i,t},$$

where Y_{it} – (dependent) variable to be explained in territorial and economic entity i at time t ; $Y_{i,t-1}$ – lagged value of dependent variable; $X_{i,t}$ – a set of explanatory independent variables in territorial and economic entity i at time t ; γ_t – latent changes of dependent variable with time, η_i – individual regional effect, which includes non-observable features of a territorial and economic entity; $\varepsilon_{i,t}$ – model error.

Statistically significant relation between the decrease of incidence of blood diseases among children and the increase of concentration of suspended solids (dust) in air (at least, at dust concentrations below or approximately equal to the daily average MPC) are shown.

Such effect of dust content in air can be explained by adsorptive properties of dust as related to harmful pollutants in air.

Экологические риски г. Иркутска по данным снегохимической съемки

С.С. Тимофеева, Т.В. Кузнецова

*Иркутский национальный исследовательский технический
университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83*

sstimofeeva@mail.ru

Определяющим фактором благоприятной среды обитания растений, животных, а также человека является качество природных сред. Наиболее опасными источниками загрязнения атмосферного воздуха и почвы города Иркутска являются выбросы промышленных предприятий, отопительных угольных котельных, выбросы от топок печного отопления частного сектора, а также выбросы автотранспорта.

Для экологической оценки аэрозольных загрязнений необходимо знать концентрацию содержащихся в них химических элементов. В мониторинге загрязнения окружающей среды часто используются природные планшеты, одним из видов которых является снежный покров. При формировании снеговой массы эффективно сорбируются примеси из атмосферы и депонируются не только влажные выпадения атмосферы, но и сухие пылевые выбросы от техногенных источников.

Для оценки экологических рисков на территории г. Иркутска выполнен отбор проб снега в зимние сезоны 2015–2018 г. на площадках с разной техногенной нагрузкой.

Сравнительный анализ содержания элементов в образцах снега (снеговой воды), отобранных на разных площадках города Иркутска, показал, что в Свердловском районе содержание нефтепродуктов превышает значение ПДК в 10 раз, бенз(а)пирена – в 150 раз, цинка – в 1,3 раза; в Правобережном округе города Иркутска содержание нефтепродуктов превышает значение ПДК в 7 раз, бенз(а)пирена – в 4000 раз, мышьяка – в 1,4 раза, цинка – в 11 раз, кадмия – в 1,7 раза, хрома – в 1,4 раза. На снегоотвалах города Иркутска содержание нефтепродуктов превышает значение ПДК в 10 раз, бенз(а)пирена в 150 раз, цинка – в 15 раз, кадмия в 6,5 раз; на фоновых площадках Байкальского тракта и роши «Звездочка» загрязняющие вещества либо не были обнаружены, либо имели значения, не превышающие ПДК.

По данным снегохимической съемки и среднего содержания загрязняющих веществ в почве города Иркутска, был сделан прогноз загрязнения почвенного покрова и состояния лесонасаждений в исследуемых районах. Рассчитаны экологические риски и составлена карта рисков территории города. Выявлены районы с наибольшей техногенной нагрузкой: ими оказались территории с малыми котельными и печным отоплением в домах.

Environmental risks of the city of Irkutsk according to snegokhimicheskyy shooting

S.S. Timofeeva, T.V. Kuznetsova

*Irkutsk National Research Technical University, 83, Lermontov St.,
Irkutsk, 664074*

sstimofeeva@mail.ru

The defining factor of the favorable habitat of plants, animal and also the person the quality of environments is. The most dangerous sources of

pollution of atmospheric air and the soil of the city of Irkutsk are emissions of the industrial enterprises, heating coal boiler rooms, emissions from fire chambers of oven heating of the private sector and also emissions of motor transport.

For ecological assessment of aerosol pollution, it is necessary to know concentration of the chemical elements which are contained in them. In monitoring of environmental pollution natural tablets are often used, one of types of which is snow cover. When forming snow weight impurity from the atmosphere are effectively occluded and not only damp losses of the atmosphere, but also dry dust emissions from technogenic sources are deposited.

For assessment of environmental risks in the territory of Irkutsk sampling of snow during winter seasons of 2015–2018 on platforms with different technogenic loading is executed.

The comparative analysis of maintenance of elements in the snow samples (snow water) which are selected on different platforms of the city of Irkutsk has shown that in the Sverdlovsk district the content of oil products exceeds with the maximum allowable concentration of 10 times value, бенз (and) pyrene – by 150 times, zinc – by 1,3 times; in the Right-bank district of the city of Irkutsk the content of oil products exceeds with the maximum allowable concentration of 7 times value, бенз (and) pyrene – by 4000 times, arsenic – by 1,4 time, zinc – by 11 times, cadmium – by 1,7 times, is lame – by 1,4 times. On dumps of snow of the city of Irkutsk the content of oil products exceeds with the maximum allowable concentration of 10 times value, бенз (and) pyrene by 150 times, zinc – by 15 times, cadmium by 6,5 times; on background platforms of the Baikal path and grove "Asterisk" polluting substances either haven't been found, or had the values which aren't exceeding the maximum allowable concentration.

According to snegokhimichesky shooting and average content pollutants in the soil of the city of Irkutsk, the forecast has been made pollution of a soil cover and condition of afforestation's in the explored areas. Environmental risks are calculated and the card of risks of the territory of the city is made. Areas with the greatest technogenic loading are revealed: territories with small boiler rooms and oven heating in houses were them.

Разработка технологической схемы очистки сточных вод с использованием микробных топливных элементов

С.С. Тимофеев, А.В. Киселев

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

samtim@mail.ru

В последнее время наблюдаются тенденции в развитии более эффективных и экологичных технологий очистки загрязненных сред, в том числе очистки сточных вод. В результате хозяйственно-бытовой и производственной деятельности человека образуются жидкие отходы в виде сточных вод, которые, преимущественно, сбрасываются в канализацию. В процессе прохождения сточными водами стадий очистки на очистных сооружениях образуется иловый осадок, в большинстве своем не поддающийся какой-либо переработке, кроме как обезвоживание на иловых полях в естественных условиях. Этот процесс долгосрочен и занимает огромные площади под иловые карты. Кроме того, складирование иловых осадков приводит к распространению неблагоприятного газоздушного фона, загрязнения почв и подземных вод токсичными компонентами, входящими в состав осадков.

В этой связи все больше внимания стало уделяться технологии микробных топливных элементов (МТЭ). Данная технология основана на метаболизме различных групп микроорганизмов, которые способны утилизировать биологические отходы в ходе естественных жизненных процессов, при этом параллельно генерируя электричество. При должном развитии, данная технология позволит посредством переработки отходов с отрицательной стоимостью в биокомпост, производить еще и электричество, тем самым компенсировать затраты предприятий на электроэнергию, а также создавать автономные системы очистки.

Авторами выполнена разработка принципиальной схемы технологии очистки загрязненных сред с использованием микробных топливных элементов, а также поиск и апробация оптимальных конструкций и эффективных групп микроорганизмов (рис. 1).

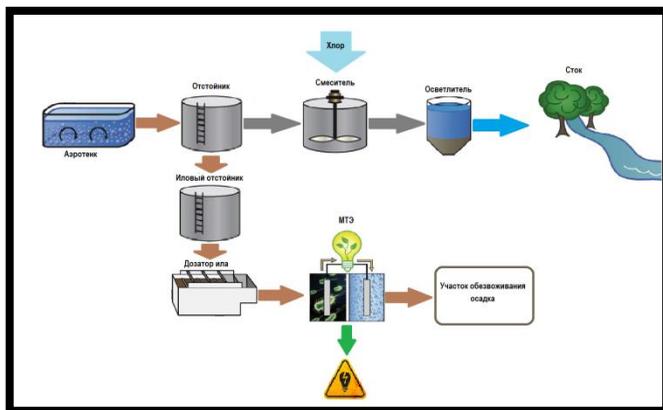


Рис. 1. Принципиальная схема внедрения микробных топливных элементов в этап переработки иловых осадков

При интеграции с действующими технологическими процессами данная технология позволит утилизировать иловую органику (до 80% состава иловых осадков), параллельно генерируя электричество. Этим электричеством можно обеспечивать другие технологические процессы предприятия. Минеральную часть иловых осадков, остающуюся на выходе, можно использовать в качестве удобрений, либо после дополнительной обработки – в строительстве, тем самым конвертируя сырье с отрицательной стоимостью в реализуемый продукт.

По предварительным подсчетам, капитальные затраты на реализацию данной технологии в настоящий момент примерно в 20 раз выше, чем реализация традиционной системы утилизации илового осадка. Однако при учете генерирования данной технологией электроэнергии, а также возможности экономии на конечной утилизации иловых осадков, срок окупаемости варьируется в районе 3–5 лет в зависимости от объемов очистных сооружений. При государственном субсидировании в связи с развитием экологической политики на данный момент такой срок является приемлемым. Если же учесть, что при дополнительной обработке получаемых на выходе минерализованных иловых осадков возможна высокорентабельная коммерциализация этих отходов в сельскохозяйственном и строительных секторах, то срок окупаемости сокращается до 1–2 лет.

Development of the technological scheme of sewage treatment with use of microbic fuel elements

S.S. Timofeev, A.V. Kiselyov

Irkutsk National Research Technical University, 83, Lermontov St., Irkutsk, Russian Federation, 664074

samtim@mail.ru

Recently tendencies in development of more effective and eco-friendly technologies of cleaning of the polluted environments, including sewage treatment are observed. As a result of economic and household and production activity of the person liquid waste in the form of sewage which, mainly, is dumped in the sewerage is formed. In the course of passing sewage of stages of cleaning on treatment facilities forms the silt deposit which in the majority isn't giving in to any processing except as dehydration on silt fields under natural conditions. This process it is calculated on long term also occupies the huge spaces under silt cards. Besides, warehousing of silt rainfall leads to distribution of an adverse air-gas background, pollution of soils and underground waters the toxic components which are a part of rainfall.

In this regard more and more attention began to be paid to technology of the microbic fuel elements (MFE). This technology is based on metabolism of various groups of microorganisms which are capable to utilize biological waste during natural vital processes, at the same time in parallel generating electricity. At due development, this technology will allow by means of processing of waste with negative cost in biocompost, to produce also electricity, to thereby compensate costs of the enterprises of the electric power and also to create the autonomous systems of cleaning.

Authors have executed development of the schematic diagram of technology of cleaning of the polluted environments with use of microbic fuel elements and also search and approbation of optimum designs and effective groups of microorganisms (fig. 1).

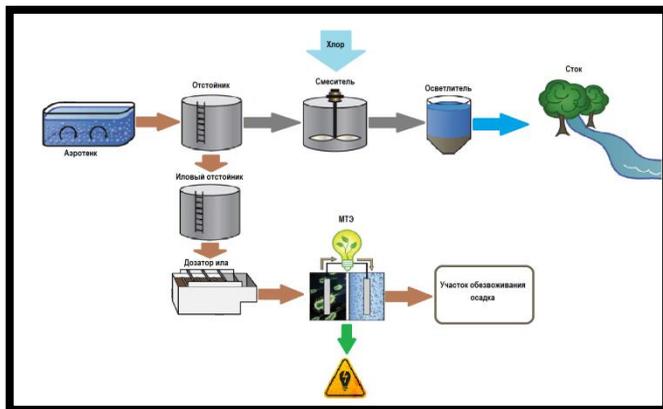


Fig. 1. The schematic diagram of introduction of microbial fuel elements in a stage of processing of silt rainfall

At integration with the operating technological processes this technology will allow to utilize silt organic chemistry (to 80% of structure of silt rainfall), in parallel generating electricity. It is possible to provide with this electricity other technological processes of the enterprise. The mineral part of silt rainfall remaining at the exit can be used as fertilizers, or after additional processing – in construction, thereby converting raw materials with negative cost into the realized product.

By estimation, capital expenditure for realization of this technology is at the moment about 20 times higher, than realization of traditional system of utilization of a silt deposit. However, when accounting generation by this technology of the electric power and also possibility of economy on final utilization of silt rainfall, the payback period varies around 3–5 years depending on volumes of treatment facilities. At the state subsidizing in connection with development of environmental policy at the moment such term is acceptable. If to consider that at additional processing of the mineralized silt rainfall received at the exit highly profitable commercialization of this waste in agricultural and construction sectors is possible, then the payback period is reduced to 1–2 years.

Оценка уровня загрязненности шламового амбара тяжелыми металлами

И.И. Авдеева¹, И.И. Романцов¹, О.А. Немцова¹, А.В. Нехорошева²,
М.Д. Гусупова¹

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30*

² *Институт природопользования Югорского государственного университета, 628012, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16*

В ходе эксплуатации месторождений нефти, расположенных на территории нефтегазовых районов страны, большое значение с точки зрения промышленной и экологической безопасности имеет переработка и утилизация отходов бурения. К числу таких отходов относится буровой шлам, содержащий нефть и нефтепродукты, а также различные по составу, токсичности материалы и химреагенты, использующиеся для интенсификации процессов бурения, а также шламовые амбары, в которые помещают отходы бурения. Амбары выводят из оборота значительные площади земель, а в случае нарушения гидроизоляции, могут стать причиной загрязнения окружающей среды [1].

Исследования загрязненности шламового амбара тяжелыми металлами и их анализ были проведены на пробах грунтов кустовой площадки месторождения.

В ходе проведенных исследований было определено содержание тяжелых металлов, хлоридов и ряда компонентов, их рН и удельная электропроводность в пробах шлама с разных глубин амбара, что позволило показать неоднородность распределения загрязняющих веществ и элементов. Полученные результаты дают возможность провести полный анализ ситуации с целью разработки наиболее оптимальных методик консервации и детоксикации шламовых амбаров [2, 3].

Список литературы

1. Солодовников А.Ю., Соромотин А.В. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015. № 12. С. 44 – 48.
2. Авдеева И.И., Нехорошева А.В., Киржаков И.Ф., Ахмеджанов Р.Р. // XXI век. Техносферная безопасность. 2016. Т. 1. № 4. С. 39 – 47.
3. Нехорошева А.В., Киржаков И.Ф., Авдеева И.И., Ахмеджанов Р.Р. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 5 (2). С. 690 – 694.

The assessment of the level of pollution of slime pits with heavy metals

I.I. Avdeeva¹, I.I. Romantsov¹, O.A. Nemtsova¹, A.V. Nekhorosheva²,
M.D. Tusupova¹

¹ *National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin av., Tomsk, 634050, Russia*

² *Yugra State University, 16, Chekhov st., Khanty-Mansiysk, 628012, Russia*

While simple to operate the oil fields placed on the oil-gas territories of the country, industrial and ecological safety concerning the oil-gas refining and the utilization of the drilling waste are of great importance. Some drilling waste consist of rich in oil and petroleum derivatives and distinguished in composition, toxicity of the material and chemical reagents, using for the intensification of the operation of the oil rate, and slime pits where the operation waste are placed. Slime pits damage vast land and in case of disturbing the water proofing may cause the pollution of the environment [1].

Researches of the pollution of slime pits with heavy metals and their analysis were made on testing the samples of the spoil by dumping of the deposit.

While analyzing the researches were defined the proportion of the heavy metals, chlorides and the number of components, their pH and conductivity in slime samples of different depth, it allowed to indicate the non-uniformity of spreading the polluting materials and elements. Final results give the opportunity to have the full analysis of the situation with the aim of researching more optimal technique in conservation and detoxication of slime pits [2, 3].

References

1. Solodovnikova A.U., Soromotin A.V. // Environmental protection in the oil and gas sector. 2015. No. 12. Pp. 44 – 48.
2. Avdeeva I.I., Nekhorosheva A.V., Kirzhakov I.F., Akhmedzhanov R.R. // XXI century. Technosphere Safety. 2016. V. 1. No 4. Pp. 39 – 47.
3. Nekhorosheva A.V., Kirzhakov I.F., Avdeeva I.I., Akhmedzhanov R.R. // News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2015. V. 17. No 5 (2). Pp. 690 – 694.

Негативное воздействие строительной отрасли на окружающую среду

Н.В. Цветкун

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Строительная отрасль оказывает негативное воздействие на окружающую среду не только в момент производства работ непосредственно на строительной площадке, но на всех этапах от получения строительных материалов до воздействия уже сданного в эксплуатацию здания.

При ведении строительных работ почва подвергается значительному антропогенному воздействию, нарушается рельеф, поверхностный покров почвы, почва загрязняется мусором, сточными водами, токсичными веществами, отходами строительного производства. Под строительство отчуждаются огромные площади ценнейших земель.

По данным Роспотребнадзора в России под строительство выводится порядка 52 тыс.га. земли ежегодно.

При проведении строительных работ увеличивается нагрузка на воздушную среду, за счет работающей строительной техники, значительно увеличивается концентрация пыли при планировании строительной площадки, рытье котлована и при сбрасывании мусора с верхних этажей без применения специальных устройств.

При строительстве объектов происходит загрязнение гидросферы. Вода интенсивно используется в строительном процессе, происходит загрязнение не только поверхностных водоемов, но и подземных, за счет сточных вод и строительного мусора.

Перед строителями стоят две важнейшие задачи - создать высокое качество жизни и одновременно обеспечить экологичность городов, снизить поступление загрязнений в среду и достичь экологического равновесия между городами и природой.

Список литературы

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году: гос. доклад / Министерство природы РФ. URL. <http://www.mnr.gov.ru/>
2. Истомин Б.С. Экология в строительстве: монография / Истомин Б.С., Гаряев Н.А., Барабанова Т.А. М.: МГСУ, 2010. 154 с.

Negative impact of the construction industry on the environment

N.V. Tsvetkun

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Lermontov st., 83

The construction industry has a negative impact on the environment, not only at the time of production at the construction site, but at all stages from the receipt of construction materials to the impact of the building that has already been commissioned.

When construction work is conducting, the soil undergoes to significant anthropogenic impact, the relief, the surface cover of the soil is disturbed, the soil is polluted with garbage, sewage, toxic substances, construction waste. Under construction are alienated huge areas of valuable land.

For construction are alienated huge areas of valuable land.

According to Rospotrebnadzor is about 52 thousand hectares of land allocated for construction in Russia annually.

During construction works, the load on the air environment increases, on account of working construction equipment, the concentration of dust significantly increases when planning the construction site, excavating and excavating from the upper floors without the use of special devices.

During the construction of objects, the hydrosphere is contaminated.

Water is used in the construction process intensively. Pollution not only of surface water bodies, but also underground water, due to wastewater and construction debris.

Before the builders are two most important tasks - to create a high quality of life and at the same time to ensure the environmental friendliness of cities, reduce the flow of pollution on environment and achieve an ecological balance between cities and nature.

References

1. On the state and on the protection of the environment of the Russian Federation in 2016: the state report / Ministry of Nature of the Russian Federation. URL. <http://www.mnr.gov.ru/>

2. Istomin BS Ecology in construction: monograph / Istomin BS, Garyaev NA, Barabanova TA. Moscow: MGSU, 2010. 154 p.

Секция 9. Зелёная химия

Использование диарилйодониевых солей в фотополимеризации N-винилкарбазола

Р.А. Быков, А.А. Захаров, А.А. Троян, А.А. Ляпков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

aatroyan@yandex.ru

В последнее время фотополимеризация широко используется и встречается во многих сферах жизни. Полимеризация с использованием УФ-источников облучения позволяет проводить процессы при комнатной температуре, системы не требуют создания инертной среды, возможно проведение процессов без применения растворителей, а как следствие отсутствие выделения летучих органических соединений, использование удобных и возобновляемых источников света (светодиоды, бытовые лампы, солнце) [1].

Одной из наиболее перспективных направлений в последние годы является разработка фотоинициаторов на основе солей диарилйодония. Свойства, такие как термическая стабильность и неактивность в отношении полимеризуемых мономеров при температуре окружающей среды, делают эти соли особенно подходящими для применения в качестве инициаторов фотополимеризаций и фотоотверждаемых композиций [2].

Целью данной работы исследование диарилйодониевых солей (ДИАС) в качестве инициаторов для фотополимеризации N-винилкарбазола (ВК).

Иницированную фотополимеризацию ВК проводили с использованием ультрафиолетового облучения ($\lambda=230-300$ нм) при начальных концентрациях инициатора и мономера 0,02 моль/л и 0,5 моль/л, соответственно. В качестве растворителя использовали хлороформ.

Установлено, что реакция фотополимеризации протекает в несколько стадий, первая из которых заключается в образовании окрашенного комплекса переноса заряда ВК-ДИАС, и дальнейшей его перегруппировкой в катион-радикал, что приводит к иницированию полимеризации.

Список литературы

1. Glockner P. Radiation Curing for Coatings and Printing Inks. Vincentz Network GmbH, 2008. – 172 p.
2. Zhdankin V.V. Hypervalent Iodine Chemistry: Preparation, Structure and Synthesis Applications of Polyvalent Iodine Compounds. John Wiley and Sons, Ltd. 2014. – 425 – 447 c.

Полимерная аналитическая среда для колориметрических тест-методов

Н.В. Саранчина¹, Т.Н. Волгина¹, М.М. Гавриленко², А.А. Дудкина¹,
М.А. Гавриленко¹

¹*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск,
пр. Ленина, 30*

²*Сибирский государственный медицинский университет, 634055,
г. Томск, Московский тр., 2*

dce@mail.ru

Полимерный оптический сенсор (оптод) представляет собой прозрачную матрицу как чувствительный элемент для избирательного взаимодействия с целевым веществом. Взаимодействие между сенсором и аналитом вызывает изменение цвета, пригодное для визуального или аппаратурного обнаружения. Создание твердофазных оптодов имеет большое практическое значение, поскольку твердое состояние устраняет проблемы, связанные с жидкостью или гелем, например, вымывание вещества или ухудшение аналитических свойств со временем. Твердофазные химические оптоды обеспечивают надежный сигнал при низкой стоимости и оптимальной физико-химической устойчивости. Нами разработаны полиметакрилатные матрицы как основа для получения оптодов, и обосновано их применение для научных и инновационных исследований.

Полимерная матрица служит оптической аналитической средой (ОАС), наполненной варьируемыми компонентами, включающими в себя гидрофильные реагенты (ГР), цветообразующие лиганды и иммобилизованные вещества. Таким образом, ОАС является новым классом гибридного материала, который сочетает в себе свойства как полимерной матрицы, так и иммобилизованного ГР. Проведенные исследования полиметакрилатного полимера направлены на совмещение с органическими, неорганическими и гибридными веществами, а также способы практического применения ОАС в качестве функциональных материалов для непосредственного

применения в качестве оптодов. Получены результаты в области экспрессного контроля ионов металлов, трассерных гидрологических исследований и биохимических измерений [1-2].

Список литературы

1. N.A. Gavrilenko, T.N. Volgina, M.A. Gavrilenko // *Mendeleev Commun.* 2017. V.27. pp. 529–530.

2. M.A. Gavrilenko, N.A. Gavrilenko // *Mendeleev Commun.* 2017. V.27. pp. 419–420.

Polymeric analytical medium for colorimetric test methods

N.V. Saranchina¹, T.N. Volgina¹, M.M. Gavrilenko², A.A. Dudkina¹,
M.A. Gavrilenko¹

¹*National Research Tomsk Polytechnic University, 634050, Lenina Ave., 30, Tomsk, Russia*

²*Siberian State Medical University, 634055, Moskovsky trakt, 2, Tomsk, Russia*

dce@mail.ru

The polymeric optical sensor (optode) is one in which a material is used as a sensing unit and exhibits a selective interaction with a target species or analyte. The specific interaction between the sensor and analyte produces a signal, which can then be observed via visual or an appropriate detection scheme. Producing solid state optode is of great importance for some applications, as the solid state removes many of the issues associated with that of the liquid or gel state, for example, volatility and handling issues, meaning their performance suffers over time. There is great interest therefore in solid state chemical optical sensors that can provide reliable signals at a low unit cost, and through careful optimization of the sensitive polymer composition, prevent leaching or removal of key components over time. Polymer matrixes have been employed in sensing templates for this purpose and we explored their use in detail in our scientific and innovate research.

A polymer matrix is defined as an interconnected polymer network formed within a solid phase. When the polymer network is generated in the presence of a hydrophilic reagent (HR) and color-forming ligands, the resultant matrix has been termed an optical analytical medium (OAM). OAM is therefore a new class of hybrid material that combine the physical properties of both the transparent polymer matrix and the physically

immobilized HR within. A recent research focused on the polymethacrylate OAM employed with organic, inorganic and hybrid substances, and the modes of practical application of OAM. This research was focusing on the application of OAM as functional materials for direct application as sensing and actuation units. Research detailing the response of OAM to changes in pH, metal ion chelation and interactions with interfering molecules was discussed. Our group in particular have detailed the use of OAM to produce optodes for metal ions monitoring, actuating materials for controlling fluid movement and biosensing devices [1-2].

References

1. N.A. Gavrilenko, T.N. Volgina, M.A. Gavrilenko // *Mendeleev Commun.* 2017. V.27. pp. 529–530.
2. M.A. Gavrilenko, N.A. Gavrilenko // *Mendeleev Commun.* 2017. V.27. pp. 419–420.

Энергосберегающие каталитические системы на основе макропористых полимеров и наночастиц металлов

М. Даулетбекова, С. Кудайбергенов

*Институт полимерных материалов и технологий, 050013, Алматы,
ул. Сатпаева, 22, Республика Казахстан*

skudai@mail.ru

В нашем понимании, концепция «зеленой химии» в контексте каталитической химии подразумевает протекание реакции в мягких условиях, т.е. при атмосферном давлении и низких температурах, включая легкость разделения продуктов реакций от катализаторов. Этим требованиям удовлетворяют макропористые полимеры, в матрицу которых иммобилизованы наночастицы металлов [1]. Такие каталитические системы выдвигаются в разряд перспективных каталитических реакторов непрерывного действия, с помощью которых осуществляются реакции гидрирования и окисления различных субстратов. Нами на примере гидрирования 4-нитрофенола и 4-нитробензойной кислоты, а также окисления DL-дифенилэтилена продемонстрированы энергосберегающие преимущества проточных каталитических реакторов непрерывного действия на основе макропористых полимеров и наночастиц металлов, как показано на рис.1.

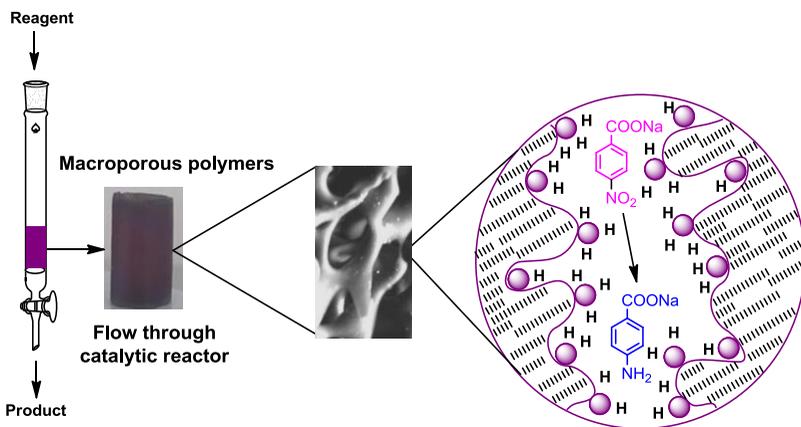


Рис. 1. Схема действия проточного каталитического реактора на примере реакции гидрирования 4-нитробензойной до 4-аминобензойной кислоты.

При циклическом проведении реакций гидрирования и окисления степень конверсии субстратов достигает до 98-99%, энергия активации процессов лежит в пределах 7.5 – 92 кДж/моль, а значения TON и TOF достигают до 1000 единиц.

Список литературы

1. Aldabergenov M., Dauletbekova M., Shakhvorostov A., Toletuy G., Klivenko A., Kudaibergenov S. // J. Chem. Technol. Metal. 2018. V. 53. No.1. P. 17-26.

Energy saving catalytic systems based on macroporous polymers and metal nanoparticles

M. Dauletbekova, S. Kudaibergenov

*Institute of Polymer Materials and Technology, 050013, Almaty,
Satpayev Str. 22, Republic of Kazakhstan*

skudai@mail.ru

To our knowledge the concept of “green chemistry” in the context of catalytic chemistry means reaction behavior in mild conditions, e.g. at atmospheric pressure and low temperature including the easy separation of products from catalysts. These requirements are successfully realized in case of macroporous polymers within of which metal nanoparticles are

immobilized [1]. Such catalytic systems advance in the forefront of perspective continuous catalytic reactors that provide effective hydrogenation and oxidation of various substrates. We have demonstrated the energy saving advantage of flow through catalytic reactors based on macroporous polymers with immobilized metal nanoparticles in hydrogenation of 4-nitrophenol and 4-nitrobenzoic acid and oxidation of DL-dithiotreitol as shown in Fig.1.

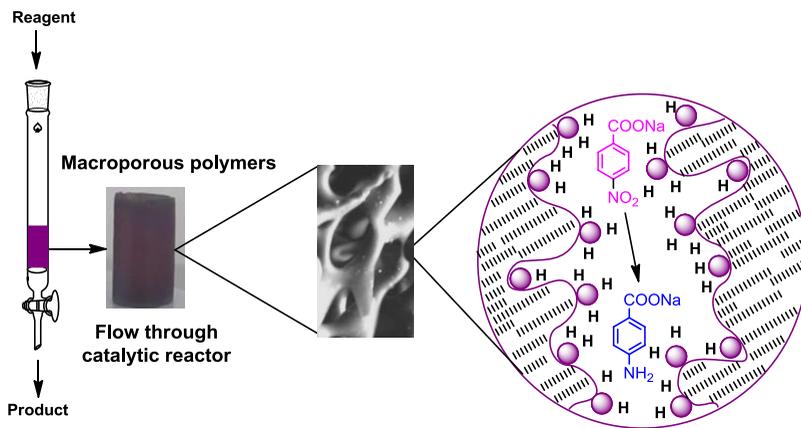


Fig.1. Schematic representation of flow through catalytic reactor in hydrogenation of 4-nitrobenzoic acid to 4-aminobenzoic acid.

The conversion degree of hydrogenation and oxidation processes reaches up to 98-99%, activation energy is in the range of 7.5-98 kJ/mol, the values on TON and TOF are equal to 1000.

References

1. Aldabergenov M., Dauletbekova M., Shakhvorostov A., Toletay G., Klivenko A., Kudaibergenov S. // J. Chem. Technol. Metal. 2018. V. 53. No.1. P. 17-26.

Синтез дигликолевого эфира терефталевой кислоты

С. М. Еремкин, З. Шарипов, В.Т. Новиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

stepan.eremkin@gmail.com

Дигликолевый эфир терефталевой кислоты (ДГЭ) является полупродуктом в синтезе полиэтилентерефталата (ПЭТ), а также он используется для получения различных сополимеров ПЭТ [1].

ПЭТ, являясь одним из крупнотоннажных полимеров, занимает около 20% в доле полимерных отходов. За 2017 год удалось переработать только около трети ежегодного выпуска данного полимера [3], остальное же количество ПЭТ-отходов было отправлено на полигоны ТБО. В последнее время разработано несколько способов переработки вторичного ПЭТ [4], но также актуальной задачей является и создание технологии получения присадок для ПЭТ, которые бы ускоряли разложение этого полимера в природных условиях и на полигонах ТБО. К таким присадкам можно отнести сополиэфиры ДГЭ с алифатическими и оксикарбоновыми кислотами.

На выход ДГЭ сильно влияют условия синтеза (мольное соотношение компонентов, тип и концентрация катализатора, температура, давление, время этерификации, тепло- массообмен в реакторе) [4], поэтому главной задачей данной работы было подобрать оптимальные условия для синтеза ДГЭ. Было показано, что при использовании ацетата сурьмы в качестве катализатора, наибольший выход ДГЭ наблюдался при давлении, равном 5 атм, и температуре реакции 275 - 280°C. Синтез ДГЭ продолжался 1 - 1,5 часа. Контроль реакции осуществляли по кислотному числу реакционной массы, т.е. по степени конверсии терефталевой кислоты.

Полученный ДГЭ далее был использован для сополиконденсации с олигомером молочной кислоты с целью получения присадок для ПЭТ, увеличивающих скорость разложения полимера в естественных условиях.

Список литературы

1. Olewnik E., Czerwiński W.//European Polymer Journal.2007. Vol. 43, Issue 3. Pages 1009-1019
2. Рзаев К. // Журн. Пластикс. 2017. № 12/11(174). С. 14–20.
3. Беданокв А.Ю.// Пластические массы. 2007. № 4. С. 48-52.

4. Yamada T., Imamura Y. // Polymer-Plastics Technology and Engineering. 1989. Vol. 28, Issue 7-8. Pages 811-876

Детальный контроль процесса для более чистого химического производства полупроводниковых приборов с более чистой структурой

А.А. Жиленков

*Университет ИТМО, 198035, Россия, Санкт-Петербург,
Кронверский пр., 49*

zhilenkovanton@gmail.com

Для уменьшения загрязнения окружающей среды при производстве полупроводниковых приборов и улучшения чистоты самих полупроводников, необходимо детальное моделирование и контроль химических процессов в реакторе. Проведен численный анализ осаждения нитрида галлия из триметилгаллия (TMG) в горизонтальном реакторе из металлоорганической парофазной эпитаксии (MOVPE) с наклонным токоприемником и вращающейся подложкой. Применялась трехмерная модель с полным сочетанием механики жидкости, теплообмена и транспорта видов и реакционной модели поверхностных реакций и видов газовой фазы. Проанализированы влияние скорости вращения диска, входной фракции TMG, скорости на входе, угла наклона базы реактора и ширины реактора на скорость и однородность роста. Подробно обсуждается нелинейная зависимость однородности скорости роста и уровня включения углерода в слои GaN-материалов по ключевым рабочим параметрам. Введены способы оптимизации однородности толщины и уровня включения углерода в слои GaN-материалов в процессах роста MOVPE. Выявлено, что представленные модельные прогнозирование хорошо согласуются с полученными экспериментальными данными. Результаты моделирования указывают на возможность и способы снижения загрязнения производственных и полупроводниковых структур.

Список литературы

1. McLaughlin, S., Pereyra, M., Hero, A.O., Tourneret, J.-Y., Pesquet, J.-C. Introduction to the Issue on Stochastic Simulation and Optimization in Signal Processing (2016) IEEE Journal on Selected Topics in Signal Processing, 10 (2), art. no. 7406827, pp. 221-223.

Detailed process control for cleaner chemical production of semiconductor devices with purer structure

A.A. Zhilenkov

ITMO University, 198035, Russia, Saint-Petersburg,

Kronverskiy st., 49

zhilenkovanton@gmail.com

To reduce environmental pollution in the production of semiconductor devices and to improve the purity of the semiconductors themselves, detailed modeling and control of chemical processes in the reactor is necessary. A numerical analysis of the deposition of gallium nitride from trimethylgallium (TMG) in a horizontal metalorganic vapor-phase epitaxy (MOVPE) reactor with tilted susceptor and rotating substrate is performed. The three-dimensional model with complete coupling between fluid mechanics, heat transfer, and species transport and a reaction model of surface reactions and gas phase species was used. The effects of the disk rotation rate, inlet TMG fraction, inlet velocity, the tilt angle of the reactor base and the reactor width on the growth rate and uniformity are analyzed. The nonlinear dependence of the growth rate uniformity and the level of carbon incorporation into layers of GaN materials on the key operating parameters is discussed in detail. Ways of optimization of the thickness uniformity and the level of carbon incorporation into layers of GaN materials in MOVPE growth processes were introduced. It was shown, that presented model predictions are in good agreement with obtained experimental data. The simulation results indicate the possibility and ways to reduce the pollution of production and semiconductor structures.

Reference

1. McLaughlin, S., Pereyra, M., Hero, A.O., Tourneret, J.-Y., Pesquet, J.-C. Introduction to the Issue on Stochastic Simulation and Optimization in Signal Processing (2016) IEEE Journal on Selected Topics in Signal Processing, 10 (2), art. no. 7406827, pp. 221-223.

Моделирование внутренних процессов реактора для оптимизации производства полупроводников

А.А. Жиленков¹, С.С. Соколов², С.Г. Черный²

¹*Университет ИТМО, 198035, Россия, Санкт-Петербург, Кронверский пр., 49*

²*Государственный университет морского и речного флота им. адмирала Макарова, 198035, Россия, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7*

sergiiblack@gmail.com

Представлена модель трехмерного горизонтального канала, реактора с холодной стенкой с металлической парофазной эпитаксией с вращающейся подложкой для изучения профилей химических видов в потоке газообразного водорода. Подробные механизмы газовой и поверхностной химии используются для прогнозирования распределения олигомеров и наночастиц из-за паразитных химических реакций в газовой фазе внутри основного потока водорода. Обобщены моделирующие уравнения и их решение методом конечных элементов Галеркина. Показано, что эти частицы также замедляют скорость роста эпитаксиальных слоев. Скорости диффузии видов записываются с использованием теории итерационных транспортных алгоритмов и учитывают как процессы термической диффузии, так и многокомпонентные диффузии. Выявлено, что прогнозируемое влияние температуры и состава всасывания на состав химических видов в потоке газообразного водорода хорошо согласуется с численными и экспериментальными работами. Даны выводы и рекомендации о том, как сделать производство качественных полупроводников.

Список литературы

1. McLaughlin, S., Pereyra, M., Hero, A.O., Tourneret, J.-Y., Pesquet, J.-C. Introduction to the Issue on Stochastic Simulation and Optimization in Signal Processing (2016) IEEE Journal on Selected Topics in Signal Processing, 10 (2), art. no. 7406827, pp. 221-223.

Control of the chemical species profiles inside reactor for reduction of pollution in the production of semiconductors

A.A. Zhilenkov¹, S.S. Sokolov², S.G. Cherny²

¹*ITMO University, 198035, Russia, Saint-Petersburg, Kronverskiy st., 49*

²*Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, 198035, Russia, Saint-Petersburg, Dvinskaya st., 5/7*

sergiiblack@gmail.com

A model of a three-dimensional, horizontal channel, metalorganic vapour phase epitaxy cold-wall reactor with rotating substrate is presented in order to study the chemical species profiles in hydrogen gas flow. Detailed gas phase and surface chemistry mechanisms are used to predict the distribution of oligomers and nanoparticles due to parasitic chemical reactions in gas phase inside main hydrogen flow. The modelling equations and their solution by the Galerkin finite element method are summarized. It is shown that these particles also slow down the growth rate of epitaxial layers. The species diffusion velocities are written using the recent theory of iterative transport algorithms and account for both thermal diffusion and multicomponent diffusion processes. Predicted influence of susceptor temperature and inlet composition on the chemical species profiles in hydrogen gas flow is found to agree well with the numerical and experimental work. Conclusions and recommendations on how to make the production of semiconductors cleaner are given.

Reference

1. McLaughlin, S., Pereyra, M., Hero, A.O., Tourneret, J.-Y., Pesquet, J.-C. Introduction to the Issue on Stochastic Simulation and Optimization in Signal Processing (2016) IEEE Journal on Selected Topics in Signal Processing, 10 (2), art. no. 7406827, pp. 221-223.

Влияние кремнийорганических частиц льна на биологические и физиологические особенности сельскохозяйственных культур

О. Н. Шплис¹, Н. Э. Коломиец¹, Н. Ю. Абрамец¹, Н. И. Каракчиева^{2,3},
Е. Б. Дайбова³

¹*Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России, 634050, Россия, г. Томск, Московский тр., 2Б*

²*Томский государственный университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36*

³*Сибирский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра РАН, 634050, Россия, г. Томск, ул. Гагарина, 3*

olyazmeewa@yandex.ru, borkol47@mail.ru, abrameznu@mail.ru,
karakchieva@mail.tsu.ru, edaibova@yandex.ru

Настоящая работа посвящена, изучению влияния наночастиц кремния разного происхождения (органического и неорганического [1]) на биохимические, биологические и физиологические особенности культурных растений *Medicago sativa* L. *nothosubsp. varia* (Martyn) Arcang. и *Avenanuda* L. Результаты работы демонстрируют, что наноразмерные структуры кремния органического и неорганического происхождения оказали существенное влияние на биохимические и физиологические процессы растений. Наиболее выраженный эффект влияния на все иерархические структуры [2] организма растений наблюдался при воздействии нанорганических структур кремния, полученных из волокон льна. Это выразилось в увеличении размера габитуса растений, в активации биохимических и ферментативных процессов, в частности, повышение содержания хлорофилла- α , β ; каротиноидов и нестероидных фитоэстрогенов в вегетирующей части растения, а также в повышении адаптивных свойств растений к условиям окружающей среды, в частности, повышение фиторемедиационного потенциала, коэффициентов транслакации и биологического поглощения.

Список литературы

1. Zmeeva O. N. // *BioNanoScience*. 2017. V.7. № 4. P.672-679.
2. Пиотровский Л. Б., Кац Е. А. // *Журн. «Экология и жизнь»*, 2010. № 8. С.7-13.

A little more information about flax properties

O. N. Shplis¹, N. E. Kolomiets¹, N. Yu. Abramets¹, N. I. Karakchieva^{2,3},
E. B. Daibova³

¹*Siberian State Medical University, Ministry of Health of Russia, 634050, Russia, Tomsk, Moskovsky trakt, 2B*

²*Tomsk State University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin Ave., 36*

³*Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Branch of the Siberian Federal Research Center RAS, 634050, Russia, Tomsk, Gagarina St., 3*

olyazmeewa@yandex.ru, borkol47@mail.ru, abrameznu@mail.ru,
karakchieva@mail.tsu.ru, edaibova@yandex.ru

The present paper is devoted to the study of influence of silicon nanoparticles of different origin (organic and nonorganic [1]) on biochemical, biological and physiological peculiarities of cultivated plants *Medicagosativa*L. *nothosubsp. varia* (Martyn) Arcang. and *Avenanuda* L. Results of the work demonstrate that nanodimensional silicon structures of organic and nonorganic origin have exerted a significant influence on biochemical and physiological processes of the plants. The most pronounced effect on all hierarchical structures [2] of plants' organism was observed under the influence of nonorganic silicon structures obtained from flax fibers. That has been manifested through upsizing of the plants' habitus, through activation of biochemical and enzymatic processes, in particular, an increase in the content of chlorophyll- α -, β ; carotenoids and nonsteroidal phytoestrogens in the vegetative part of the plant, as well as in enhancing the plants' properties adaptive to environmental conditions, in particular, an increase of phytoremediational potential, translocation coefficients and biological uptake.

References

1. Zmeeva O. N. // *BioNanoScience*. 2017. V.7. № 4. P.672-679.
2. Piotrovskiy L. B., Katz E. A. // *Journal "Ecology and Life"*. 2010. № 8. P.7-13.

Au/TiO₂ catalysts in solvent free peroxidative oxidation of 1-phenylethanol under mild conditions

E. Pakrieva¹, E. Kolobova¹, D. German¹, A. Pestryakov¹,
A. P. C. Ribeiro², L. M. D. R. S. Martins², S. A. C. Carabineiro²

¹*National Research Tomsk Polytechnic University, Lenin Av. 30, 634050,
Tomsk, Russia*

²*Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de
Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, Portugal*

pestryakov2005@yandex.ru

Alcohol oxidation is one of the most important transformations in industrial organic chemistry and a challenging process in terms of green chemistry. Traditional methods involve the use of toxic, expensive stoichiometric metal oxidants and harmful organic solvents, and they often require vigorous reaction conditions [1]. Catalysis research is working towards a solution through the development of effective heterogeneous catalysts for environmental applications.

In this work it was investigated Au/TiO₂ either unmodified or modified by lanthanum oxide catalytic systems for 1-phenylethanol oxidation under mild conditions similar to the requirements of the "green chemistry" (T = 80 °C, TBHP as green oxidant, without the use of alkali and solvent). Catalysts were prepared via deposition-precipitation method and characterized by adsorption of N₂ at -196°C, XRD, EDX, XPS, UV-Vis spectroscopy, TEM and STEM-HAADF.

The features of the formation and stabilization of active sites of gold in Au/M_xO_y/TiO₂ catalysts were investigated. The influence of the nature of the support, gold content and pre-treatment atmosphere on catalytic properties of gold systems is determined primarily by the action of these factors on the electronic state of the deposited metal. It should be stressed that as in the oxidation of 1-octanol [2], the sample modified with lanthanum oxide demonstrated the best catalytic performance. 98% yield of acetophenone was achieved already in 1 h when 4% Au/La₂O₃/TiO₂ pre-treated in H₂ was used.

References

1. G.Tojo, M. Fernández. Oxidation of Primary Alcohols to Carboxylic Acids: A Guide to Current Common Practice. Springer. Berlin. 2006.
2. Y. Kotolevich, E. Kolobova, E. Khramov, M.H. Farias, Ya. Zubavichus, et. al. // J. Mol. Catal. 2017. V. 427. P. 1-10.

Синтез гликолида из хлорацетата натрия с использованием оксида сурьмы

А.Е. Лукьянов, В.Т. Новиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

a.e.lukianov@gmail.com

В настоящее время биоразлагаемые полимеры используются в медицине. Широко используются хирургические нити основным компонентом которых является полигликоlid. Полигликоlid получают из гликолида, а гликоlid в свою очередь из гликолевой кислоты (ГК) или натриевой соли монохлоруксусной кислоты (NaMXУК) [1].

На первой стадии получения гликолида из вязкого расплава NaMXУК образуется также хлористый натрий. Эта реакционная масса обладающий низкой теплопроводностью, а выход гликолида составляет порядка 30 %, Поэтому, для повышения теплопроводности добавлялись различные вещества: (силикагель, цеолит, медная стружка).

Деполимеризация гликолида проходила в токе аргона, температуре реакции 275 °С, и давлении 20...15 mbar. Наибольший выход гликолида с использованием силикагеля составил 37 %, но в этом гликоlid-сырец имел низкую температуру плавления.

Таблица 1 – Использование катализатора

| № | Катализатор | Содержание катализатора, % | Выход гликолида, % | T _{пл} гликолида, °С |
|---|--------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------|
| 1 | Отсутствует | – | 30 | 70 |
| 2 | Оксид сурьмы | 0,5 | 34 | 68 |
| 3 | Оксид сурьмы | 1 | 50 | 77 |
| 4 | Оксид сурьмы | 1,5 | 37 | 69 |

Таким образом, использование оксида сурьмы как катализатора в процессе получения гликолида позволило повысить выход гликолида с 30 % до 50 %.

Список литературы

1. Sporzynski A., Kocay W., Briscoe H. V. A. // *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas*. 1949. Т. 68. №. 7. С. 613-618.
2. Pinkus A. G., Subramanyam R. // *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*. 1984. Т. 22. №. 5. С. 1131-1140.

Green aerobic oxidation of n-octanol with Au supported catalysts

E. Pakrieva¹, E. Kolobova¹, D. German¹, V. Cortés Corberán²,
A. Buachidze¹, A. Pestryakov¹

¹*National Research Tomsk Polytechnic University, Lenin Av. 30, 634050,
Tomsk, Russia*

²*Institute of Catalysis and Petroleumchemistry (ICP), CSIC, Marie Curie 2,
28049, Madrid, Spain*

pestryakov2005@yandex.ru

Currently supported gold is a remarkable catalyst for oxidation of alcohols from biomass conversion products in the liquid phase with high activity, high selectivity and better resistance to deactivation than Pt and Pd [1]. However, it must be stressed that the catalytic activity of gold is strongly sensitive to many factors, such as gold dispersion, preparation method, nature of the support, Au-support interface etc. [2], therefore this research topic is still open to further study.

In this work it was investigated the influence of metal loading and pretreatment atmosphere of gold catalysts supported on titania, either unmodified or modified by magnesium or iron oxides, on their catalytic performance in selective oxidation of n-octanol, as a reference of the less reactive long chain alkanols, the physical properties of which dictate implementation of green chemistry approaches [3] under mild conditions (low temperature 80 °C, atmospheric pressure, using of oxygen as green non-toxic oxidant with no base added) and on the formation of active sites. Samples were characterized by BET, EDX, ICP, HRTEM and XPS. It was revealed the best-promoting effects are modification of TiO₂ support by additives of Fe or Mg oxides, 0.5 wt.% of Au on modified support surface and O₂ pretreatment of the catalysts. The most active catalyst, supported on Mg-modified titania after pretreatment in O₂ reached 42.7% conversion of the alcohol for 6 h with selectivity towards to ester formation. This catalytic behavior is due to a change in the surface concentration of singly-charged gold ions, which seemed to be the active site.

References

1. H. Wang, W. Fan, Y. He, J. Wang, J.N. Kondo, T. Tatsumi // J. Catal. 2013. V. 299. P.10–19.
2. S. Overbury, V. Schwartz, D. Mullins, W. Yan, and S. Dai // J. Catal. 2006. V. 241 P. 56-65.
3. L. M. Molina, M. D. Rasmussen and B. Hammer // J. Chem. Phys. 2004. V. 120. P. 7673-7680.

Скрининг растительного сырья, подходящего для механохимического получения твёрдого биотоплива

Е.М. Подгорбунских¹, А.Л. Бычков¹, А.И. Денькин², О.И. Ломовский¹

¹ *Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН,
г. Новосибирск, 630128, ул. Кутателадзе, 18*

² *Институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных, 249013, Калужская область, г. Боровск*

podgorbunskikh@bk.ru

Перспективным подходом для производства компонентов твёрдого биотоплива из отходов лигноцеллюлозного сырья являются механохимические методы [1].

Однако предварительно необходимо решить задачу подбора растительного сырья, обладающего оптимальной теплотой сгорания и подходящего для дальнейшей механохимической переработки в компоненты твёрдого биотоплива.

Сложная супрамолекулярная организация и различия в содержании основных компонентов (целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и экстрактивных веществ) лигноцеллюлозных материалов приводят к неочевидной зависимости от содержания самого теплотворного компонента – лигнина, выступающего источником углерода [2].

Повышение содержания зольности в растительном сырье приводит к значительному снижению значений теплоты сгорания даже для объектов с высоким содержанием полифенольной части (лигнина). Растительное сырьё, характеризующееся низким содержанием золы, обладает теплотой сгорания сопоставимой с модельными смесями, содержащими порядка 50-60 % лигнина.

Максимальная теплота сгорания (25,7 МДж/кг) была определена для лузги подсолнечника, что связано с повышенным содержанием экстрактивных веществ (28,6 %).

Таким образом, проведение скрининга доступных видов лигноцеллюлозных отходов позволило определить перспективное растительное сырьё для механохимического производства твёрдого топлива в виде брикетов и пеллет.

Список литературы

1. Бурдуков А. П., Попов В. А., Чернецкий М. Ю., Дектрев А. А., Ломовский О. И., Бычков А. Л. // Ползуновский вестник. 2013. №4/3. С. 16-27.
2. Bychkov A. L., Denkin A. I., Tikhova V. D., Lomovsky O. I. // J. Therm. Anal. Calorim. 2017. V. 130. P. 1399-1405.

Арилирование алканов с использованием арендиазоний тозилатов

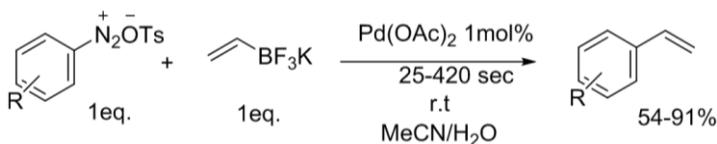
Е.В. Романенко, К.В. Орлова, М.Е. Трусова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

horanlena@yandex.ru

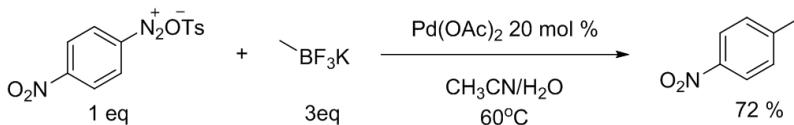
Ароматические соли диазония известны как одни из наиболее ценных строительных блоков в органическом синтезе. Ежегодно выходит порядка 50 публикаций [1-3], направленных на изучение их реакционной способности в различных превращениях с образованием новых углерод-углеродных связей. Одной из наиболее известных реакций является арилирование алкенов по механизму Матсуда-Хека.

Ранее коллегами было показано, что арендиазоний тозилаты могут арилировать винилтрифторборат калия в присутствии 1 mol % Pd(OAc)₂ при комнатной температуре по механизму реакции Матсуда-Хека. Время реакции составило от 25 до 420 секунд, единственным продуктом реакции являлся стирол с выходом до 91% [4]:



В нашей работе мы исследовали возможность арилирования метилтрифторбората калия. Реакция проходила в присутствии 20 mol

% палладий ацетата в среде ацетонитрил/вода при комнатной температуре и при 60 градусах. Было установлено, что образование целевого 4-нитротолуола возможно только при нагревании реакционной массы:



Таким образом, показана возможность арилирования алканов, на примере метилтрифторбората калия. Разработанный метод, можно отнести к методам отвечающим принципам «Зеленой химии», так как в качестве растворителей используется смесь ацетонитрил-вода, которые являются безопасными и относятся к «зеленым» растворителям.

Список литературы

1. A. Roglans et al, Chem. Rev. 2006, 106, 4622–4643;
2. F.-X. Felpin et al, Chem. Eur. J. 2010, 16, 5191 – 5204;
3. M. Majek et al, Beilstein J. Org. Chem. 2014, 10, 981–989;
4. M.E. Trusova et al, Org. Chem. Front., 2018, 5, 41.

Синтез гликолида с использованием растворителей

М.Е. Сидельцев, А.Е. Лукьянов

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

sideltsev.max@yandex.ru

Гликолид является сырьем для получения полигликолида – биоразлагаемого полимера, который служит материалом для изготовления различных резорбируемых медицинских изделий.

Синтез гликолида проводился в две стадии: поликонденсация гликолевой кислоты (ГК) в олигомер и его деполимеризация до продукта. Исходным сырьем являлся 70 % водный раствор гликолевой кислоты в количестве 30 мл. Процесс поликонденсации протекал в присутствии растворителя, образующего азеотропную смесь с водой [1]. На стадии деполимеризации олигомера ГК также добавлялся катализатор – оксид сурьмы (III) (1 % по массе). Сам процесс проводился при вакууме 13...11 мбар в токе азота.

Таблица 1 – Выход гликолида-сырца в первой серии синтезов

| Растворитель | Объем растворителя, мл | Выход гликолида-сырца, % |
|--------------|------------------------|--------------------------|
| стандартный | – | 69 |
| бензол | 225,0 | 74 |
| декан | 23,4 | 63 |

В ходе поликонденсации без растворителя, было замечено, что основной объем воды отгоняется за первый час поликонденсации. Поэтому во второй серии синтезов растворитель добавлялся спустя час после начала поликонденсации в расчете на оставшуюся воду.

Таблица 2 – Выход гликолида-сырца 2-ой серии синтезов

| Растворитель | Объем растворителя, мл | Выход гликолида-сырца, % |
|--------------|------------------------|--------------------------|
| стандартный | – | 75 |
| бензол | 17,9 | 69 |
| ацетонитрил | 28,8 | 69 |

Данные показывают, что можно существенно сократить объем используемого растворителя, если его добавлять на стадии поликонденсации при незначительном сокращении выхода гликолида-сырца.

Список литературы

1. Хорсли Л. Таблицы азеотропных смесей. М.: Издательство иностранной литературы, 1951. 290 с.

Применение механохимической обработки бурого угля для получения эффективных сорбентов тяжёлых металлов

Т. С. Скрипкина, А.Л. Бычков, О.И. Ломовский

*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,
г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18*

urazovatanya@mail.ru

Бурый уголь является широко используемым источником гуминовых кислот, однако стандартные методы их выделения сопряжены с применением большого количества концентрированных растворов щелочей и кислот [1]. Применение механохимической обработки бурого угля позволяет не только увеличивать экстрагируемость гуминовых кислот, но и направленно модифицировать их структуру [2].

Целью данной работы являлась разработка способа механохимического окисления бурого угля, позволяющего получать продукт с увеличенным содержанием гуминовых кислот, применимый в качестве сорбента тяжёлых металлов в условиях реального водоема.

Механохимическую обработку бурого угля Итатского месторождения проводили в лабораторной мельнице-активаторе АГО-2 в присутствии твердого щелочно-окислительного реагента – перкарбоната натрия. В результате обработки увеличивается выход гуминовых кислот (с 24 до 70 %), при этом зольность гуминовых кислот уменьшается с 7 до 2 %, а содержание свободных карбоксильных и фенольных групп увеличивается на 103% и 55%, соответственно.

Эффективность механохимически окисленного бурого угля в качестве сорбента тяжёлых металлов была исследована в условиях лабораторного и натурального экспериментов. Натурный эксперимент был поставлен в акватории Новосибирского водохранилища. Продукт выводит тяжелые металлы (Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+}) из толщи воды, при этом не стимулирует и не угнетает прирост биомассы водоема. Остаточные концентрации тяжелых металлов, введенных в водоем являются достаточно низкими для полного выведения из воды за счет биотического канала.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №16-13-10200).

Список литературы

1. Schnitzer M. Khan S.U. // Soil Organic Matter Development of Soil Science. 1978. № 8. P. 1-64.

2. Urazova, T. S., Bychkov, A. L., Lomovskii, O. I. // Russian Journal of Applied Chemistry, 2014, V. 87, № 5, P. 651–655

Секция 10. Устойчивое развитие регионов

Overview of water Pollution Terrain Nexus

Xuechao Wang, Jiří Jaromír Klemeš

*Sustainable Process Integration Laboratory - SPIL, NETME Centre,
Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology - VUT
Brno, Technická 2896/2, 616 69 Brno, Czech Republic*

wang@fme.vutbr.cz

Abstract

The terrain has always been one of the most significant impact factors of pollution generation and distribution. Different terrains and geographical conditions have been creating and influencing the atmosphere, hydrosphere, lithosphere and biosphere (Help Save Nature, 2018). The most concerned pollutions, such as water pollution, air pollution, land pollution, are all affected by this factor, which has been drawing increasingly social and environmental attention (Wang, 2017). The diversity of the terrain has created and will also influence or even determine the evaluation of landscape. Meanwhile, it inevitably influences the water flowing and recycling, consequently affecting the flow and distribution of water pollutants. Water pollutants can spread or settle with the water flow caused or influenced by terrain difference. The terrain is one of the key factors of water pollution.

By and large, the whole world is facing increasingly serious global water pollution (Carley and Spapens, 2017). In 2014, there were more than 1.2×10^9 persons of the whole world lack access to safe drinking water and 2.6×10^9 persons have little or even no sanitation. More seriously, millions of people die annually because of the diseases transmitted through unsafe water or human excreta, among them, almost 1.5 million are children (Vasudevan and Oturan, 2014). The situation was even getting worse, accompanied by the increasing aquatic life threat and so on. Water resources management coupled with water pollution control is urgently needed to improve the water environment as a whole. It has been becoming more significant to make clear the mechanism for the generation and diffusion of water pollution. Especially the relationship between terrain and water pollution.

Mahajan and Sivakumar (2017) quantified the terrain indices for water resource protection and proposed the water management plan by integration Remote Sensing and GIS Techniques. Groll et al (2015) studied the water quality, potential conflicts and solutions of Zarafshan River, showing that the water-related actions in the upstream have a direct and significant impact on the quality of water flowing to the downstream. A serious pollution in the downstream was caused by the factors of untreated irrigation drainage water etc of upstream. The healthy water demand, caused by the increasing river pollution, may lead to an even aggravate the conflicts between the lower and upper parts of the catchment in the future. Kahn et al (2015) analysis the impact of upstream-downstream nexus and policies boundary on the quality of river water in China. Results showed that the water pollutants can travel with the water flow from upstream to the downstream, causing the pollution spreading.

Up-to-date information on terrain water nexus is of great importance for water environmental protection agencies to assess water quality and provide advice to the general public in a timely manner. The relationship between them has been and will be a more pivotal element for comprehensive analysis and management of water resource, as well as environmentally sustainable development. The aim of this study is to overview and analyse the water pollution terrain nexus, trying to propose the research trends of this domain.

Acknowledgements

The EU supported project Sustainable Process Integration Laboratory – SPIL funded as project No. CZ.02.1.01/0.0/0.0/15_003/0000456, by Czech Republic Operational Programme Research and Development, Education.

References

1. Help Save Nature, <helpsavenature.com>, accessed 07.06.2018.
2. Wang X., Dong X., Liu H., Wei H., Fan W., Lu N., Xu Z., Ren J, Xing K., 2017, Linking land use change, ecosystem services and human well-being: a case study of the manas river basin of Xinjiang, China. *Ecosystem Services*, 27, 113-123.
3. Carley M., Spapens P., 2017, *Sharing the world: sustainable living and global equity in the 21st century*. Routledge, British.
4. Vasudevan, S., Oturan, M.A., 2014. Electrochemistry: as cause and cure in water pollution—an overview. *Environmental chemistry letters*, 12(1), pp.97-108.
5. Mahajan, S., Sivakumar, R., 2017, July. Quantification of Geomorphic Indices for Identifying Water Retaining Problem in Basaltic Terrain and Preparation of Water Resource Management Plan Through

Integrated Remote Sensing and GIS Techniques. In Global Civil Engineering Conference (pp. 629-640). Springer, Singapore.

6. Groll M., Opp C., Kulmatov R., Ikramova M., Normatov I., 2015, Water quality, potential conflicts and solutions—an upstream–downstream analysis of the transnational Zarafshan River (Tajikistan, Uzbekistan). *Environmental Earth Sciences*, 73(2), 743-763.

7. Kahn M.E., Li P., Zhao D., 2015, Water pollution progress at borders: the role of changes in China's political promotion incentives. *American Economic Journal: Economic Policy*, 7(4), 223-42.

О роли золота и золотых лихорадок в развитии цивилизации

В.В. Бутвиловский

Лейбниц-Институт полимерных исследований, г. Дрезден, Германия

wladimirbutwilowski@gmail.com

Понятие *sustainable development* (неудачно переведённое как «устойчивое развитие») трактуется как рациональное совместное существование и развитие, как рост благосостояния [1; и др.]. Всемирный банк определяет его как **управление** общественными активами (физическим, природным и человеческим капиталом), которое направлено на сохранение и расширение деловых и жизненных возможностей человечества. Такой подход, на мой взгляд, в принципе правилен. Так или иначе, но все эти активы тесно связаны с **экономикой, экологией и эстетикой**. Эстетика важнее всего, и сила её воздействия обусловлена самым мощным активом – человеческим капиталом [2]. Однако эстетические стимулы не могут работать в одиночку. Жажда красоты, комфорта и безопасности приводит в действие экономические возможности (производство технологий, товаров и средств), базирующиеся на экологических возможностях (ресурсах и иммунитете) и человеческом капитале (разуме, этике и менталитете). Всё это образует «саморазвивающуюся» систему.

Мощнейшим «катализатором» развития и совершенствования этой триединой антропогенной системы (**ноосферы**) явилось и является **золото**. Необходимо подчеркнуть наиважнейшую роль золота в развитии цивилизаций и культур. Золото - это не только товар и капитал, но и стимул эстетического и интеллектуального развития. Образно говоря, без воды невозможна жизнь, а без золота – жизнь разумная. Знания и мастерство открывались людям через золото!

Золото – это огромные возможности свободных людей! И дурак тот, кто верит клише о «презренном металле»! Но в концепциях «устойчивого развития» золото не упоминается или упоминается лишь во второстепенном своём значении (как и эстетика). Поэтому нынешние концепции зачастую декларативны и ошибочны.

Список литературы

1. Бегун Т.В. Устойчивое развитие: определение, концепция и факторы в контексте моногородов. // Экономика, управление, финансы: Материалы II Междунар. науч. конф., г. Пермь. - Пермь: Меркурий, 2012. - С. 158-163.
2. Бутвиловский В. В. О «географической» материи, информации и мере. // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 3. С. 27–31.

About the role of gold and gold fevers in the development of civilization

V.V. Butvilovsky

Leibniz-Institute for Polymer Research, Dresden, Germany

wladimirbutwilowski@gmail.com

The notion of sustainable development (unsuccessfully translated as "stable development" in Russian) is interpreted as a rational joint existence and development, as well as welfare growth [1; and etc.]. The World Bank defines it as the management of public assets (physical, natural and human capital), which is aimed at preserving and expanding the business and life opportunities of mankind. In my opinion, this approach is basically correct. One way or another, but all these assets are closely related to economy, ecology and aesthetics. Aesthetics are most important, and the force of its impact is determined by the most powerful asset - human capital [2]. However, aesthetic incentives can not work alone. The thirst for beauty, comfort and security triggers economic opportunities (the production of technologies, goods and means) based on environmental opportunities (resources and immunity) and human capital (mind, ethics and mentality). All this forms a "self-developing" system.

The most powerful "catalyst" for the development and improvement of this triune anthropogenic system (noosphere) was and is gold. It is necessary to emphasize the very important role of gold in the development of civilizations and cultures. Gold is not only a commodity and asset, but also an incentive to aesthetic and intellectual development. Figuratively

speaking, without water life is impossible, and without gold life is reasonable. Knowledge and skill were revealed to people through gold! Gold is a huge opportunity for free people! And a fool is one who believes the cliché about the "despicable metal"! But in the concepts of "sustainable development" gold is not mentioned or mentioned only in its secondary meaning (like aesthetics). Therefore, current concepts are often declarative and erroneous.

Bibliography

1. Begun T.V. Sustainable development: definition, concept and factors in the context of single-industry towns. Economics, management, finance: Materials II Intern. sci. Conf., Perm. - Perm: Mercury, 2012. - P. 158-163.

2. Butvilovsky V.V. About "geographical" matter, information and measure. // Bulletin of the Kemerovo State University. Series: Biological, Technical Sciences and Earth Sciences. 2017, № 3, P. 27-31

Микотрофность *Pinus sibirica* Du Tour как показатель устойчивости кедровников Томской области

О.Б. Вайшля, К.С. Карбышева, Н.Н. Кудашова, С.И. Гашков

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36

plantaplus@list.ru

Микоризы - это симбиотические органы, образованные мицелием почвенных грибов и корнями высших сосудистых растений. Известна обязательная микотрофность хвойных бореальной зоны: 95% всасывающих корней у них представлено эктомикоризными окончаниями. Благополучное состояние дерева подразумевает большое разнообразие видов грибного симбионта и морфотипов эктомикориз. В лесных экосистемах Западной Сибири анализ микотрофности основных лесообразующих пород ранее не проводился. Цель исследования – описание разнообразия и анатомо-морфологического строения эктомикориз *Pinus sibirica* Du Tour в кедровниках Томской области.

Обнаружено и описано 25 морфотипов у разновозрастных саженцев из Лоскутовского, Зоркальцевского и Губинского кедровников. Не смотря на 4-х кратные у корней и 17-кратные у грибов различия по объему в составе эктомикоризы, тем не менее

соотношение фото- и микосимбионтов во всех морфотипах оставалось неизменным. Ранее это было показано на *Pinus sylvestris* L. в окрестностях Екатеринбурга. Обнаруженная высокая изменчивость степени развития мантии и индекса микоризации связана с определенным лесным биотопом.

Исследование поддержано грантом РФФИ № 15-29-02588 «Биота микоризообразующих макромицетов сосняков и кедровников Томской области и их экосистемная роль»

Список литературы

1. Веселкин Д.В. Соотношение гриба и древесных тканей в эктомикоризных корнях хвойных // Лесоведение. 2015. № 2. С. 142 – 146.

2. Simard, S.W. Mycorrhizal networks: a review of their extent, function, and importance // Canadian Journal of Botany. 2004. Vol. 82. P. 1140–1165.

3. Ostonen I., Lõhmus K. Proportion of fungal mantle, cortex and stele of ectomycorrhizas in *Picea abies* (L.) Karst. in different soils and site conditions // Plant and Soil. 2003. Vol. 257. P. 435–442.

К вопросу об устойчивости функционирования личных подсобных хозяйств в период экономической нестабильности

Е.С. Волкова¹, М.А. Мельник², К.А. Семенова³

*Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, Россия, 634055, г. Томск, пр. Академический, 10/3*

¹elevolko@yandex.ru, ²melnik-m-a@yandex.ru, ³ksenia_ska@mail.ru

Личные подсобные хозяйства (ЛПХ) в мировом аграрном секторе экономики играют довольно существенное значение, обеспечивая продуктами питания большую часть населения. Особенно важной их роль становится в годы экономической нестабильности, когда основные доходы населения могут заметно сократиться. Поскольку ЛПХ обладают свойством устойчивости, т.е. способностью сохранять основные свойства и признаки системы при изменяющихся условиях внешней среды, они могут достаточно оперативно реагировать на происходящие трансформации и включать механизм адаптации, исходя из полученного опыта и имеющейся возможности быстрой перестройки структуры хозяйства. Этому способствуют небольшой размер хозяйств и самоорганизующийся характер функционирования, а также имеющаяся возможность внутреннего эффективного

управления. Сейчас во многих странах мира ученые активно занимаются вопросами устойчивости агроэкосистем, что объясняет актуальность представляемого исследования. На основе системного анализа и энергетического подхода авторами рассматриваются механизмы устойчивого функционирования личных подсобных хозяйств, расположенных в разных природных зонах – степях Северного Казахстана и южной тайги Западной Сибири. Для анализа выбран наиболее неблагоприятный в экономическом отношении период 90-х годов, когда наблюдалась стагнация многих отраслей экономики. На примере действующих ЛПХ в России и Казахстане показано, что устойчивость к внешним воздействиям проявляется, прежде всего, в изменении удельного веса в объемах заготовки продуктов внутри и вне хозяйства, а также в изменении ассортимента и разнообразия продуктов питания. Кроме того, наблюдается перестройка видов деятельности хозяйства, его специализации и необходимости использования современной агротехники. Устойчивое функционирование ЛПХ в условиях крайней нестабильности внешней среды предопределяет ее направленность на диверсифицирование хозяйственной деятельности.

To the question of sustainability of private subsidiary farms during the period of economic instability

Elena S. Volkova¹, Mariya A. Melnik², Kseniya A. Semenova³

*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS,
10/3 Akademicheskoy Av., Tomsk, Russia, 634055*

¹elevolko@yandex.ru, ²melnik-m-@yandex.ru, ³ksenia_ska@mail.ru

Personal subsidiary farms (PSF) in the global agricultural sector are important in providing food for the population majority. Their role becomes especially important during the economic instability years, when the population main incomes can be significantly reduced. PSF have the stability property that is the ability to preserve the basic system properties and characteristics under changing environmental conditions. They can react quickly enough to the ongoing transformation and activate a mechanism for adaptation based on an experience and possibility of rapid restructuring of the economy. This is facilitated by the small size of farms and the self-organizing nature of the operation, as well as the available capacity for internal effective management. Now scientists in many countries of the world are actively researched sustainability issues of

agroecosystems, which explains the study relevance. The mechanisms of sustainable functioning of PSF located in different natural areas - Northern Kazakhstan steppes and Western Siberia southern taiga are considered by the authors on the system analysis basis and energy approach. The most economically disadvantaged period of the 1990s was chosen for the analysis, when stagnation of economy many sectors have been observed.

On the example of personal subsidiary farms in Russia and Kazakhstan shows that sustainability to external influences is shown through change of specific weight in the volume of food inside and outside farm, and change of range and diversity of food.

In addition, there is a restructuring of the economy activities of farm, specialization and necessity for the modern agricultural machinery use. Stable functioning of PSF in conditions of extreme instability of the environment determines it is proved on economic activity diversification.

Динамика ТБО как индикатор устойчивого развития

С. В. Горбунова

*Национальный исследовательский Томский государственный
университет, г. Томск, пр. Ленина, 36*

post_delo@mail.ru

Практическая реализация концепции устойчивого развития затруднена отсутствием точного определения устойчивого развития и индикаторов устойчивости, релевантных современной эколого-социально-экономической ситуации, что обуславливает актуальность данного исследования. Развитие, чтобы признаваться устойчивым, должно отвечать принципу: показатели качества жизни и состояния окружающей среды не снижаются относительно таковых в предыдущем периоде, а количество затраченных ресурсов не превышает установленный предел. Одним из индикаторов, сочетающим в себе экологический, социальный и экономический аспекты, служит количество твердых бытовых отходов.

В России количество ТБО в 2012—2016 гг. составило 53,122; 53,703; 56,68; 53,3 и 52,4 млн т соответственно. В 2013 и 2014 гг. количество ТБО ежегодно незначительно возрастало относительно показателя предыдущего года — на 2,81 % и на 0,3 %. В 2015 г. наблюдается сокращение на 2,09 %, что не компенсирует возрастных двух предыдущих лет. В 2016 г. происходит скачкообразное увеличение количества отходов — на 7,53 % (а по сравнению с 2012 г.

— на 8,65 %). При этом численность населения России с 2012 г. по 2016 г. возростала постепенно: 143,2; 143,5; 143,8; 144,1 и 144,3 млн чел. соответственно. Всего за 5 лет рост составил 0,77 %.

В Томской области количество ТБО в 2012—2016 гг. составило 1,364; 1,014; 0,847; 0,907 и 0,857 млн т соответственно, в то время как численность населения региона возростала: 1064,25; 1070,13; 1074,45; 1076,8 и 1078,9 тыс. чел. (всего за 5 лет рост составил 1,38 %). В 2013 и 2014 гг., в отличие от всероссийского тренда, количество ТБО ежегодно сокращалось относительно показателя предыдущего года — на 25,66 % и на 16,45 % соответственно, что при непрерывном росте численности населения является особенно показательным. Небольшой скачок данного параметра (на 7,08 %) не меняет общей картины и частично компенсируется дальнейшим снижением на 5,5 %.

Таким образом, количество ТБО не зависит напрямую от численности населения и может быть связано с сокращением потребления, применением экоориентированных подходов (вторичное использование), поэтому чтобы судить о динамике развития региона, требуется комплексный анализ с учетом других индикаторов.

Dynamics of solid domestic waste as an indicator of sustainable development

S.V. Gorbunova

National Research Tomsk State University, Tomsk, Lenin Avenue 36

post_delo@mail.ru

Practical implementation of the concept of sustainable development is complicated because an exact definition of sustainable development and modern ecological and socio-economic indicators of sustainability are absent, which makes this study relevant. The development to be recognized as sustainable should correspond to main criteria of life quality, the condition of the environment should not decline in comparison with the previous period and the amount of expend resources does not exceed the set limit. One of the indicators, combining the ecological, social and economic aspects, is the amount of solid domestic waste.

The amount of solid domestic waste In Russia in period 2012-2016 was 53.122; 53.703; 56.68; 53.3 and 52.4 million tons respectively. In 2013 and 2014 the amount of solid domestic waste increased insignificantly in comparison with the previous year - by 2.81% and by 0.3%. In 2015 the value decreased by 2.09%, which does not compensate the growth in the

previous two years. In 2016 there is a sharp increase the amount of waste - by 7.53% (compared to 2012 - by 8.65%). At the same time, the population of Russia was increasing gradually from 2012 to 2016: 143.2; 143.5; 143.8; 144.1 and 144.3 million respectively. Total growth was 0.77%.

In the Tomsk region the amount of solid domestic waste in 2012-2016 was 1.364; 1.014; 0.847; 0.907 and 0,857 million tons respectively, while the population was increasing: 1,064.25; 1070.13; 1074.45; 1076.8 and 1078.9 thousand people (totally the growth was 1.38%) . In 2013 and 2014, in contrast to the nationwide trend, the amount of solid domestic waste reduced each year with respect to the previous year - by 25.66% and 16.45% respectively. Taking into account that the population grew this fact is particularly revealing. A little leap of this parameter (by 7.08%) does not change the overall picture and is partially compensated by a further decrease of 5.5%.

So the amount of solid domestic waste does not directly depend on the population and may be associated with a reduction in consumption, using eco-oriented approaches (secondary use), therefore, in order to evaluation the dynamics of the region's development a comprehensive analysis with other indicators is required.

The cultural landscape in the system of sustainable land use

M. Yu. Shishin, O. Z. Engoyan, O. P. Pavlusenko

*Polzunov Altai State Technical University, 656038, Barnaul,
Lenina avenue, 46*

ICRBA@yandex.ru

At the heart of the crisis is the problem of redistribution of resources. First of all – the energy ones. Any economic activity is the conversion and exchange of various types of energy – thermal, electrical, mechanical, and so on. In this case, the impact on the environment is accompanied by violations of landscapes and development of digression. Plants accumulate solar energy. According to N.B. Timofeev-Resovsky, only 3-8% of the solar radiation falling on the surface of the Earth, is absorbed by plants [10].

Effective tool to prevent degradation of ecosystems and regulation of sustainable land use should be considered as the formation of cultural landscapes [1; 2; 3; 4; 7; 8; 9; 11; 17; 19; 25].

Two main directions for the formation of mechanisms for sustainable land use are: (1) management within the context of traditional nature

management [13; 16]; (2) the restoration of individual elements of natural complexes in order to prevent ecosystem digressions [15; 20].

The main criteria should be considered the following: (1) the structuring nature of anthropogenic impact, (2) integration of ideas about natural objects into scientific and social knowledge, (3) matching of nature use volumes within the socio-natural complex to its economic capacity (e.g., in terms of incoming / power consumption).

The landscape development has three main levels (stages): (1) simplest (e.g. reclamation of industrial areas), (2) basic (partially structured - gardens, parks, etc.), (3) sustainable (included in the socio-economic mechanisms of load redistribution taking into account the ecosystem reflection and economic capacity of the territory [23], for example, in terms of energy exchange).

Cultural landscapes combined with the natural-ecological frame of the territory are the basis of sustainable land use [12].

Bibliography

1. Belozyorova S.S. The results of work of the platform "Ecological rehabilitation of territories", 2014 / URL : http://ineca.ru/download.php?projects/cityforlive/sociallab15/&20151016_22.pdf

2. Kalutskov V.N. Fundamentals of ethnocultural landscape studies. Moscow: MSU Publishing House, 2000.

3. Klimov A.V. Educational Center "Teaching Botanical Garden" of Novokuznetsk Institute (Branch) of Kemerovo State University, Novokuznetsk / URL : http://ineca.ru/download.php?projects/cityforlive/sociallab15/&20151016_24.pdf

4. Manakov Yu.A. Methods of biological recultivation. Experience of the Kuzbass Botanical Garden / URL : http://ineca.ru/download.php?projects/cityforlive/sociallab15/&20151016_24.pdf

5. Milkov F. N. People and landscapes. Essays of anthropogenic landscape studies. Moscow: "Mysl", 1973.

6. Milkov F.N. Man-made landscapes. Moscow: "Mysl", 1978.

7. Ragulina M.V. The classical concept of the cultural landscape by Karl Sauer: history and modernity. News of Irkutsk State University. Series: Earth Sciences. T.6, №1, 2013, p.174-182 / URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=19120364>

8. Rodoman B. B. Traditional cultural landscape: the main problems of typology, zoning and imagination / International Journal of Cultural Research — 4(5), 2011 / URL :

[http://www.culturalresearch.ru/files/open_issues/04_2011/IJCR_04\(5\)_2011_Rodoman.pdf](http://www.culturalresearch.ru/files/open_issues/04_2011/IJCR_04(5)_2011_Rodoman.pdf)

9. Soboleva N. P. Yazikov N. P. Landscape science: textbook. – Tomsk: publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2010.

10. Timofeev-Resovsky N. V., Vorontsov N. N., Yablokov A.V. A brief essay of the theory of evolution. – Moscow: Science, 1969. 408 p. / 2nd ed. – Moscow: “Science”, 1978.

11. Turovsky R.F. Cultural landscapes of Russia. M.: Institute of Heritage, 1998.

12. Shishin M.Yu., Engoyan O.Z. Formation of the ecological frame – a mechanism to reduce the risk of human impact on natural complexes // Problems of regional ecology, № 3, 2015. – Pp.100-103.

13. Yakel Y.Ya., et al. Protection of the Bikin river virgin forests to reduce the impact of climate change in accordance with article 6 of the Kyoto Protocol / URL : <http://www.myshared.ru/slide/759044/>

14. Auer A., Maceira N., Nahuelhual L. Agriculturisation and trade-offs between commodity production and cultural ecosystem services: A case study in Balcarce County // Journal of Rural Studies – Volume 53, July 2017, Pages 88–101 / <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0743016716301942>

15. Bishop-Taylor Robbi, Tulbure Mirela G., Broich Mark. 2017. Surface-water dynamics and land use influence landscape connectivity across a major dryland region. – Ecological Applications, Volume 27, Issue 4, June 2017, Pages 1124-1137 / URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eap.1507/full>

16. Constants of Russian and Mongolian culture: essays on history and theory / M.Yu. Shishin, E.V. Makarova, editors. Barnaul, Altai Printing House, 2010.

17. Leverkus Alexandro B., Castro Jorge. 2017. An ecosystem services approach to the ecological effects of salvage logging: valuation of seed dispersal. – Ecological Applications, Volume 27, Issue 4, June 2017, Pages 1057-1063. / URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eap.1539/full>

18. Levine Carrie R., Cogbill Charles V., Collins Brandon M., Larson Andrew J., Lutz James A., North Malcolm P., Restaino Christina M., Safford Hugh D., Stephens Scott L., Battles John J. 2017. Evaluating a new method for reconstructing forest conditions from General Land Office survey records. – Ecological Applications, First published: 24 May 2017. / URL : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eap.1543/full>

19. Mair Louise, Harrison Philip J., Raty Minna, Barring Lars, Strandberg Gustav, And Tord Snall. 2017. Forest management could counteract distribution retractions forced by climate change. — Ecological

Applications, 0(0), 2017, pp. 1-13 (2017 by the Ecological Society of America). / URL : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eap.1541/pdf>

20. Mondy Cédric P., Schuwirth Nele. 2017. Integrating ecological theories and traits in process-based modeling of macroinvertebrate community dynamics in streams. – Ecological Applications, Volume 27, Issue 4, June 2017, Pages 1365-1377. / URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eap.1530/full>

21. Pastick Neal J., Duffy Paul, Genet Hélène, Rupp T. Scott, Wylie Bruce K., Johnson Kristofer D., Jorgenson M. Torre, Bliss Norman, McGuire A. David, Jafarov Elchin E., Knight Joseph F. 2017. Historical and projected trends in landscape drivers affecting carbon dynamics in Alaska. – Ecological Applications, First published: 22 May 2017. / URL : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eap.1538/full>

22. Pelletier Johanne, Siampale Abel, Legendre Pierre, Jantz Patrick, Laporte Nadine T., Goetz Scott J. 2017. Human and natural controls of the variation in aboveground tree biomass in African dry tropical forests. – Ecological Applications, First published: 12 June 2017. / URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eap.1550/full>

23. Shishin M., Engoyan O., Surazakova S., Zhukova E. The Role of Environmental Knowledge in Altai Peoples' Adaptation to the Conditions of Ecological / The International Journal of Environmental and Science Education (IJESE) – pp. 4079-4092, Article Number: ijese.2016.316 // Published Online: August 05, 2016 / URL: <http://www.ijese.net/makale/625>

24. Volis S. 2017. Plant Conservation in the Anthropocene: Definitely Not Win-Win But Maybe Not Lose-Lose? – Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. 2017. / URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095489105056>

25. Wear David N., Turner Monica G., Flamm Richard O. 1996. Ecosystem Management with Multiple Owners: Landscape Dynamics in a Southern Appalachian Watershed. – Ecological Applications, Volume 6, Issue 4, November 1996, Pages 1173-1188. / URL : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/2269600/full>

Влияние технологических изменений в сфере энергоэффективности на износ инфраструктуры в топливно-энергетическом комплексе

Ю. Л. Жуковский, В. В. Старшая

*Санкт-Петербургский горный университет, 199106,
г. Санкт-Петербург, В.О., 21-я линия, д. 2*

zhukovskiy_yul@pers.spmi.ru

На сегодняшний день, в эпоху третьей промышленной революции, топливно-энергетический комплекс является наиболее консервативным элементом, сдерживающим национальные экономики [1]. Ближайшие 20 лет энергетика различных регионов и стран должна справиться с вопросами обеспечения энергетической безопасности и стать гарантом «устойчивого развития» как основы удовлетворения своих потребностей для будущих поколений [2]. Основным сдерживающим фактором на пути качественного увеличения потребления электроэнергии и тотальной электрификации в может стать изношенность электроэнергетической инфраструктуры [3].

Поэтому актуальными задачами данного исследования являются: выявление глобальных трендов влияющих на состояние инфраструктуры и определение степени их влияния; разработка методики оценки влияния технологических изменений на скорость обновления основных фондов в электроэнергетике; прогнозное моделирование состояния инфраструктуры с учетом влияния глобальных вызовов и развития технологий; определение ключевых технологий необходимых для сглаживания негативного эффекта стареющих фондов; определение ключевых технологий развитие которых вызовет ускоренное привлечение инвестиции в электроэнергетический сектор.

Список литературы

1. Y Zhukovskiy D Malov (2018) IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series (Tomsk: IOP Publishing Ltd) 1015 042067

2. И.Ю. Семькина, Е. В. Скребнева. // Проблемы и пути решения вопросов надежности внешнего электроснабжения угольных шахт. Записки Горного института. 2017. Т. 226, С 452-455.

3. Б.Н. Абрамович; Ю.А. Сычев. Проблемы обеспечения энергетической безопасности предприятий минерально-сырьевого комплекса. Записки Горного института. 2016. Т. 217, С. 132-136.

Influence of technological changes in energy efficiency on the deterioration of infrastructure in the fuel and energy complex

Y. L. Zhukovskiy, V. V. Starshaia

*St. Petersburg Mining University, 2, 21 Line of Vasilyevsky Island,
St. Petersburg, 199106*

zhukovskiy_yul@pers.spmi.ru

Nowadays, in the era of the third industrial revolution, the fuel and energy complex is the most conservative element of constraint on national economy [1]. The next 20 years, the energy sector of various regions and countries must cope with the issues of ensuring energy security and become a guarantor of "sustainable development" as the basis for meeting their needs for future generations [2]. The deterioration of the electric power infrastructure is the main factor that constrains the ability to provide a qualitative increase in electricity consumption and total electrification [3].

The current tasks of this study are: identification of global trends that affect the state of the infrastructure and determine the degree of influence of its trends; development of a methodology for assessing the impact of technological changes on the rate of infrastructure renewal in the power industry; forecasting the state of the infrastructure, taking into account the impact of global challenges and the development of technology; identification of the key technologies that are needed for smoothing out the negative effect of aging equipment and accelerating attraction of investment in the electricity sector.

References

1. Y Zhukovskiy D Malov (2018) IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series (Tomsk: IOP Publishing Ltd) 1015 042067
2. I. Yu. Semykina, E. V. Skrebneva. // Problems and ways of solving the issues of reliability of external power supply of coal mines. Journal of Mining Institute. 2017. T. 226, C 452-455.
3. B. N Abramovich; A. A. Sychov. Problems of ensuring energy security of enterprises of the mineral and raw materials complex. Journal of Mining Institute. 2016. Vol. 217, P. 132-136.

Определение оптимальной структуры и режимов работы автономных комплексов с возобновляемыми источниками энергии в условиях Арктики

Ю. Л. Жуковский, А. Ю. Лаврик, А. Д. Булдыско

Санкт-Петербургский горный университет, 199106,

г. Санкт-Петербург, В.О., 21-я линия, д. 2

zhukovskiy_yul@pers.spmi.ru

Одним из наиболее актуальных стратегических направлений, стоящих перед Россией в настоящее время, является освоение Арктики. Арктика обладает богатыми биологическими и рекреационными ресурсами, оказывает большое влияние на формирование климата всей планеты. Общим элементом большинства технологий интеллектуальных сетей является применение цифровой обработки и связи в энергосистеме, что делает поток данных и управление информацией центральными элементами [1]. Новые возможности и преодоление барьеров энергоэффективности становятся доступными благодаря глубокой интеграции использования цифровых и информационных технологий с электрическими сетями [2]. Интеграция информации об оборудовании в сети электроснабжения и потребителях является одной из ключевых проблем при проектировании систем электроснабжения автономных комплексов [3]. Поэтому актуальной задачей представленного исследования является определение оптимальной структуры электротехнического комплекса содержащего возобновляемые источники энергии в процессе проектирования, а также выбор оптимального режима работы в процессе функционирования комплекса построенного с учетом возможностей агрегации и управления спросом.

Список литературы

1. Y Zhukovskiy D Malov (2018) IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series (Tomsk: IOP Publishing Ltd) 1015 042067

2. Жуковский Ю.Л., Котелева Н.И. // Управление программой технического обслуживания и ремонта электромеханического оборудования на основе интегрированной информационно-аналитической системы. Промышленная энергетика. 2017. № 7. С. 14-20.

З. Б. Н. Абрамович; Ю. А. Сычев. // Проблемы обеспечения энергетической безопасности предприятий минерально-сырьевого комплекса. Записки Горного института. 2016. Т. 217, С. 132-136.

Determination of the optimal structure and operating modes of autonomous complexes with renewable energy sources in the Arctic

Y. L. Zhukovskiy, A. Y. Lavrik, A. D. Buldysko

*St. Petersburg Mining University, 2, 21 Line of Vasilyevsky Island,
St. Petersburg, 199106*

zhukovskiy_yul@pers.spmi.ru

One of the most urgent strategic areas facing Russia at the present time is the development of the Arctic. The Arctic has rich biological and recreational resources, has a great influence on the formation of the climate of the whole planet. A common element of most intelligent network technology is the application of digital processing and communication in the power system, which makes the data flow and information management of central elements [1]. New opportunities and overcoming energy efficiency barriers are made available through the deep integration of the use of digital and information technologies with electrical networks [2]. The integration of information about equipment in the power supply network and consumers is one of the key problems in the design of power supply systems for autonomous complexes [3]. Therefore, the actual task of the presented research is to determine the optimal structure of the electrical complex containing renewable energy sources in the design process, as well as the choice of the optimal operating mode in the process of functioning of the complex built taking into account the possibilities of aggregation and demand management.

References

1. Y Zhukovskiy D Malov (2018) IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series (Tomsk: IOP Publishing Ltd) 1015 042067
2. Zhukovsky Yu.L., Koteleva N.I. // Management of the maintenance and repair program for electromechanical equipment based on an integrated information and analytical system. Industrial energy. 2017. No. 7. P. 14-20.
3. B.N Abramovich; A. A. Sychov. Problems of ensuring energy security of enterprises of the mineral and raw materials complex. Journal of Mining Institute. 2016. Vol. 217, P. 132-136.

Развитие пространства для обеспечения устойчивого развития

С.Г. Копысов

*Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, г. Томск, пр. Академический, 10/3
Национальный исследовательский Томский государственный
университет*

wosypok@mail.ru

Развитие природы под влиянием внешних и внутренних процессов в виде экосистемных изменений - процесс естественный и необратимый. А вот наша современная индустриальная цивилизация держится лишь благодаря поглощению «жирных» исчерпаемых энергоресурсов, а поэтому перспектив дальнейшего развития не имеет.

Предполагавшийся лет 30 назад перевод всего мира на рельсы устойчивого развития не удался. Сейчас реально только создание и развитие сети полуавтономных устойчивых систем с резервной буферностью, т.е. по сути это возрождение деревенских общин. Прежний деревенский уклад жизни, а с ним и традиционная крестьянская община уже давно уничтожены.

Современное человечество желающее лишь жить в свое удовольствие и любящее только самих себя будет утилизировано самым естественным образом. Но если вспомнить, что человек неотъемлемая часть природы, как садовник в райском саду, то картина будущего сразу становится обнадеживающей.

В 1940 году 33% населения СССР считалось городским. Именно благодаря этому факту удалось выстоять и победить в Великую отечественную войну. Сейчас всё наоборот, скопление населения в городах дает надежный способ его контроля и ликвидации в случае необходимости. Полным ходом идет реализация концепции половины Земли изложенной в монографии Edward O. Wilson в книге «Half-Earth. Our Planet's fight for Life»(2017). В этом же ключе идет активное развитие цифровых технологий.

Естественный возобновляемый ресурс это солнечная энергия аккумулированная в виде фитомассы, а также в виде потенциальной энергии водотоков. Это размазанная энергия использование которой возможно лишь совместными усилиями в рамках распределенной системы хозяйствования.

Делаем вывод: переход на природоподобные технологии возможен только за счет ненасильственного перераспределения населения по территории с целью ее эффективного и гармоничного

освоения. Нужно помнить, что наш главный ресурс это не нефть, а наша территория дарованная нам предками.

Development of the territory for sustainable development

S. G. Kopysov

*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS
National Research Tomsk State University*

wosypok@mail.ru

The development of nature under the influence of external and internal processes in the form of ecosystem dynamics is a natural and irreversible process. Our modern industrial civilization is maintained only by absorbing "fat" exhaustible energy resources, and therefore has no prospects for further development.

The transition of the whole world to the rails of sustainable development that was supposed 30 years ago failed. Now there is only one way out of the current impasse: the creation and development of a network of semi-autonomous stable systems with buffer back-up, i.e. begin to revive village communities. The existing rural way of life was destroyed.

Modern mankind desiring only to live in pleasure and loving only themselves will be reduced in the most natural way. But if you remember that a person is an integral part of nature, like a gardener in a garden of Eden, then the picture of the future immediately becomes encouraging.

In 1940, only 33% of the population of the USSR was considered urban. It was thanks to this fact that we managed to win in the Great Patriotic War. Now the opposite is true, the population accumulation in cities, if necessary, gives a reliable way of its control and liquidation. We see the implementation of the concept of Edward O. Wilson set out in the book "Half-Earth. Our Planet's fight for Life "(2017). To the same result, we will see the further development of digital technologies.

The solar energy accumulated in the form of phytomass, as well as in the form of potential energy of watercourses, is a natural renewable resource. Such a spread of energy on the surface of the earth can only be used by joint efforts within the framework of a distributed labor system.

Conclusion: the transition to nature-friendly technologies is possible only through non-violent return from the cities of the indigenous population to the abandoned territory with a view to its effective and harmonious

development. It must be remembered that our main resource is not oil, but our territory given to us by our ancestors.

Анализ и прогноз энергоэффективности восточных регионов России

С. Ю. Музычук, А. Д. Соколов, Р. И. Музычук

*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, 664033,
г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130*

muz@isem.irk.ru

Энергоемкость валового внутреннего продукта России 2,5-3,5 раза превышает этот показатель в развитых странах мира. Низкая энергоэффективность значительно сдерживает темпы экономического развития. В восточных регионах России показатели энергоемкости валового регионального продукта в 2-3 раза выше, чем в среднем по России. Значение восточного направления в энергетической политике России всё более возрастает и экономико-математическое моделирование процессов развития энергетики в восточных регионах (Сибирский и Дальневосточный федеральные округа) имеет большое теоретическое и практическое значение как эффективный метод изучения сложных систем. Авторы, с учетом результатов исследований в этой предметной области российских и зарубежных ученых [1-5] и современной государственной энергетической политики, разработали методический подход к изучению развития регионального энергетического комплекса в востоке России [6]. Новизна подхода основана на комплексном применении ряда методов исследования, которые дополняют друг друга и позволяют определить факторы и направления роста энергоэффективности, прогнозировать развитие ТЭК региона, с учётом долгосрочных прогнозов развития экономики и энергетики в России.

В результате исследования определены ретроспективные показатели энергоэффективности восточных регионов России, выявлены наиболее важные факторы, влияющие на энергоэффективность хозяйственного комплекса восточных регионов и спрогнозирована энергоёмкость ВРП на период до 2040 г.

Список литературы

1. Башмаков И.А. Топливо-энергетический баланс как инструмент анализа, прогноза и индикативного планирования развития энергетики. // Энергетическая политика. 2007. Вып. 2. С. 16–25.

2. Гашо Е.Г., Релецкая Е.В., В. Н. Бандурист. Формирование региональных программ энергосбережения. // Энергетическое хозяйство и энергосбережение. 2010. № 8. С.54-55.

3. Energy Efficiency and Sustainable Consumption: The Rebound Effect. Edited by Horace Herring, Steve Sorrel. Hampshire, Palgrave Macmillan, 2009. 272 p.

4. Martin Pehnt, Angelika Paar, Philipp Otter und andere. Energiebalance – Optimale System lösungen für erneuerbare Energien und Energieeffizienzefu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg und Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. Heidelberg, Wuppertal, März 2009. URL: <http://www.ifeu.de/energie/pdf/Energiebalance%20Endbericht.pdf>.

5. Rosenfeld A. H. Real Prospects for Energy Efficiency in the United States, Chaired by Lester Lave and Maxine Savitz, America's Energy Future Panel on Energy Efficiency Technologies; National Academy of Sciences, Academy of Engineering; The National Academies Press, 2009. 203 p.

6. Санеев Б.Г., Соколов А.Д., Музычук С.Ю., Музычук Р.И. Энергоэкономический анализ существующего состояния региональных топливно-энергетических комплексов востока России. // Энергетическая политика. 2016. № 5. С. 14-22.

Цивилизация на пути к бифуркационному выбору парадигмы

А.В. Поздняков

*Институт мониторинга климатических и экологических систем
СО РАН, г. Томск, Россия*

Динамика цивилизации характеризуется двумя противоположно направленными по расходам энергии и социально-экономическим следствиям процессами саморегуляции на основе обратных положительных связей. Первый - обуславливает экспоненциальный рост социально-экономических систем; синхронный второй – необратимый экспоненциальный рост расходов невозобновляемых источников энергии. Характеризующие динамику положительная и отрицательная экспоненты пересеклись: например, расходы нефтяных источников энергии за последние 5 лет в 2 раза превышают прирост их запасов. В 1965 году мировое потребление первичных энергоресурсов составляло 3730,7 млн. т.н.э., а на конец 2016 года - 13276,3 млн. т.н.э. Доказанные запасы нефти в мире оцениваются в 140 млрд т и при современных темпах потребления они будут исчерпаны за 54 года.

Истощение почв. Площадь пахотных земель на Земле составляет 3 млрд 278 млн га, или 22% всей площади суши. Современная мировая пашня занимает около 1,5 млрд га. Высоко- и среднепродуктивные почвы составляют всего 9% площади земной суши. Почвенный покров относится к возобновляемым природным ресурсам. Тем не менее, при современных темпах его эксплуатации, он будет истощен к концу текущего столетия.

Истощение ресурсов пресных вод. Свыше 80 стран, население которых составляет 40%, испытывает нехватку воды. Согласно данным Всемирной метеорологической организации, к 2020 г. с нехваткой питьевой воды может столкнуться 2/3 планеты. Экспоненциально возрастают расходы пресной воды в промышленном производстве и сельском хозяйстве: расходуемый объем пресной воды составляет 20000 км³/год, тогда как требуемые затраты составляют 100000. Возобновляемый ресурс переходит в категорию невозобновляемых.

Численность населения. За период 1960-2000 гг. приросты населения давали почти столько же новых жителей Земли, сколько показал весь XIX в. За XX в. население развитых стран выросло в 2,1 раза, развивающихся - в 4,5 раза. На конец 2016 г. население Земли насчитывало почти семь с половиной миллиардов человек, годовой прирост составил 1,2%.

Современные электронные методы информации раскрывают неограниченные возможности контингентного преобразования мысли и формирования массовой неопределенности поведения человека [А.В. Поздняков, Россия – метагосударство //Сибирский государственный университет геосистем и технологий. 2011]. Именно это предполагает деградацию *экологии души*, замену ее животворящего нравственного содержания опасной, разрушающей и губительной для человека сущностью, вызываемой пропагандой агрессии, ненависти, наркоманией, алкоголизмом и пр. Методология *гибридных войн*, как способ разрешения межгосударственных отношений, формируется на этой почве.

Civilization on Its Way to Bifurcational Choice of Paradigm

A.V. Pozdnyakov

*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems RAS,
Tomsk, Russia*

The civilization dynamics is characterized by two types of self-regulation processes, which are based on positive feedback principle and are oppositely directed in terms of energy consumption and socio-economic consequences. The first type of processes cause exponential growth of social and economic systems; while the second type, acting in synchronization with the first one, results in the irreversible exponential growth of non-renewable energy consumption. The positive and negative exponents characterizing the development dynamics have presently formed a cross: for example, the consumed amount of oil sources for the last 5 years is 2 times higher than the growth of their proven reserves. In 1965, the world's consumption of primary energy resources amounted 3730.7 mln tonnes of oil equivalent (TOE), while by the end of 2016 it already comprised 13276.3 mln TOE. Today, proven world's oil reserves are estimated as 140 billion tons and they will be exhausted in 54 years, if the current rate of consumption preserves.

Depletion of soil. The total area of arable land on Earth comprises 3 billion 278 million hectares, or 22% of the total land area. Today, the world's actual arable land occupies about 1.5 billion hectares. High- and medium-productive soils make up only 9% of the Earth's land area. Soil cover refers to renewable natural resources. However, at the current rate of its exploitation, it will be depleted by the end of this century.

Depletion of freshwater resources. Over 80 countries, which population makes up 40% of the total world's population, suffer from freshwater shortages. According to the World Meteorological Organization, 2/3 of the planet may face a shortage of drinking water by 2020. The consumption of freshwater in industrial production and agriculture is growing exponentially: the volume of fresh water consumed is 20,000 km³/year, while the demanded amount is 100,000 km³/year. Thus, a renewable resource is pushed into the non-renewables category.

Growing population. During the period 1960-2000, population growth brought almost as many new people to our planet, as the entire XIX century. In the XX century, the population of developed countries have grown 2.1 times, while the developing world has shown a population growth of 4.5 times. By the end of 2016, the Earth's population had reached almost 7.5 billion people, with an annual increase of 1.2%.

Modern electronic ways of information analysis have helped to reveal a mass uncertainty of human behavior and unlimited possibilities of contingent transformation of ideas [A. V. Pozdnyakov, Russia as a Meta-State //Siberian State University of Geosystems and Technologies. 2011]. This is what brought the degradation of *soul ecology*, replacement of its life-giving morality by dangerous and destructive life attitudes caused by the propaganda of aggression, hatred, drug addiction, alcoholism, etc. This also serves as a foundation for the *hybrid wars* principle, as a type of on-going relations between countries.

Разработка концепции замкнутой системы водоподготовки в целях устойчивого развития территории Крыма

С.В. Романенко, В.П. Дмитриенко, Е.В. Ларионова

Томский политехнический университет

Проблема обеспечения количества и качества водных ресурсов региона является общемировой проблемой, а для вододефицитных регионов, к которым относится Республика Крым, приобретает первостепенную значимость. Острота проблемы усугубляется новыми социально-экономическими условиями Крыма и прекращением функционирования Северо-Крымского канала.

Существующие варианты на территории Крыма получения пресной воды, которая при соответствующей подготовке может использоваться для питьевых и технологических нужд имеют свои ограничения. Поступление воды через Северо-Крымский канал требует больших капиталовложений, а исходные параметры днепровской воды таковы, что очистить её до уровня санитарных требований СанПиН не всегда возможно. Вода, поступающая из поверхностных источников, имеет сложный состав загрязнений антропогенного происхождения и не может быть приведена к требуемым параметрам качества на существующих системах очистных сооружений. Воды артезианских источников в большинстве случаев оказываются сильноминерализованными и требуют дополнительных приемов подготовки. Использование альтернативных источников водных ресурсов, как например морской воды, местные власти рассматривают как крайнюю меру, поскольку опреснение воды связано с большой себестоимостью.

Решение задачи стабильного снабжения высококачественной питьевой водой почти двухмиллионного населения Крыма (а также его многочисленных гостей-отдыхающих) и его промышленных и

аграрных предприятий нуждается в крайне взвешенном комплексном подходе, учитывающем множество разноплановых факторов.

Рациональным решением по устойчивому водоснабжению предприятий является замкнутые системы водопотребления, позволяя одновременно решать проблемы водообеспечения и охраны окружающей среды.

В работе адаптирована к условиям использования водных ресурсов Крыма концепция замкнутой системы водоподготовки на основании анализа промышленного потенциала хозяйствующих субъектов, расположенных на территории бассейна р. Салгир. Предложены схемы организации замкнутых систем водопотребления путем совместного использования биологических, мембранных и электроимпульсных технологий для наиболее потенциально опасных производств и источников загрязнения природных вод региона: гальванические производства и хозяйственно-бытовые стоки. Предложены методы автоматического контроля качества воды для автоматизированных систем водоподготовки.

Актуальность санации территории в арктической зоне Красноярского края

А.А. Сафронова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

trofi_aa86@mail.ru

Актуальной проблемой арктической зоны Красноярского края является ликвидация отходов, накопленных в течение десятилетий вокруг заполярных городов и посёлков [1]. В процессе деструкции объектов с различными видами отходов, в том числе и коррозии бочкотары, в местах свалок происходит постоянное загрязнение почвы отработанными техническими маслами, нефтепродуктами и солями тяжелых металлов с их последующим выносом в открытое море; активная трансформация естественного геохимического фона, внедрение вредных веществ в цепи питания и повышенная заболеваемость населения [2]. Аккумуляция загрязняющих веществ почвами ведет к деградации микробиоты и накоплению тяжелых металлов в растениях (особенно мхах, грибах и лишайниках). Растения являются исходным пищевым звеном, через которое металлы переходят из почвы, воды и воздуха и в организмы животных и

человека. Для исключения указанного негативного воздействия рекомендуется проведение рекультивации загрязненных участков. Технический этап включает в себя демонтаж инженерных конструкций, сбор, транспортировку отходов и их размещение на площадках комплексной ликвидации, которые должны включать участки временного хранения металлолома, материалов, использованных в строительстве зданий, пиролизные установки, емкости для отработанных топливных отходов и полигоны захоронения неликвидных отходов. Это обеспечит населенные пункты площадками по сбору и обезвреживанию отходов, которые в дальнейшем могут быть использованы для организации централизованной системы сбора.

Список литературы

1. Душкова Д. О., Евсеев А. В. Анализ техногенного воздействия на геосистемы Европейского Севера России // Арктика и Север. — 2011. — № 4. — С. 26-30;

2. Макова Е. Рейтинг экологических проблем Арктики Электронный ресурс: Режим доступа <http://arctic-centre.com/ru/analitika/item/295-rejting-ekologicheskikh-problem-arktiki>.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

| | |
|---|----|
| Energy and Process Integration Research: Implementation and Development Trends <i>Jiří Jaromír Klemeš, Petar Sabev Varbanov</i> | 3 |
| Process Integration for Minimising Energy Resource Intake and Emissions: Conception, Success, Challenges <i>Petar Sabev Varbanov, Jiří Jaromír Klemeš</i> | 4 |
| Технологическое решение проблемы техногенного загрязнения окружающей среды и его влияние на элементный статус биологического материала детей в ДФО <i>Л.Т. Крупская, Н.К. Растанина, М.Ю. Филатова, Н.Г. Волобуева, Е.А. Чумаченко, Д.И. Власова</i> | 6 |
| Technological solution of the technogenic pollution problem and its influence on elemental status of children's biological material in the FEFD <i>L.T. Krupskaya, N.K. Rastanina, M.Yu. Filatova, N.G. Volobueva, E.A. Chumachenko, D.I. Vlasova</i> | 7 |
| Проблемы развития цивилизации – прикладные моменты теории <i>А.В. Поздняков</i> | 8 |
| Questions of Civilization Development – Practical Applications of Theory <i>A.V. Pozdnyakov</i> | 9 |
| Секция 1. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в строительстве и коммунальном хозяйстве | |
| Optimal Deployment and Operation of Compressors for Multi-Scenario Hydrogen Network <i>Xincheng Gu, Yeyang Zhou, Chun Deng, Xiao Feng</i> | 11 |
| Waste Transportation and Treatment for the Anaerobic Digestion of Municipal Solid Waste: P-Graph <i>Yee Van Fan, Petar Sabev Varbanov, Jiří Jaromír Klemeš, Chew Tin Lee, Simon Perry</i> | 12 |

| | |
|---|----|
| 3D моделирование упругих модулей гидратированного портландцемента <i>Ю. А. Абзаев, А. И. Гныря, С. В. Коробков, К. С. Гаусс</i> | 14 |
| Investigations of elastic properties on 3D model of hydrated Portland cement <i>Yu. A. Abzaev, A. I. Gnyrya, S. V. Korobkov, K. S. Gauss</i> | 16 |
| Разработка алгоритма параллельной работы автономных источников электроэнергии в рамках концепции виртуальной электростанции <i>В. А. Андреев, А. В. Безбородов, И. Н. Паскар</i> | 18 |
| Development of an algorithm for parallel operation of autonomous sources of electricity within the concept virtual power station <i>V. A. Andreev, A. V. Bezborodov, I. N. Paskar</i> | 19 |
| Современные энергосберегающие технологии в освещении <i>Я.В. Анцупов, В.Я. Ушаков, А.Т. Овчаров</i> | 20 |
| Modern energy-saving technologies in lighting <i>Yaroslav V. Antsupov, Vasilij Ya. Ushakov, Alexander T. Ovcharov</i> | 21 |
| Совершенствование метода электродного прогрева железобетонных изделий и конструкций для повышения их качества при одновременном сокращении удельного энергопотребления <i>М.И. Батюк, В.Я. Ушаков, А.И. Гныря</i> | 23 |
| Development of direct electric curing method for reinforced concrete products to improve their quality and reduce energy intensity <i>M.I. Batyuk, V.Ya. Ushakov, A.I. Gnyrya</i> | 24 |
| An efficiency of reprocessing industries by Process Integration and Retrofit Planning <i>Stanislav Boldryyev, Alisher Khusanov</i> | 25 |
| Представление данных энергетических обследований в форме профиля предпочтений <i>М.А. Борисова, С.В. Муравьев</i> | 26 |
| Экспериментальное исследование нагрева пола в помещениях с системами лучистого нагрева <i>В. Я. Ушаков, Г. В. Кузнецов, В. И. Максимов, И. В. Волошко</i> | 27 |
| Experimental research of floor's heating in rooms with radiant heating systems <i>V. Ya. Ushakov, G. V. Kuznetsov, V. I. Maksimov, I. V. Voloshko</i> | 28 |

| | |
|--|----|
| Термодинамический анализ гидратации портландцемента <i>Ю.А. Абзаев, А.И. Гныря, С.В. Коробков, К.С. Гаусс</i> | 29 |
| Thermodynamic analysis of Portland cement hydration <i>Yu.A. Abzaev, A. I. Gnyrya, S. V. Korobkov, K. S. Gauss</i> | 30 |
| Диагностика технического состояния зданий и сооружений методом тепловизионных исследований <i>В.Я. Горячев, С.В. Голобоков, Т.Ю. Бростилова</i> | 32 |
| Diagnostics of the technical condition of buildings and structures using thermal imaging <i>V.Ya. Goryachev, S.V. Golobokov, T.Yu. Brostilova</i> | 33 |
| Моделирование теплового состояния дорожного полотна в процессе удаления наледи тепловым способом <i>А.В. Головки, А.Н. Козлобродов, Н.А. Цветков</i> | 34 |
| Исследование и оценка нормируемых энергетических показателей многоквартирных и административных зданий различных конструктивных систем <i>А.В. Десяренко</i> | 35 |
| Autonomous power supply system for low-storey buildings <i>L.G. Zotov, M.F. Noskov, V.P. Razinkin, V.I. Khrustalev</i> | 36 |
| Определение фактических характеристик алюминиевого радиатора с уменьшенными ребрами <i>З.Г. Марьина, А.Ю. Верещагин, А.В. Новожилова, М.А. Комаревцев</i> .. | 37 |
| Actual performance of aluminium heating appliance with reduced fins determination <i>Z.G. Mar'ina, A.Yu. Vereshchagin, A.V. Novozhilova, M.A. Komarevtsev</i> | 38 |
| Технико-социальные системы мониторинга потребления энергоресурсов и стандарты передачи данных систем <i>А. В. Марчуков, В. В. Видман, А. Видман</i> | 39 |
| Энергосберегающая наружная ограждающая стеновая конструкция каркасно-панельного здания <i>С.Н. Овсянников, В.Б. Максимов</i> | 40 |
| Экспериментальные исследования энергоэффективных ограждающих конструкций для панельных зданий <i>А.А. Овчинников, А.В. Матвеев</i> | 41 |

| | |
|---|----|
| Аналитическое исследование оптического коэффициента передачи системы «Осветитель – слабозадымлённая воздушная среда – приёмник» | |
| <i>В.Ф. Панин, А.Г. Дашковский</i> | 43 |
| Analytical study of optical transfer system factor «Illuminator–smoke filled air–receiver» | |
| <i>V.F. Panin, A.G. Dashkovsky</i> | 44 |
| Методы анализа теплоснабжающих систем в условиях различных форм организации рынков тепловой энергии | |
| <i>В.А. Стенников, А.В. Пеньковский</i> | 45 |
| Methods of analysis of heat supply systems in terms of different forms of organization of heat energy markets | |
| <i>V. A. Stennikov, A.V. Penkovskii</i> | 46 |
| Расчет системы солнечного теплоснабжения здания на примере населенных пунктов с разными климатическими условиями | |
| <i>И.Я. Львович, А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров</i> | 47 |
| Calculation of the solar heating system of the building on the example of settlements with different climatic conditions | |
| <i>I. I. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, O. N. Choporov</i> | 48 |
| Реализация концепции энергоэффективных систем управления внешним освещением на основе технологии индустрии 4.0 | |
| <i>С.Р. Сулейманов, В.Я. Ушаков, А.Д. Мехтиев</i> | 49 |
| Realization of energy efficiency concept of outdoor lighting management system based on industry technology 4.0 | |
| <i>S.R. Suleimanov, V.Y. Ushakov, A.D. Mekhtiev</i> | 50 |
| Use of numerical modeling to select a rational scheme for air exchange | |
| <i>V.M. Ulyasheva, A.A. Vdovichev</i> | 51 |
| Использование сульфаткальциевых твердых отходов в ресурсосберегающих производствах строительных материалов и альтернативных изделий | |
| <i>Ю.М. Федорчук, В.В. Матвиенко, Д.В. Нарыжный, А.А. Волков, Т.П. Малинникова, Л.А. Аниканова, М.А. Саденова, Н.В. Замятин, Г.В. Смирнов</i> | 52 |

| | |
|--|----|
| The use of sulphate-calcium solid waste in resource-saving production of building materials and alternative products <i>Yu.M. Fedorchuk, V.V. Matvienko, D.V. Naryzhny, A.A. Volkov, T.P. Malinnikova, J.J. Klemesh, P. Varbanov, L.A. Anikanova, M.A. Sadenova, N.V. Zamyatin, G.V. Smirnov</i> | 53 |
| Основы выбора схемы и оборудования автоматизированного индивидуального теплового пункта <i>С.О. Хомутов, И.А. Бахтина</i> | 55 |
| Basic Principles of Choosing Patterns and Equipment for Automated Individual Heating Unit <i>Stanislav Khomutov, Irina Bakhtina</i> | 56 |
| Эффективность использования солнечной энергии дуальными системами горячего водоснабжения в условиях климата Якутии <i>Ю.О. Кривошеин, А.Н. Хуторной, Н.А. Цветков, А.Е. Колесов</i> | 57 |
| Оптимизация потребления тепловой энергии зданиями: графики изменения нагрузки буднего и выходного дня <i>С. В. Чичерин</i> | 58 |
| Влияние теплонагревательного элемента на тепловые характеристики светопрозрачных конструкций <i>Е.В. Петров, И.С. Яхругин</i> | 60 |
| Секция 2. Теоретические основы повышения энергетической эффективности | |
| Process Simulation and Energy Integration of hydrogenation Unit <i>Xuepeng Liu, Chun Deng, Xiao Feng, Xingying Lan</i> | 62 |
| Фактические и располагаемые электрические величины и их небалансы для узлов энергосистемы <i>Ю.Д. Бай, М.В. Андреев, Н.Ю. Рубан, Р.А. Уфа, А.А. Суворов, С.А. Ставицкий, А.В. Киевец, И.А. Разживин</i> | 64 |
| Actual and available electrical quantities and their imbalances for power system nodes <i>Y.D. Bay, M.V. Andreev, N.Yu. Ruban, R.A. Ufa, A.A. Suvorov, S.A. Stavitsky, A.V. Kievets, I.A. Razzhivin</i> | 65 |
| Влияние скорости нагрева модифицированных образцов на промотирующие свойства инициирующей добавки <i>Д.Л. Болгова, К.Б. Ларионов</i> | 66 |

| | |
|--|----|
| Повышение эффективности перерабатывающих отраслей промышленности с помощью интеграции процессов и планирования реконструкции <i>С.А. Болдырев, Алишер Хусанов</i> | 68 |
| Математическое моделирование нагрузки электрической сети цифровой подстанции <i>В.Я. Ушаков, Л.Л. Булыга</i> | 69 |
| Оптимизация гибридных систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии <i>Д.Ю. Давыдов</i> | 70 |
| Исследование характеристик горения жидкого углеводородного топлива при взаимодействии со струей перегретого водяного пара <i>Е.П. Копьев, И.С. Ануфриев, О.В. Шарыпов, С.С. Арсентьев, Я.А. Осинцев</i> | 71 |
| Анализ применения многотерминальных передач постоянного тока <i>А.П. Мальцев, Н.Ю. Рубан, В.Е. Рудник, Р.А. Уфа ...</i> Ошибка! Закладка не определена. | |
| Analysis of the use of multiterminal HVDC <i>A.P. Maltsev, N.Yu. Ruban, V.E. Rudnik, R.A. Ufa</i> | 73 |
| Исследование реакции $D(^3\text{He}, p)^4\text{He}$ как альтернативы для реакции $T(D, n)^4\text{He}$ в производстве термоядерной энергии <i>В.М. Быстрицкий, Г.Н. Дудкин, Д.К. Чумаков, М. Филипович, А.В. Филиппов, А.Р. Крылов, Б.А. Нечаев, А. Нуркин, В.Н. Падалко, Ф.М. Пеньков, Ю.Ж. Тулеушев, В.А. Варлачев, Е.А. Жаканбаев</i> | 74 |
| Investigation of the $D(^3\text{He}, p)^4\text{He}$ reaction as an alternative for the $T(D, n)^4\text{He}$ reaction in the production of thermonuclear energy <i>V.M. Bystritsky, G.N. Dudkin, D.K. Chumakov, M. Filipowicz, A.V. Filippov, A.R. Krylov, B.A. Nechaev, A. Nurkin, V.N. Padalko, F.M. Pen'kov, Yu.Zh. Tuleushev, V.A. Varlachev, E.A. Zhakanbaev</i> | 75 |
| Теплоперенос в слое тонкопленочной тепловой изоляции с учетом разнородности свойств микросфер и связующих веществ <i>В. Ю. Половников, М. А. Иванов, Н. С. Чуйко</i> | 76 |
| Математическое моделирование процесса газификации угля в среде парокислородного окислителя <i>Е.С. Попова, А.Н. Субботин</i> | 77 |

| | |
|---|----|
| Методические подходы к оценке энергоэффективности и надежности работы локальных теплоисточников активных потребителей в составе теплоснабжающих систем <i>И. В. Постников, А. В. Пеньковский</i> | 79 |
| Methodical approaches for the analysis of efficiency and reliability of work the local heat sources of prosumers in the district heating systems <i>Ivan Postnikov, Andrey Penkovskii</i> | 80 |
| Современные методы диагностики неисправностей высоковольтных асинхронных двигателей <i>Е. К. Семенова, А. А. Радионов</i> | 81 |
| Modern methods of diagnostics of malfunctions of high-voltage asynchronous motors <i>E. K. Semenova, A. A. Radionov</i> | 82 |
| Анализ возможности включения на параллельную работу несинхронно работающих частей энергосистемы Томской области <i>В. Е. Рудник, А. П. Мальцев, Р. А. Уфа</i> Ошибка! Закладка не определена. | |
| Математическое моделирование явления теплообмена в условиях фазового перехода и конвекции <i>Г. В. Кузнецов, В. И. Максимов, А. Салум</i> | 84 |
| Разработка теоретических и прикладных основ перевода котельных агрегатов с жидкого шлакоудаления на твердое при работе на углях Канско-Ачинского бассейна <i>Н. В. Седельников, Е. А. Бойко, С. А. Михайленко</i> | 85 |
| Разработка СДиПАО Красноярской ТЭЦ-2 <i>С. Ю. Сизинцов</i> | 86 |
| Повышение энергетической эффективности магистрального нефтепровода <i>С. О. Стрюк</i> | 87 |
| Об оценке высших гармоник в «интеллектуальных» сетях <i>Е. В. Тарасов, В. Я. Ушаков</i> | 88 |
| On the higher harmonics estimation in Smart Grids <i>Evgeniy V. Tarasov, Vasily Ya. Ushakov</i> | 89 |
| Численное моделирование теплоотдачи при наличии продольного градиента давления <i>А. А. Цынаева, А. П. Азрумелашвили</i> | 90 |

| | |
|---|-----|
| Numerical simulation of heat transfer in channel with a longitudinal pressure gradient <i>A.A. Tsybaeva, A.P. Azrumelashvili</i> | 91 |
| Характеристики газок капельного потока при различных режимах распыления жидкости пневматической форсункой <i>Е.Ю. Шадрин</i> | 93 |
| Characteristics of a gas-droplet flow at various regimes of liquid spraying with a pneumatic nozzle <i>E.Yu. Shadrin</i> | 94 |
| Исследование характеристик газок капельного потока при распылении дизельного топлива паровой струей <i>О.В. Шарыпов, И.С. Ануфриев, Е.Ю. Шадрин, Е.П. Копьев</i> | 95 |
| Investigating characteristics of a gas-drop flow when diesel fuel is sprayed with a steam jet <i>O.V. Sharypov, I.S. Anufriev, E.Yu. Shadrin, E.P. Kopyev</i> | 96 |
| Испытание устройств релейной защиты с применением системы RTDS <i>А.Е. Андрейченко, С.М. Юдин</i> | 97 |
| Testing devices of relay protection by RTDS system <i>A.E. Andreychenko, S.M. Yudin</i> | 98 |
| Секция 3. Экоэнергетика | |
| Полупромышленные экспериментальные исследования перспективной технологии снижения выбросов вредных веществ пылеугольных ТЭС <i>Е.А. Бойко, А.В. Страшников</i> | 99 |
| Semi-industrial experimental studies of promising technology to reduce emissions of harmful substances of coal-fired power plants <i>E.A. Boiko, A.V. Strashnikov</i> | 100 |
| Энергетические и экологические показатели сжигания высоковлажных топлив на основе типичных городских и промышленных отходов <i>К.Ю. Вершинина</i> | 101 |
| Energy and Environmental Indicators of the Combustion of High-moisture Fuels Based on Typical Municipal and Industrial Wastes <i>K.Yu. Vershinina</i> | 102 |

| | |
|---|-----|
| Внедрение автономной электростанции в систему энергоснабжения Пензенского государственного университета <i>С.В. Голобоков, И.А. Скиба, Р.Д. Лапин</i> | 103 |
| The introduction of autonomous power plant in energy-supply system the Penza State University <i>S.V. Golobokov, I.A. Skiba, R.D. Lapin</i> | 104 |
| Электрогенерирующие системы на основе инверсии потоков энергии при добыче урана <i>Б.О. Дуйсебаев, К.М. Байтасов, К.О. Сабденов</i> | 105 |
| Влияние ультразвука на метановое сбраживание навоза при разных режимах эксплуатации <i>А.Т. Жумагажинов, В.Я. Федянин</i> | 106 |
| Influence of ultrasound on methane fermentation of manure at different operating conditions <i>A.T. Zhumagazhinov, V.Ya. Fedyanin</i> | 107 |
| Газификация низкосортных топлив и промышленных отходов непрерывным лазерным излучением <i>А.С. Зайцев, Р.И. Егоров</i> | 108 |
| Gasification of the low grade fuels and industrial waste by the continuous wave laser radiation <i>A.S. Zaitsev, R.I. Egorov</i> | 109 |
| Определение точки максимальной мощности солнечной батареи алгоритмом роя частиц <i>С.Г. Обухов, И.А. Ибрагим</i> | 110 |
| Determination of the maximum power point of the solar cell by the particle swarm algorithm <i>S. Obukhov, A. Ibrahim</i> | 111 |
| Исследование характеристик различных видов биомассы применительно к технологиям топливосжигания <i>К.Т. Ибраева, Ю.О. Манаев, С.А. Хаустов, Р.Б. Табакаев</i> | 112 |
| Investigating the characteristics of various biomass applied to fuel-burning technologies <i>K.T. Ibraeva, Yu.O. Manaev, S.A. Khaustov, R.B. Tabakaev</i> | 113 |

Оценка уменьшения негативного воздействия на окружающую среду при использовании фотовольтаических солнечных электростанций

Л.В. Контрош, В.С. Калиновский, Т.В. Кустов, А.В. Храмов, Е.В. Контрош..... 114

Estimation of reduction of negative impact on the environment when using photovoltaic solar power plants

L.V. Kontrosh, V.S. Kalinovsky, T.B. Kustov, A.V. Khramov, E.V. Kontrosh, I.V. Vezhenkova 115

Экология вагоноремонтных предприятий как резерв повышения их энергоэффективности

Ю. Г. Малиновский 116

Ecology of car-repair plants as a reserve for increasing their energy efficiency

Y. G. Malinovskiy..... 117

Роль ВИЭ и перспективы их развития в ЕЭС России

Я.Ю. Малькова, Р.А. Уфа..... **Ошибка! Закладка не определена.**

Повышение энергоэффективности и экологической безопасности ТЭС на основе применения ГПУ

Д.В. Мельников, Н.Н. Галашов, С.А. Цибульский, А.С. Киселев, А.И. Баннова..... 119

Energy efficiency and environmental safety of the use of thermal power plant based on the gas-steam unit

D. Mel'nikov, N. Galashov, S. Tsibulskiy, A. Kiselev, A. Bannova..... 120

Экспериментальное определение концентраций антропогенных выбросов при сжигании суспензионных угольных топлив с продуктами переработки растительного сырья

Г.С. Няшина..... 122

Experimental determination of the anthropogenic emissions concentrations during the combustion of coal liquid fuels with plant processing products

G. S. Nyashina 123

Технологии совместного использования энергии ветра и органического топлива для повышения энергоэффективности и экологичности комбинированного производства электрической и тепловой энергии

И. В. Постников, В. А. Стенников, А.В. Пеньковский..... 124

- Technologies for the joint use of wind energy and fossil fuels for improving the energy efficiency and decreasing of CO₂ emission in the combined production of electric and thermal energy**
Ivan Postnikov, Valery Stennikov, Andrey Penkovskii..... 125
- Низкотемпературное каталитическое получение водорода из сероводорода: инновационное решение экологических и энергетических проблем устойчивого развития**
А. Н. Старцев..... 126
- Low temperature catalytic production of hydrogen from H₂S: the innovative solution to environmental and energetic issues for sustainable development**
A.N. Startsev 127
- Исследование электрогенной активности микробиологического препарата «Восток ЭМ-1» в МТЭ**
Г. О. Жданова, Д. И. Стом, В. Я. Северина, В. А. Фиалков, А. Б. Купчинский, М. Ю. Толстой..... 128
- Study of the electrogenic activity of the microbiological preparation "East EM-1" in MFC**
G.O. Zhdanova, D.I. Stom, V.Ya. Severena, V.A. Fialkov, A.B. Kupchinsky, M.Yu.Tolstoy..... 129
- Влияние алкалофильного микробного мата из гидротермы Кучигер на физико-химические параметры биотопливного элемента**
Д. А. Юрьев, Д. И. Стом, С. В. Зайцева, Г. О. Жданова, А. Б. Купчинский, В. А. Фиалков 131
- Influence of the alkalophilic microbial mat from the Kuchiger hydrothermal on the physicochemical parameters of the biofuel cell**
D. A. Yuriev, D. I. Stom, S. V. Zaitseva, G. O. Zhdanova, A. B. Kupchinsky, V. A. Fialkov..... 132
- Использование дешевых катализаторов типа «Катан» для интенсификации работы микробных топливных элементов**
А. Ю. Кочетков, Д. А. Кочеткова, А. К. Онищенко, О. Б. Калашникова, Г. О. Жданова, М. Ю. Толстой, А. Б. Купчинский, В. А. Фиалков, Д. И. Стом..... 133

The use of cheap catalysts of the "Catan" type for the intensification of the operation of microbial fuel cells

*A. Yu. Kochetkov, D. A. Kochetkova, A. K. Onishchenko,
O. B. Kalashnikova, G. O. Zhdanova, M. Yu. Tolstoy, A. B. Kupchinsky,
V. A. Fialkov, D. I. Stom..... 134*

Сухой риформинг метана до обогащенных водородом топливных смесей на композитных материалах, приготовленных в процессе горения

*С.А. Тунгатарова, Г. Ксандопуло, К. Каранасиос, Т.С. Байжуманова,
М.Жумабек, З.Т. Жексенбаева, Г.Н. Кауменова 135*

Dry reforming of methane to hydrogen-enriched fuel mixtures on composite materials prepared by combustion method

*S.A. Tungatarova, G. Xanthopoulou, K. Karanasios, T.S. Baizhumanova,
M. Zhumabek, Z.T. Zheksenbaeva, G.N. Kaumenova..... 136*

К вопросу определения эффективных площадок размещения ветроэнергетических установок при выборе оптимальной схемы выдачи мощности в проекте ветроэлектрической станции

Е.В. Федоров, Н.Н. Акифьева, С.Е. Щеклеин 137

Утилизация твердых бытовых отходов путем сжигания в составе композиционных топлив

Д. П. Шабардин, К. К. Паушкина, Д. С. Сивков, Д. О. Глушков 138

Utilization of municipal solid waste by burning in the composite fuels

D. P. Shabardin, D. O. Glushkov, K. K. Paushkina, D. S. Sivkov 139

Экспериментальное исследование горения капель водосодержащих топлив из торфа, угольных шламов и измельченного угля

Н.Е. Шлегель, К.Ю. Вершинина, П.А. Стрижак 140

Experimental Investigation of Combustion of Aqueous Fuel Compositions Based on Peat, Coal Slimes and Coal Dust

N.E. Shlegel, K.Yu. Verшинina, P.A. Strizhak 141

Секция 4. Чистая вода

Принципиально новые возможности для очистки сточных вод

А.П. Вертинский 143

Fundamentally new opportunities for wastewater treatment

A. P. Vertinsky 144

| | |
|---|-----|
| Способы модификации целлюлозосодержащих нефтесорбентов <i>А.В. Егошина</i> | 145 |
| Исследование бактерицидных свойств композитного биосорбента для очистки сточных вод <i>А.М. Карамендинова</i> | 146 |
| Investigation of bactericidal properties of composite biosorbent for wastewater treatment <i>А.М. Karamendinova</i> | 148 |
| Физико-химические основы метода удаления кремния, связанного с гуминовыми веществами из природных вод <i>Л.А. Костикова, Л.Н. Шиян</i> | 149 |
| Разработка и внедрение каталитических технологий для ликвидации отходов от деятельности Байкальского ЦБК (г. Байкальск) <i>Д.А. Кочеткова, Н.А. Ищук, А.Ю. Кочетков, И.О. Дошлов, Р.П. Кочеткова, М.Ф. Минулин, А.Б. Зильберг</i> | 150 |
| Наилучшие технологии очистки сточных вод в городах России <i>М.А. Максимова, Л.И. Белых</i> | 151 |
| Best technologies for wastewater treatment in Russian cities <i>М.А. Maksimova, L.I. Belykh</i> | 152 |
| Проблема очистки подземных вод от коллоидного железа <i>К. И. Мачехина, Л.Н. Шиян, Л.А. Костикова</i> | 153 |
| The problem of groundwater purification from colloidal iron <i>М.С. Mullakaev, G.B. Wexler, R.M. Mullakaev</i> | 154 |
| Сонохимический комплекс очистки нефтезагрязненных вод <i>М.С. Муллакаев, Г.Б. Векслер, Р.М. Муллакаев</i> | 155 |
| Sonochemical complex for treatment of oil-polluted waters <i>М.С. Mullakaev, G.B. Wexler, R.M. Mullakaev</i> | 157 |
| Wastewater treatment of galvanic production using natural zeolite <i>А. L. Novikova, D. V. Martemyanov, O. B. Nazarenko</i> | 158 |
| Микропузырьковая обработка как метод снижения жесткости воды <i>Н.В. Пилупец, А.И. Сечин</i> | 159 |

| | |
|--|-----|
| Обработка водных растворов щавелевой кислоты импульсным коронным разрядом <i>Ф.Е. Сапрыкин, Я.И. Корнев</i> | 160 |
| Перспективы применения импульсных электрических разрядов в технологиях очистки воды <i>Ф.Е. Сапрыкин, Я.И. Корнев, С. Прейс</i> | 161 |
| Электроимпульсные технологии получения наноразмерных сорбентов на основе железа <i>Д.В. Струговцов, Л.Н. Шиян, А.В. Пустовалов, Г.Л. Лобанова, Т.А. Юрмазова</i> | 162 |
| Electropulse technology for the producing nanoscale iron-based sorbents <i>D.V. Strugovtsov, L.N. Shiyanyan, A.V. Pustovalov, G.L. Lobanova, T.A. Yurmazov</i> | 163 |
| Модельная оценка характера развития предприятий водоканального хозяйства <i>А.А. Цхай</i> | 165 |
| Model assessment of enterprises development for water supply and wastewater treatment <i>A. A. Tskhai</i> | 166 |
| Исследование состава плазмообразующего газа в микроплазменном реакторе <i>А. А. Цхе</i> | 167 |
| Секция 5. Чистые технологии | |
| Сравнение режимов измельчения нагреваемых двухкомпонентных капель <i>Д. В. Антонов, М. В. Пискунов, П. А. Стрижак</i> | 168 |
| Изменение физико-химических свойств рудничных вод под воздействием геохимического барьера на основе известняка <i>И.В. Бардамова</i> | 169 |
| Роль природного арктического бактериального комплекса в процессах биодеструкции нефти <i>Н.Г. Наливайко, И.С. Иванова</i> | 170 |
| The role of natural Arctic bacterial complex in processes of biodegradation of oil <i>N.G. Nalivayko, I.S. Ivanova</i> | 171 |

| | |
|--|-----|
| Разработка технических решений по снижению выбросов оксидов азота на котельных агрегатах БКЗ-500-140 Красноярской ТЭЦ-2 <i>Е.С. Кащеева</i> | 172 |
| Переработка полимерных отходов на основе полилактида <i>Н. Л. Килин, Т. Н. Волгина, В. Т. Новиков</i> | 173 |
| Разработка токового органа нулевой последовательности на базе микроконтроллера с гибкой программируемой логикой <i>Д. В. Мурашкин, Д. Н. Киселев, Ю.А. Ершов</i> | 174 |
| Problems of maintaining the sustainability of energy supply to consumers and energy efficiency in the conditions of with a large component of uncertainty <i>A.A. Shutkov, E.L. Loginov, A.A. Shkuta, K.S Jankauskas</i> | 175 |
| Технология удаления сернистых примесей из газов <i>Л.Ю. Мосунова, А.Ю. Копылов, М.М. Фарахов</i> | 176 |
| The technology of removal of sulfur impurities from gases <i>L.Yu. Mosunova, A.Yu. Kopylov, M.M. Farahov</i> | 177 |
| Prospects of using the neural network approach for quality control of welded joints <i>S. Yu. Nazarenko, V. A. Udod</i> | 179 |
| Утилизация металлургических шлаков в производстве строительных материалов <i>Ш.М. Ниязова, З.Р. Кадырова, Ф.Ш. Умаров</i> | 180 |
| Исследование внедрения канала разряда в диэлектрики при воздействии разнополярного импульса напряжения <i>Е. В. Петренко, В. Ф. Важов, А. С. Юдин</i> | 181 |
| Перспективы получения новых материалов из техногенного сырья <i>М.А. Саденова, Г. Б. Жакупова, Т. Б. Ануарбеков, М.Е. Утегенова</i> ... | 182 |
| The prospects of receiving new materials from technogenic raw materials <i>М.А. Sadenova, G.B. Zhakupova, T.B. Anuarbekov, M.E. Utegenova</i> | 183 |
| Синтез новых керамических материалов из нетрадиционного сырья <i>М.А. Саденова</i> | 184 |

| | |
|---|-----|
| Synthesis of new ceramic materials from non-traditional raw materials <i>M.A. Sadenova</i> | 185 |
| Штамм-нефтедеструктор, изолированный из кишечного тракта <i>Eisenia fetida</i> <i>О. Ф. Вятчина, И. Б. Черных, Д. И. Стом, Н. А. Волокитина, В. А. Фиалков, А. Б. Купчинский, М. Ю. Толстой</i> | 186 |
| Strain-oil-tester, isolated from the intestine tract <i>Eisenia fetida</i> <i>O.F. Vyatchina, I.B. Chernyh, D.I. Stom, N.A. Volokitina, V.A. Fialkow, A.B. Kupchinsky, M. Yu.Tolstoy</i> | 187 |
| Применение Ni-Cu-Cr полиоксидных катализаторов для очистки отходящих газов <i>С.А. Тунгатарова, Т.С. Байжуманова, З.Т. Жексенбаева, М.А. Саденова, Р.О. Сарсенова, М. Жумабек, К. Касымхан</i> | 188 |
| Application of Ni-Cu-Cr polyoxide catalysts for the purification of exhaust gases <i>S.A. Tungatarova, T.S. Baizhumanova, Z.T. Zheksenbaeva, M.A. Sadenova, R.O. Sarsenova, M. Zhumabek, K. Kassymkan</i> | 189 |
| Модульные установки комбинированного производства электроэнергии и синтетических жидких топлив на основе древесной биомассы <i>Э.А. Торина, А.С. Медников, П.Ю. Елсуков</i> | 190 |
| Modular plants of combined production of electricity and synthetic liquid fuels based on wood biomass <i>E.A. Tyurina, A.S. Mednikov, P.Yu Elsukov</i> | 191 |
| Энерго-ресурсосберегающая разработка и эксплуатация месторождений сланцевой нефти и газа Западной Сибири <i>В.В. Гусев, О.Е. Горбунов, В.В. Тяп</i> | 192 |
| Сорбенты из угля для извлечения фенола из водных растворов <i>В.Э. Цветков, И.Ю. Зыков, Ю.Н. Дудникова, А.П. Козлов, З.Р. Исмагилов</i> | 193 |
| Утилизация горючих отходов в составе гелеобразных топлив в условиях Арктики и Антарктики <i>Д. О. Глушков, А. Г. Нигай, О. С. Яшутина</i> | 194 |
| Utilization of combustible wastes in gel fuel compositions in the Arctic and Antarctic conditions <i>D. O. Glushkov, A. G. Nigay, O. S. Yashutina</i> | 195 |

Секция 6. Рациональное природопользование

- Методический подход к оценке доступности питьевой воды на уровне региона**
А.В. Антонова 197
- Methodical approach to assessment of drinking water availability in the region**
A.V. Antonova 198
- Механохимическая переработка растительного сырья с точки зрения зелёной химии**
А. Л. Бычков, Е. С. Бычкова, О. И. Ломовский 199
- Mechanochemical processing of plant raw materials from the green chemistry point of view**
A. L. Bychkov, E. S. Bychkova, O. I. Lomovsky 200
- Применение удобрений на основе отходов при рекультивации полигонов твердых бытовых отходов**
Н.Л. Яблочкина, С.П. Глазачева 201
- The use of fertilizers on the basis of waste in the reclamation of landfills of solid domestic waste**
N.L. Yablochkina, S.P. Glazacheva 202
- Обеспечение экологической безопасности процессов освоения минерального сырья в ДФО**
Л.Т. Крупская, А.М. Орлов, Д.А. Голубев, В.Т. Тагирова, Л.П. Гуль, Е.А. Пушкина 203
- Ensuring ecological safety of mineral resources development in the FEFD**
L.T. Krhupskaya, A.M. Orlov, V.T. Tagirova, D.A. Golubev, L.P. Gul, E.A. Pushkina 204
- Превращение низших алканов в высокооктановые компоненты, на цеолитном катализаторе Н-ЦКЕ-ХМ/ Ga_2O_3**
С.Н. Джалилова, В.И. Ерофеев 205
- Учет влияния химического загрязнения атмосферы на заболеваемость населения г. Томска**
Н.В. Жарчинский 206

| | |
|---|-----|
| Accounting the influence of atmospheric chemical pollution on the morbidity of the population of Tomsk <i>N.V. Zharchinsky</i> | 208 |
| Перспективы искусственного лесоразведения лиственницы сибирской (<i>Larix sibirica</i> Ldb) в Северном Казахстане <i>С.А. Кабанова, Ж.Н. Зенкова, М.А. Данченко</i> | 209 |
| Экономика замкнутого цикла в классификации проблем развития лесопромышленном кластере Томской области <i>Б. Калюжный, Е.А. Монастырский</i> | 210 |
| Комплексная оценка качества воды р. Ушайка <i>Н.Л. Яблочкина, А.В. Коновалова</i> | 211 |
| Integrated assessment of water quality in the river Ushayka <i>N.L. Yablochkina, A.V. Konovalova</i> | 213 |
| Учет природного фонового качества воды водных объектов при нормировании сточных вод <i>А.М. Адам, Г.И. Мершина</i> | 214 |
| Accounting the natural background water quality of water bodies while rationing wastewater <i>A.M. Adam, G.I. Merшина</i> | 215 |
| Использование культивационных сооружений с частичным пленочным укрытием при размножении облепихи и жимолости <i>Т.М. Нелюбова, А.А. Канарский</i> | 216 |
| Влияние флотоотходов на твердофазовые процессы при получении вяжущих материалов <i>А.Г. Нимчик, З.Р. Кдырова, Х.Л. Усманов</i> | 219 |
| Климатология отопительного периода года в г. Томске <i>Н.К. Барашкова, О.В. Носырева, Л.И. Кижнер</i> | 221 |
| Climatology of the heating season in Tomsk <i>N.K. Barashkova, O.V. Nosyreva, L.I. Kizhner</i> | 222 |
| Эффективность сжигания торфа в водогрейном котле малой мощности <i>В.К. Любов, А.Н. Попов, Е.И. Попова, А.А. Чернов</i> | 223 |
| Efficiency of peat combustion in a low capacity boiler <i>V.K. Lyubov, A.N. Popov, E.I. Popova, A.A. Chernov</i> | 224 |

| | |
|--|-----|
| Исследование состава асфальтосмолопарафиновых отложений нефти Пильтун-Астохского месторождения для выбора стратегии по обращению как с отходами нефтедобывающей промышленности <i>Н.А. Прокуда, С.В. Суховерхов, Н.Б. Кондриков.....</i> | 225 |
| The composition of crude oil high molecular weight hydrocarbons deposits from Piltun-Astokhskoye oilfield: treatment and recycling <i>N.A. Prokuda, S.V. Sukhoverkhov, N.B. Kondrikov.....</i> | 226 |
| Особенности состава нефтяного загрязнения вод и донных отложений среднего течения реки Обь <i>И.В. Русских, О.В. Серебренникова, Е.Б. Стрельникова.....</i> | 227 |
| Features in the Composition of Petroleum Pollution of Waters and Bottom Sediments in the Middle Flow of the River Ob <i>I. V. Russkikh, O. V. Serebrennikova, E. B. Strel'nikova.....</i> | 228 |
| Влияние высоких температур на фильтрационно-емкостные свойства горных пород баженовской свиты <i>А.М. Горшков, И.С. Хомяков, М.В. Субботина, А.С. Мазурова, А.Е. Алтиева, А.В. Мырзабаева.....</i> | 229 |
| Influence of high temperatures on reservoir properties of Bazhenov Formation rocks <i>A.M. Gorshkov, I.S. Khomyakov, M.V. Subbotina, A.S. Mazurova, A.E. Altieva, A.B. Myrzabaeva.....</i> | 230 |
| Оптимизация технологических процессов подготовки сырья для производства электронагревателей <i>С.В. Федорова, С.С. Тимофеева.....</i> | 231 |
| Исследование процесса превращения легких углеводородов на модифицированных цеолитных катализаторах <i>И.С. Хомяков, А.М. Горшков.....</i> | 233 |
| «Солнышко» в Сибири <i>О.Н. Шплис, Н.Э. Коломиец, Н.Ю. Абрамец, Н.И. Каракчиева, Е.Б. Дайбова.....</i> | 234 |
| «Sunshine» in Siberia <i>O.N. Shplis, N.E. Kolomiets, N.Yu. Abramets, N.I. Karakchieva, E.B. Daibova.....</i> | 235 |

Секция 7. Экологический мониторинг

Исследование взаимосвязи между параметрами снежных осадков и радиационного фона приземной атмосферы

А.В. Видергольд, Г.А. Яковлев, И.В. Беляева, П.М. Нагорский, В.И. Беспалов, В.С. Яковлева 237

Эколого-физиологические особенности кедра сибирского на северной границе произрастания

О.Г. Бендер 238

Ecological and physiological features of Siberian stone pine on the north growth limit

O.G. Bender 239

Исследование изменений водяного пара и аэрозольной оптической толщи в атмосфере Западной Сибири в период с 1979 по 2016 гг.

Ю.А. Бургундасова, Е.В. Харюткина, С.В. Логинов 240

Investigation of changes in water vapor and aerosol optical depth in the atmosphere of West Siberia over the period of 1979-2016

J.A. Burgundasova, E.V. Kharyutkina, S.V. Loginov 241

Мониторинг динамики популяций сосны кедровой сибирской в Нижнем Приобье

С.Н. Велисевич 242

Monitoring of dynamics of the Siberian stone pine populations in the Lower Ob River

S.N. Velisevich 243

Исследование влияния погодных явлений на годовой тренд атмосферного радиационного фона

А.В. Видергольд, Г.А. Яковлев, И.В. Беляева, П.М. Нагорский, В.С. Яковлева 244

Изучение влияния сезонных условий на накопление химических элементов в эпифитном мхе

Н.С. Рогова, Н.К. Рыжакова, К.М. Гусвицкий 245

Study of seasonal impact on accumulation of chemical elements in epiphyte mosses

N. Rogova, N. Ryzhakova, K. Gusvitskii 246

Оценка выноса органических веществ с бассейна р. Гавриловка (Западная Сибирь)

Е.С. Иванова, Ю.А. Харанжевская, Л.А. Чудиновская 247

| | |
|---|-----|
| Стадийность образования и накопления отходов на свалках ТКО на примере микрорайона Каштак г. Томска <i>А. Е. Каташова</i> | 248 |
| Анализ динамики послепожарного лесовосстановления по космическим снимкам на основе клеточных автоматов <i>А.В. Ковалёв, Н.Г. Марков</i> | 249 |
| An analysis of the reforestation dynamics in the territories of burned-out landscapes based on cellular automata <i>A.V. Kovalev, N.G. Markov</i> | 250 |
| Изучение динамики накопления химических элементов мхами-трансплантатами <i>Е.А. Колотова, Н.С. Рогова, Н.К. Рыжакова</i> | 251 |
| Study of the dynamics of the accumulation of chemical elements by moss-transplants <i>E.A. Kolotova, N.S. Rogova, N.K. Ryzhakova</i> | 252 |
| Связь между дождевыми осадками и аномальными всплесками мощности дозы гамма-излучения в атмосфере <i>В.С. Кондратьева, А.В. Богданов, Г.А. Яковлев, П.М. Нагорский, В.С. Яковлева, И.В. Беляева</i> | 253 |
| Использование скрининговых методов для экологического мониторинга объектов гидросферы <i>А.В. Дмитриев, Е.А. Купрессова, А.М. Ледовская, С.В. Романенко</i> ... | 254 |
| Контроль загрязнений воздуха рабочей зоны рабочих мест сварщиков с использованием упрощённых методик подготовки проб сварочных аэрозолей и простых инструментальных методов анализа <i>О.В. Кузнецова, С.В. Романенко, И.С. Антипенко, А.Н. Кузнецова</i> ... | 255 |
| Численный анализ распространения примесей от высотных труб ТЭЦ <i>А. А. Леженин, В. Ф. Рапута, Т. В. Ярославцева</i> | 257 |
| Численное исследование аэродисперсной среды для диагностики загрязнений <i>В. В. Лоскутов</i> | 258 |
| Источник ТГц излучения для систем мониторинга атмосферы <i>Д. М. Лубенко, В. Ф. Лосев, Д. М. Ежов, В. А. Светличный, Ю. М. Андреев</i> | 259 |

| | |
|---|-----|
| Геоэкологический мониторинг территории г. Томска с применением беспилотных летательных аппаратов <i>Е.Е. Ляпина, Д.С. Раков, М. А. Мурин</i> | 260 |
| Проект мероприятий по снижению негативных воздействий от снежных отвалов в г. Томске <i>Е.С. Макарецова</i> | 261 |
| Анализ динамики состояния хвойных лесов, поврежденных сибирским шелкопрядом, с использованием космических снимков Landsat 8 <i>К. А. Маслов, О. С. Токарева</i> | 262 |
| Комплекс для контроля уровня остаточного загрязнения очищенных сточных вод <i>С.В. Романенко, А.Г. Кагиров, Е.С. Невский, Т.А. Раденков, Е.В. Ларионова, А.Н. Вторушина, И.С. Король</i> | 263 |
| Особенности вертикального переноса радона из грунта в приземную атмосферу <i>Г.А. Яковлев, Т.Т. Нго, П.М. Нагорский, В.С. Яковлева</i> | 264 |
| Продукция и деструкция органического вещества в болотных экосистемах Западной Сибири <i>Л.Г. Никонова, Е.А. Головацкая</i> | 265 |
| Изучение влияния природно-климатических условий на миграцию колорадского жука <i>А.В. Пелипенко, О.Н. Шплис</i> | 266 |
| Study of changes in climatic conditions for the migration of the Colorado potato beetle <i>A.V. Pelipenko, O.N. Shplis</i> | 267 |
| Применение двумерной газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием для идентификации источника загрязнения нефтью <i>Н.А. Прокуда, С.В. Суховерхов, Н.Б. Кондриков</i> | 268 |
| Application of two dimensional gas chromatography analysis for fingerprinting identification of the oil pollution source of groundwater sample <i>N.A. Prokuda, S.V. Sukhoverkhov, N.B. Kondrikov</i> | 269 |
| Содержание лёгких ионов в г. Томск в тёплый период года <i>К. Н. Пустовалов, М.В. Оглезнева, П.М. Нагорский</i> | 270 |

- Ni, Co, Cu и Mo в почвах степей Минусинской межгорной впадины**
С. П. Кулижский, А. В. Родикова, В. Ф. Кравцова 271
- Ni, Co, Cu and Mo in the soils of the steppes Minusinsk intermountain trough**
S. P. Kulizhskiy, A. V. Rodikova, V. F. Kravtsova 272
- Мониторинг опасных склоновых событий в Горном Алтае**
Д. А. Савчук, С. А. Николаева 273
- Monitoring of hazardous geomorphic events in the Altai Mountains**
D. A. Savchuk, S. A. Nikolaeva 274
- Влияние выбросов объектов теплоэнергетики, использующих различный вид топлива, на пылевое загрязнение атмосферного воздуха**
А.В. Таловская, Е.Г. Язиков, Е.А. Филимоненко, Т.С. Шахова, Н.А. Осипова 275
- Результаты мониторинга гидрометеорологических характеристик автономным измерительным комплексом «Майма» в бассейне р. Майма (Горный Алтай)**
В.А. Уйманова, В.В. Зуев, Н.Е. Зуева, С.А. Кураков 276
- Monitoring of hydrometeorological characteristics in the basin of the river Maima (the Altai Mountains): results based on the autonomous measuring complex "Maima"**
V.A. Uymanova, V.V. Zuev, N.E. Zueva, S.A. Kurakov 277
- Геохимический мониторинг атмосферного загрязнения Cu и Pb, Zn, Cd верховых болот юго-востока Западной Сибири**
Ю.А. Харанжевская, А.А. Синюткина, Л.П. Гашкова 278
- Geochemical monitoring of Cu, Pb, Zn, and Cd atmospheric pollution in the raised bogs of south-eastern Western Siberia**
Yu.A. Kharanzhevskaya, A.A. Sinyutkina, L.P. Gashkova 279
- Оценка постпирогенной токсичности вод северо-восточной части Васюганского болота**
Е.Н. Бурнашова, Ю.А. Харанжевская 281
- Assessment of the post-pyrogenic water toxicity in the north-eastern part of the Great Vasyugan mire**
E.N. Burnashova, Yu.A. Kharanzhevskaya 282

| | |
|--|-----|
| Оценка многолетней динамики содержания органических веществ в водах р. Гавриловка (Западная Сибирь) <i>А.А. Хаустова, Ю.А. Харанжевская</i> | 283 |
| Модель межгодовой изменчивости эвтрофирования экосистемы водохранилища <i>А.А. Цхай, В.Ю. Агейков</i> | 284 |
| Model of eutrophication interannual variability for reservoir ecosystem <i>A. A. Tskhai, V. Yu. Ageikov</i> | 285 |
| Аналитический контроль содержания металлических примесей в сварочных аэрозолях <i>А.Ю. Шибачев, В.В. Шелковников</i> | 286 |
| Analytical control of the content of metallic impurities in welding aerosols <i>A. Yu. Shibaev, V. V. Shelkovnikov</i> | 287 |
| Влияния различных факторов на сезонные и суточные вариации радона в атмосфере <i>Г.А. Яковлев, Т.Х. Нгуен, П.М. Нагорский, В.С. Яковлева</i> | 288 |
| Проверка возможности замены мониторинга радона мониторингом альфа- и бета-фона в городской атмосфере <i>В.С. Кондратьева, Г.В. Якунин, Г.А. Яковлев, П.М. Нагорский, В.С. Яковлева</i> | 289 |
| Секция 8. Экологические аспекты техноферной безопасности | |
| Оценка влияния пыли ферросплавного производства на экологическую обстановку в городе Челябинске <i>А.С. Альшакова</i> | 291 |
| Evaluation of the influence of ferroalloy dust production on ecological situation in the Chelyabinsk city <i>A.S. Alshakova</i> | 292 |
| «Малая» теплоэнергетика и отопительные системы как источник канцерогенных рисков для городов Иркутской области <i>Л.И. Бельх, М.А. Максимова</i> | 293 |
| "Small" heat power engineering and heating systems as a source of carcinogenic risks for the cities of Irkutsk region <i>L. I. Belykh, M. A. Maksimova</i> | 294 |

| | |
|---|-----|
| К вопросу о разработке имитационной модели лесных природных пожаров | |
| <i>Т.А. Белькова, Н.А. Алексеев</i> | 295 |
| Оценка экологического ущерба атмосферному воздуху при разработке газоносных месторождений Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции | |
| <i>С.С. Тимофеева, Н.В. Горленко</i> | 296 |
| Assessment of environmental damage to atmospheric air in the development of gas-bearing deposits of the Lena-Tunguska oil and gas province | |
| <i>S.S. Timofeeva, N.V. Gorlenko</i> | 297 |
| Ингаляционные риски здоровью населения в районе Южного Прибайкалья в зоне воздействия алюминиевого производства | |
| <i>С.В. Иванова, И.А. Рябчикова</i> | 298 |
| Community health inhalation risks registered in the Southern Baikal region in the zone of exposure to aluminium production | |
| <i>S.V. Ivanova, I.A. Ryabchikova</i> | 300 |
| Об основных техногенных факторах, влияющих на экологическую обстановку | |
| <i>В.К. Козлова, В.В. Логвиненко, Ю.С. Саркисов</i> | 301 |
| Результаты социологического исследования населения г. Томска о сортировке мусора | |
| <i>А.И. Копытова, Г.В. Арышева, Е.М. Копытова</i> | 303 |
| The results of the sociological survey of Tomsk population on the waste sorting | |
| <i>A.I. Kopytova, G.V. Arysheva, E.M. Kopytova</i> | 304 |
| Оценка сейсмических рисков библиотек г. Иркутска | |
| <i>С.С. Тимофеева, И.В. Кузнецова</i> | 305 |
| Assessment of seismic risks of libraries of Irkutsk | |
| <i>S.S. Timofeeva, I.V. Kuznetsova</i> | 306 |
| Сейсмическая активность как фактор активизации оползневых процессов в природных условиях Кыргызстана | |
| <i>С.В. Романенко, Е.В. Ларионова, У.А. Малдыбаев</i> | 307 |
| Математическое моделирование загрязнения водоема при повреждении нефтепровода | |
| <i>В.А. Перминов, С.В. Романенко</i> | 308 |

| | |
|---|-----|
| Термоокислительная деградация металлических нанопорошков/эпоксидных композитов <i>Д. С. Липчанский, О. Б. Назаренко</i> | 310 |
| Thermooxidative degradation of metal nanopowders/epoxy composites <i>D. S. Lypchansky, O. B. Nazarenko</i> | 311 |
| Оценка риска угрозы здоровью населения Кемеровской области при ингаляционном воздействии вредных веществ <i>Н.Ю. Луговцова, С.С. Тимофеева</i> | 312 |
| Снижение пожарной опасности эпоксидных композитов за счет применения природных цеолитов <i>Ю.С. Мурашкина, О.Б. Назаренко</i> | 313 |
| Effect of Shivirtui zeolite on thermal and thermo-oxidative destruction of epoxy composites <i>Y.S. Murashkina, O.B. Nazarenko</i> | 314 |
| Влияние шивыртуйского цеолита на термическую и термоокислительную деструкцию эпоксидных композитов <i>Ю.С. Мурашкина, О.Б. Назаренко</i> | 315 |
| Оценка пылевой нагрузки на окружающую среду при функционировании горных предприятий <i>М. А. Мурзин, С. С. Тимофеева</i> | 316 |
| Evaluation of dust's burden on the environment in operation of mining companies <i>M. A. Murzin, S. S. Timofeeva</i> | 317 |
| О реальных сейсмических воздействиях на здания и сооружения <i>Б.С. Смирнов, Б.С. Ордобаев, Ш.С. Абдыкеева</i> | 318 |
| Отраслевая методика оценки валовых выбросов парниковых газов транспортом <i>Ю.В. Трофименко, Т.Д. Потапченко</i> | 323 |
| Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций на уровне регионов и территорий местного самоуправления <i>Б.Р. Айдаралиев, Н.Дж. Садабаева</i> | 324 |
| Статистический анализ зависимости заболеваемости населения от регистрируемых атмосферных примесей <i>С.Н. Тростянский, А.С. Соловьев, А.А. Мельник, Д.Г. Зыбин, Р.Р. Хасьянов</i> | 325 |

Statistical analysis of dependence of population morbidity on atmospheric pollutants recorded

S.N. Trostianskiy, A.S. Soloviev, A.A. Melnik, D.G. Zybin, R.R. Khasianov 326

Экологические риски г. Иркутска по данным снегохимической съемки

C.C. Тимофеева, Т.В. Кузнецова 327

Environmental risks of the city of Irkutsk according to snegokhimicheskoy shooting

S.S. Timofeeva, T.V. Kuznetsova 328

Разработка технологической схемы очистки сточных вод с использованием микробных топливных элементов

C.C. Тимофеев, А.В. Киселев 330

Development of the technological scheme of sewage treatment with use of microbial fuel elements

S.S. Timofeev, A.V. Kiselyov 332

Оценка уровня загрязненности шламового амбара тяжелыми металлами

И.И. Авдеева, И.И. Романцов, О.А. Немцова, А.В. Нехорошева, М.Д. Тусупова 334

The assessment of the level of pollution of slime pits with heavy metals

I.I. Avdeeva, I.I. Romantsov, O.A. Nemtsova, A.V. Nekhorosheva, M.D. Tusupova 335

Негативное воздействие строительной отрасли на окружающую среду

Н.В. Цветкун 336

Negative impact of the construction industry on the environment

N.V. Tsvetkun 337

Секция 9. Зелёная химия

Использование диарилдодониевых солей в фотополимеризации N-винилкарбазола

Р.А. Быков, А.А. Захаров, А.А. Троян, А.А. Ляпков 338

| | |
|--|-----|
| Полимерная аналитическая среда для колориметрических тест-методов <i>Н.В. Саранчина, Т.Н. Волгина, М.М. Гавриленко, А.А. Дудкина, М.А. Гавриленко</i> | 339 |
| Polymeric analytical medium for colorimetric test methods <i>N.V. Saranchina, T.N. Volgina, M.M. Gavrilenko, A.A. Dudkina, M.A. Gavrilenko</i> | 340 |
| Энергосберегающие каталитические системы на основе макропористых полимеров и наночастиц металлов <i>М. Даулетбекова, С. Кудайбергенов</i> | 341 |
| Energy saving catalytic systems based on macroporous polymers and metal nanoparticles <i>M. Dauletbekova, S. Kudaibergenov</i> | 342 |
| Синтез дигликолевого эфира терефталевой кислоты <i>С. М. Еремкин, З. Шарипов, В.Т. Новиков</i> | 344 |
| Детальный контроль процесса для более чистого химического производства полупроводниковых приборов с более чистой структурой <i>А.А. Жиленков</i> | 345 |
| Detailed process control for cleaner chemical production of semiconductor devices with purer structure <i>A.A. Zhilenkov</i> | 346 |
| Моделирование внутренних процессов реактора для оптимизации производства полупроводников <i>А.А. Жиленков, С.С. Соколов, С.Г. Черный</i> | 347 |
| Control of the chemical species profiles inside reactor for reduction of pollution in the production of semiconductors <i>A.A. Zhilenkov, S.S. Sokolov, S.G. Cherny</i> | 348 |
| Влияние кремнийорганических частиц льна на биологические и физиологические особенности сельскохозяйственных культур <i>О. Н. Шплис, Н. Э. Коломиец, Н. Ю. Абрамец, Н. И. Каракчиева, Е. Б. Дайбова</i> | 349 |
| A little more information about flax properties <i>О. N. Shplis, N. E. Kolomiets, N. Yu. Abramets, N. I. Karakchieva, E. B. Daibova</i> | 350 |

Au/TiO₂ catalysts in solvent free peroxidative oxidation of 1-phenylethanol under mild conditions

E. Pakrieva, E. Kolobova, D. German, A. Pestryakov, A. P. C. Ribeiro, L. M. D. R. S. Martins, S. A. C. Carabineiro 351

Синтез гликолида из хлорацетата натрия с использованием оксида сурьмы

А.Е. Лукьянов, В.Т. Новиков..... 352

Green aerobic oxidation of n-octanol with Au supported catalysts

E. Pakrieva, E. Kolobova, D. German, V. Cortés Corberán, A. Vuachidze, A. Pestryakov 353

Скрининг растительного сырья, подходящего для механохимического получения твёрдого биотоплива

Е.М. Подгорбунских, А.Л. Бычков, А.И. Денькин, О.И. Ломовский 354

Арилирование алканов с использованием арендиазоний тозилатов

Е.В. Романенко, К.В. Орлова, М.Е. Трусова 355

Синтез гликолида с использованием растворителей

М.Е. Сидельцев, А.Е. Лукьянов 356

Применение механохимической обработки бурого угля для получения эффективных сорбентов тяжёлых металлов

Т. С. Скрипкина, А.Л. Бычков, О.И. Ломовский 358

Секция 10. Устойчивое развитие регионов

Overview of water Pollution Terrain Nexus

Xuechao Wang, Jiří Jaromír Kleměš 360

О роли золота и золотых лихорадок в развитии цивилизации

В.В. Бутвиловский..... 362

About the role of gold and gold fevers in the development of civilization

V.V. Butvilovsky..... 363

Микотрофность *Pinus sibirica* Du Roi как показатель устойчивости кедровников Томской области

О.Б. Вайшля, К.С. Карбышева, Н.Н. Кудашова, С.И. Гашков..... 364

К вопросу об устойчивости функционирования личных подсобных хозяйств в период экономической нестабильности

Е.С. Волкова, М.А. Мельник, К.А. Семенова 365

| | |
|--|-----|
| To the question of sustainability of private subsidiary farms during the period of economic instability <i>Elena S. Volkova, Mariya A. Melnik, Kseniya A. Semenova</i> | 366 |
| Динамика ТБО как индикатор устойчивого развития <i>С. В. Горбунова</i> | 367 |
| Dynamics of solid domestic waste as an indicator of sustainable development <i>S.V. Gorbunova</i> | 368 |
| The cultural landscape in the system of sustainable land use <i>М. Ю. Shishin, О. Z. Engoyan, О. P. Pavlusenko</i> | 369 |
| Влияние технологических изменений в сфере энергоэффективности на износ инфраструктуры в топливно-энергетическом комплексе <i>Ю. Л. Жуковский, В. В. Старшая</i> | 373 |
| Influence of technological changes in energy efficiency on the deterioration of infrastructure in the fuel and energy complex <i>Y. L. Zhukovskiy, V. V. Starshaia</i> | 374 |
| Определение оптимальной структуры и режимов работы автономных комплексов с возобновляемыми источниками энергии в условиях Арктики <i>Ю. Л. Жуковский, А. Ю. Лаврик, А. Д. Булдыско</i> | 375 |
| Determination of the optimal structure and operating modes of autonomous complexes with renewable energy sources in the Arctic <i>Y. L. Zhukovskiy, A. Y. Lavrik, A. D. Buldysko</i> | 376 |
| Развитие пространства для обеспечения устойчивого развития <i>С.Г. Копысов</i> | 377 |
| Development of the territory for sustainable development <i>S. G. Kopysov</i> | 378 |
| Анализ и прогноз энергоэффективности восточных регионов России <i>С. Ю. Музычук, А. Д. Соколов, Р. И. Музычук</i> | 379 |
| Цивилизация на пути к бифуркационному выбору парадигмы <i>А.В. Поздняков</i> | 380 |
| Civilization on Its Way to Bifurcational Choice of Paradigm <i>A.V. Pozdnyakov</i> | 382 |

| | |
|---|------------|
| Разработка концепции замкнутой системы водоподготовки в целях устойчивого развития территории Крыма <i>С.В. Романенко, В.П. Дмитриенко, Е.В. Ларионова.....</i> | <i>383</i> |
| Актуальность санации территории в арктической зоне Красноярского края <i>А.А. Сафронова</i> | <i>384</i> |

Научное издание

ЭНЕРГО-РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Сборник научных трудов
международной научной конференции
«Энерго-ресурсоэффективность
в интересах устойчивого развития»

Издано в авторской редакции

Компьютерная верстка *Д.М. Карачаков*
Дизайн обложки *Е.А. Куррессова*

Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии

с качеством предоставленного оригинал-макета

Подписано к печати 09.11.2018. Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл. печ. л. 34,7. Уч.-изд. л. 31,4.
Заказ 000-15. Тираж 20 экз.
