МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Государственный комитет по науке и технологиям
Белорусский национальный технический университет
Институт по науке и технике БНТУ

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ – 2022

Сборник материалов
IX Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума

10–11 ноября 2022 года

ТОМ 1

Минск
БНТУ
2022

УДК 082(476+510) (06)
ББК 72я43(4Беил+5Кит)
Н76

В сборник включены материалы Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума «Новые горизонты – 2022» по направлениям: промышленная экология, энергосбережение, приборостроение, машиностроение, здравоохранение, ветеринария.

ISBN 978-985-583-864-8 (Т.1)
ISBN 978-985-583-863-1

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ»

НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ. СТРОИТЕЛЬСТВО»

НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ
«ЗДРАВООХРАНЕНИЕ. ВЕТЕРИНАРИЯ. МЕДИЦИНА»

НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ
«НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ»

УДК 338.465.2

THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF CHINA'S ECONOMIC ENERGY SECTOR FROM THE PERSPECTIVE OF MARGINAL ANALYSIS

Huang Yiyan
Belarusian State University
e-mail: 1164179035@qq.com

Summary. *The article presents the trends in the development of China's energy construction and analyzes the reasons for significant technological advances in this field of activity. Based on marginal analysis, the efficiency and sustainability of the functioning of China's energy field is shown.*

The energy sector is crucial in the functioning and development of the economy. Since its inception, China has been conducting research in the field of energy. The Chinese invention has been adopted as the global highest UHV transmission technology by establishing in 2009 the world's first transmission line of the UHV with a voltage of 100,000 V in the country's central region. The cost of creating energy infrastructure is a serious problem for UHV technology, and over the past five years, the average annual cost of UHV transmission infrastructure has reached 109.2 billion yuan. Likewise, China has made significant investments in the development of "green" energy: in talents and infrastructure for the production of solar energy and energy construction. and as of the end of 2015, the production of four key components of photovoltaic production – polysilicon, silicon wafers, elements and modules – ranked first in the world. The main component of industrial investment in the solar energy sector is the cost of technological research and development. Excluding social investment resources from various components, the five-year investment plan for China's photovoltaic sector could amount to 120 billion yuan.

There are at least three motives that explain China's huge R&D costs in the sulfur energy sector.

1. The Chinese government is looking for the truth in the facts to solve the problem of the unbalanced distribution of energy supply and demand. The metropolitan agglomerations in China's capital, east, south and center have the strongest energy demands; the regions with the highest energy supply are primarily distributed, not concentrated. Natural gas and oil resources can be found in large, sparsely populated areas in northern and western provinces such as Heilongjiang and Xinjiang. Despite the fact that these areas have a strong industrial basis for extraction, on-site processing, and conversion, energy transmission is unquestionably the most effective and cost-effective technique. The UHV transmission system further reduces transmission costs while increasing transmission efficiency. Theoretically, the transmission length limitation and power loss per unit circuit length decrease with increasing voltage in the circuit. The Chinese government's investments have turned this hypothesis into reality. The successful transmission of Western electricity to eastern industrial cities with minimal losses has become possible thanks to a combination of ultra-high voltage AC transmission lines with a length of more than 1,000 kilometers and ultra-high voltage DC transmission lines with a length of less than 1,000 kilometers.

2. The Chinese Government recognizes the social and financial benefits of energy development. The development of new energy in China is still influenced by the country's excessive use of fossil fuels and the growing demand for energy. The new energy technology represented by solar energy, which also has a universal geographic distribution, is improving the structure of the energy supply. China recognizes the social benefits of the solar sector, which can help solve environmental problems caused by the excessive use of traditional fossil fuels. The development of photovoltaic technologies is encouraged and promoted by Chinese R&D investments in this sector. The creative research and development of Chinese scientific and technical personnel in the production of mod-

ules for the photovoltaic industry has led to an increase in production costs and efficiency to such an extent that they have become the standard for the industry. These are some of the internal reasons for China's energy construction, and it is extremely important to invest in high-tech energy construction with new technologies in order to optimize production capacity, increase contributions to national science and technology.

3. The energy sector of the economy is a highly profitable sphere of industrial and social infrastructure. The marginal cost of setting up energy infrastructure is decreasing yearly, despite the fact that the initial cost is significant. Long-term returns on investments in energy technology are positive. In addition, energy construction has a cumulative impact on other sectors of the economy. Because advanced energy technologies offer more reliable and flexible services to the energy supply, they can increase revenue and profit margins. The state-owned electric grid reported annual revenue of 2971.1 billion yuan in 2021, up 11.1 % from the previous year, and total profit was 69.1 billion yuan, up 9.8 % from the previous year. From a development point of view, when the energy infrastructure is almost stable and energy technologies are at the stage of maturity, the costs of technological investments are reduced, and energy revenues remain stable. The initial investment costs will amount to only a small percentage of the substantial return after sufficient electricity is provided. For example, the construction of a hydroelectric power station on a dam “Three Gorges” cost 203.9 billion yuan, but it generates 84.7 billion kWh of electricity per year, social value of over 50 billion yuan. The project will pay off after the twelfth year of operation. According to the marginal cost calculation method: the marginal cost per kilowatt-hour of electricity is equal to the sum of the power plant's annual maintenance costs and wage costs, then divided by the number of kilowatts generated per year, it does not exceed 0.0473 yuan per kilowatt-hour. After the saturation of demand for energy services, marginal income is relatively stabilized, is 0.25 yuan per kilowatt-hour. As a result, the project will continue to be lucrative as 17.3 billion per year and annual profit margin of 44 %. The development of electricity in the “Three Gorges” is unquestionably a high-return investment and other energy projects as well.

Based on the analysis above, we have reasons to draw the following three conclusions about China's investment in the energy sector.

1. The choice of whether the national energy technology level is progress or not, China has chosen positive, and leave no one behind. When it comes to addressing its own issue with the uneven distribution of energy supplies, China has decided to take a hard position and adopt a decisive approach. Similar to the way the Chinese power grid used dozens of poles per person to supply energy to the distant mountainous parts of China, The Chinese government is committed to overcoming practical challenges, just like electricity. Mathematics and statistics cannot be used to assess this form of problem-solving, the pursuit of truth from facts, and attitudes. In actuality, this high-coverage technological power grid will ultimately offer good news to the entire population, give the highest social and economic value, as well as serve as a strong basis for the growth of industrialization and support regional and national development.

2. Effective energy investment brings additional benefits of high-tech and scientific research talents. Throughout order to achieve the integration of production, education, and research, which is also a significant contributor to China's advancement in energy science and technology, the Chinese government established a large number of electrical engineering and energy research laboratories in colleges and universities at the beginning of the investment. China has taken up all four of the new technology committees overseeing the 36 international power standards after technological advancements and practical implementation. And the foundational technologies already in place, those which follow the top benefits, support the advancement of technology and speed up technological progress. The top edge effect may be followed by current energy technologies, accelerating the development of higher technologies.

3. China's energy construction investment is a favorable behavior to improve efficiency and reduce costs. A stable regular cycle will eventually arise as the yearly marginal cost steadily declines and the profit and profit rate gradually rise. We have no reason to doubt that the Chinese government's sizable investment in energy infrastructure will yield an infinite return, and we have

good reason to think that the nation's top electrical engineering technology will continue to benefit the power supply systems of all nations, enabling the international society to advance more quickly.

УДК 582.288:581.92

ECOLOGICAL IMPORTANCE OF TRICHODERMA SPP. AND THEIR SECONDARY METABOLITES FOR ORGANIC FARMING

Kharitonchik A., Russkikh I.
Republican center of ecology and local study
institute of microbiology of the national academy of scince of Belarus
Belarusian state university
e-mail: olgaburda@tut.by

Summary. *The development of organic farming around the world and in Belarus in the last 10–15 years has shown the importance of studying and introducing biological methods for combating plant diseases. For this, studies of various microorganisms are carried out throughout the world, which can become the basis for modern plant protection products that do not damage the environment and human health.*

The widespread occurrence of fungi of the genus *Trichoderma* attracted our attention due to the possibility of isolating and studying them to identify new highly active strains with a protective function, as well as useful for agriculture. For example, many people, including my family. Are engaged in composting plant residues in order to obtain organic fertilizer. Adding *Trichoderma* to such a compost would speed up its maturation and also give it the property of a plant protection product.

Therefore, the goal of our work was to create a collection of *Trichoderma* strains of various origins and conduct a comprehensive study of it in order to select isolates that are most promising for crop production. To achieve this goal, we solved a number of tasks:

1. Take samples of soils and other materials for the isolation of *Trichoderma*;
2. Carry out the isolation of mushrooms from the collected sources and take samples of *Trichoderma*;
3. To select homogeneous morphotypes of *Trichoderma* to create a collection of isolates;
4. Study isolates for a complex of morphological characters;
5. Study the growth rate of the collection isolates using different carbon sources;
6. To evaluate the antagonistic activity of *Trichoderma* isolates from the working collection in relation to a number of plant pathogens;
7. To identify in the collection of *Trichoderma* isolates producers of siderophores;
8. To evaluate the resistance of *Trichoderma* isolates to some fungicidal preparations;
9. To study the ability of *Trichoderma* isolates to grow at 37 ^{o}C.
10. To characterize the diversity of the collected collection of *Trichoderma* isolates according to the complex of the studied traits and to highlight the most promising for use in plant growing.

We have used a number of standard microbiological methods to locate, isolate, collect, maintain and preserve isolates of *Trichoderma* fungi. We also used special published methods to describe isolates and study their special characteristics: growth rate on various substrates and under various other conditions, the ability to release secondary metabolites, antagonism towards phytopathogenic fungi.

As a result of the experimental work, we have created a collection of fungi of the genus *Trichoderma* and described it according to different parameters. We have also identified the most promising isolates for creating a biological plant protection product.

The scientific novelty of the work lies in the collection and study of new, previously unexplored *Trichoderma* isolates. The practical and economical significance of the work lies in the collection and assessment of a wide range of *Trichoderma* isolates for some important economic traits, which can be used in various directions, for example, to protect plants from diseases and stimulate their growth.

Based on the data obtained during the execution of the work, we can draw the following conclusions:

1. Well-decomposed wood, fruiting bodies of mushrooms, as well as the soil are inhabited by mushrooms of the genus *Trichoderma*. The fruiting bodies of the present tinder fungus are the richest source of a variety of fungi of the genus *Trichoderma*.

2. The created collection of *Trichoderma* isolates has a significant diversity in the morphological characteristics of the mycelium. The distribution by morphological groups is heterogeneous.

3. The collection contains both slow and fast-growing isolates. At the same time, the growth rate of mycelium in isolates differs depending on the period from the beginning of growth. Isolate 35 has the highest growth rate, which is not inferior in this indicator to industrial strains from commercial preparations.

4. Isolates in the collection exhibit a different capacity for cellulose utilization. The best growth rate on the medium with cellulose was shown by isolate 22, which is not inferior to isolates from commercial preparations.

5. Wood, fruiting bodies of fungi, as well as soil are inhabited by fungi of the genus *Trichoderma*.

6. Some isolates from our collection are capable of synthesizing siderophores.

7. Many isolates are capable of inhibiting the growth of soil pathogens. Perhaps this is due to the fact that fungi of the genus Trichoderma are soil fungi. The pleasant result was that Trichoderma suppressed phytophthora well.

8. The growth of isolates at a temperature of 37 degrees Celsius shows the impossibility of using such isolates for the needs of crop production.

The main practical conclusion is the creation of a prototype of a commercially viable biological product that can be widely introduced into the practice of organic and conventional farming through its commercialization.

References

1. Alimova F. K., Modern system Trichoderma / Hypocrea, 2005 (https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-sistema-Trichoderma-hypocrea/viewer?fbclid=IwAR2tAdra4l9W-b22ZDDSDARnsY5sK2NMnAPM2n).

2. Babitskaya, V. G. Fungi are effective destructors of lignocellulosic substrates: their morphological and physiological and biochemical characteristics [Text] / V. G. Babitskaya // Mycology and phytopathology. – 1993. – T. 27. – 75. – P. 38–44. (In Russian).

3. Chernyavskaya M. I., Sidorenko A. V., Golenchenko S. G., Lysak V. V., Samsonova A. S. Environmental microbiology: study guide. allowance. – Minsk: BSU, 2016. –P. 63 (in Russian).

4. Claus, H. Laccases: structure, reactions, distribution [Tech / H. Claus // Micron. – 2004. – V. 35. – P. 93–95 (in Russian).

УДК 582.288:581.92

AN AUTOMATIC CATCHMENT AND ROOT IRRIGATION DEVICE FOR DESERT TREES

Lai Qinghao, Yang Zeying, Wu Xinyang
Northeastern University
e-mail: 2960179844@qq.com

Summary. *Now, there are 36 million km^2 of deserts on the planet, a quarter of the land area, and expanding by 60,000 km^2 per year. To combat climate change and achieve the carbon peaking and carbon neutrality goals, China is engaged in afforestation. However, water scarcity, strong winds and shortcomings of current irrigation methods make afforestation a major challenge. Based on the problems, we design an automatic catchment and root irrigation device for desert trees.*

At present, the earth's deserts cover about 36 million square kilometres, or a quarter of the earth's land area, and are expanding at a rate of 60,000 square kilometres per year. To combat climate change and achieve the “double carbon” target, China is actively reforesting its deserts. However, the scarcity of water resources in desert areas, the strong winds and the inadequacy of current irrigation methods pose great difficulties for afforestation. Based on these problems, this paper proposes the design of an automatic water harvesting and root irrigation device for desert trees.

Water resources are scarce in desert areas, with annual rainfall of less than 50 mm, while at the same time evapotranspiration is extremely high and the air is rich in water. The wind is strong in desert areas, averaging up to seven winds a day, and there is a wealth of wind resources and a range of other conditions that offer the possibility of desert water harvesting. At present, the common methods of desert tree maintenance include manual sprinkler irrigation, diffuse irrigation, furrow irrigation and drip irrigation, but each of these methods has its own limitations. Drip irrigation, for example, requires the design of lines and the laying of pipes, which is costly in terms of upfront investment, maintenance and stability; ditch irrigation, which is commonly used in remote desert areas, requires upfront construction and a large investment in manpower, while the utilisation of water resources is extremely low; artificial diffuse irrigation and sprinkler irrigation, which are commonly used on desert roads or windbreaks, have a low utilisation of water resources, high transport and manpower costs, and inevitably generate Additional carbon emissions are inevitable in the process.

To overcome the shortcomings of current irrigation methods, Chinese agriculturalists have proposed root irrigation technology. Root irrigation watering is non-destructive irrigation, which has a significant increase in soil water content at a depth of 20–80 cm compared to traditional drip irrigation methods, and is able to convert all the irrigation water into effective soil moisture. The literature also shows that root irrigation can improve water, fertiliser, air and heat conditions in the root zone, allowing the root system to develop and promoting microbial activity and biological cycles in the inter-root soil. However, root irrigation is still not free from the dependence on additional resources (electricity, groundwater, etc.).

“Energy efficient green synthesized MOF – 801 for adsorption cooling applications” describes the special body structure evolved by desert nanobucco beetles and cacti in desert regions to obtain water (fig. 1–2) and proposes a design for a heterogeneous wettable cone surface (fig. 3).

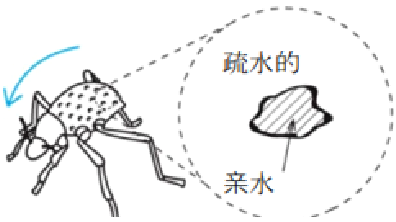


Figure 1 – Surface structure of the desert nanobu beetle

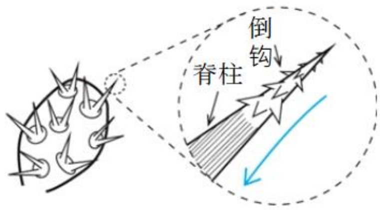


Figure 2 – Surface spine structure of the cactus

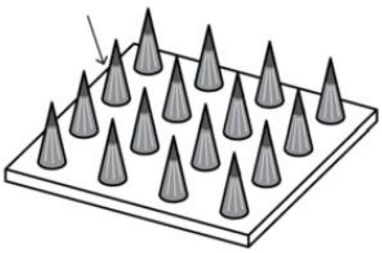


Figure 3 – Heterogeneous wettable cone surfaces

Based on the above, this paper proposes an automatic water harvesting root irrigation device for desert trees based on the bionic principle, using the rich wind resources of the desert without additional resource input (fig. 4, consisting of a wind energy conversion section, an air filtration section, a one-way conduction section and a condensation collection section.

a b

Figure 4 – An automatic water harvesting root irrigation device: a – Overall schematic; b – Effect

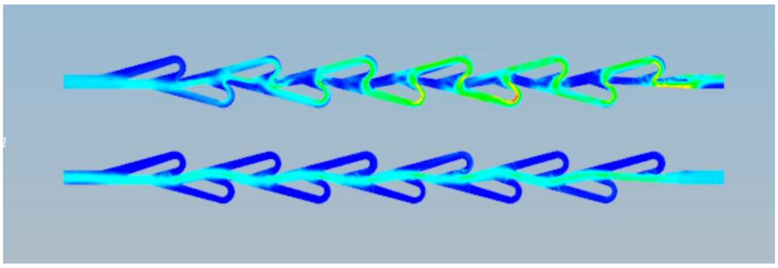


Figure 5 – Diagram of the Tesla valve

The wind energy conversion section adopts the new layout of the fan of the Darrieux wind turbine, with three blades, which are S-shaped in the projection direction, converting the wind energy in the desert into mechanical energy, which acts on the shaft to drive the rotation of the suction fan below, generating negative pressure in the cavity and allowing air to enter the interior of the device; the air filtration section is a detachable design, with a rosette filter cover in the lower part, so that a large amount of air can enter the device through the holes and the internal filter. The one-way conduction section is in the form of a Tesla valve (fig. 5), which uses the bionic principle, modelled on the structure of a blood vessel, to accelerate air flow according to aerodynamic principles and to avoid backflow of air into the device, in order to reduce losses caused by water loss. Below the Tesla valve is the condensation collection section of this device. In order to increase the efficiency of the water collection, this section has a spiral tubular structure that allows a constant flow of air to come into contact with the surface of the unit through the wind energy conversion device above, obtaining a constant flow of moisture. The interior of this section is based on the bionic principle of a heterogeneous wetting cone array surface to accelerate moisture collection.

The device proposed in this paper can be commercially cooperated with government agencies, relevant enterprises and university laboratories after further improvement, and is committed to the innovation of desert irrigation technology products combining industry, academia and research to create a complete industrial structure. Facing the demand of the desert greening cause in the society, through cooperation with the government to support the public welfare cause, in the process of continuously upgrading and polishing the product, our product will be included in the official recommended greening tool library; through cooperation with relevant enterprises to accelerate the application and promotion of the product on the ground, through the sale of the product, as one of the sources of profit; through cooperation with university laboratories industry-university-research “cooperation” to accelerate product innovation and iteration from multiple perspectives such as material, design and efficiency.

This paper describes the design of an automatic water harvesting root irrigation device for desert trees, which can provide new ideas for the development of subsequent devices.

УДК 544.653.2

WETTABILITY PROPERTIES OF POROUS Al_2O_3 COATINGS: EFFECTS OF TECHNOLOGICAL REGIMES AND SURFACE MORPHOLOGY

Shimanovich D. L. [1], Tishkevich D. I. [2]
[1] Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
[2] Scientific-Practical Materials Research Centre of National Academy of Sciences of Belarus
e-mail: ShDL@tut.by

Summary. *The comparative analysis of Al_2O_3 coatings and effect of surface morphology on the wettability properties were discussed. It was shown that it is possible to obtain high hydrophilic parameters with a contact angle value up to 17–20° using high values of current density, anodizing time, and electrolyte temperature by adjusting the electrochemical conditions. It was seen that this type of modified Al_2O_3 structures provides direct experimental evidence for the theory of three-dimensional capillaries regarding superhydrophilicity.*

In recent years coatings with special wettability such as hydrophobic (superhydrophobic) or hydrophilic (superhydrophilic) have attracted considerable interest due to their practical application – from self-cleaning surfaces to microfluidic and drip technologies.

Electrochemical anodizaion is one of the most effective methods of surface treatment and the formation of a nanostructured Al_2O_3 surface matrix. Structural and topological parameters of Al_2O_3 matrix significantly affect the functional characteristics and quality of coatings. Materials with low or high surface energy are usually combined with surface structuring with hierarchical topography on the nano- or micrometer scale for the hydrophobic or hydrophilic coatings synthesis. Therefore, due to the possibility of controlling the pore size and regulating the chemical composition of the surface the porous anodic alumina structures represent a great potential for obtaining surfaces with special wettability [1–5]. Alumina itself has a certain tendency to be wetted with water and therefore is a moderately hydrophilic with contact angle in the tage of 45–60°. However, in combination with its specific surface structure and surface chemistry high hydrophilicity or hydrophobicity can be achieved.

Based on experimental data the effect of technological regimes of an aluminum electrochemical anodizing and pores chemical modification on morphological parameters of nanoporous Al_2O_3 and on the contact angle of alumina structures in order to increase the hydrophilic properties of the final modified coatings was studied. Two- and three-step anodization methods were carried out in a 4 % H_3PO_4 at 18–20 °C under various galvanostatic modes at each stage (current densities of 15, 20 and 25 mA/cm^2) during 60–240 min for the synthesis of various types of Al_2O_3 structures. The methods based on increasing the electrolyte temperature to 30–35 °C at the final anodization stage or post-anodizing chemical etching of Al_2O_3 in a 5 % H_3PO_4 solution at 40 °C for various times from 7 to 25 min were used for the chemical modification of the alumina porous structure combined with pore expansion. It was shown that it is possible to obtain high hydrophilic parameters with a contact angle value up to 17–20° using high values of current density, anodizing time, and electrolyte temperature by adjusting the electrochemical conditions (fig. 1).

It was found that the obtained Al_2O_3 coatings with a thickness of 5–12 μm have a disordered branched porous structure with a pore diameter from 120 to 180 nm. The average pores diameter increased up to 210 nm with significant thinning and destruction of the pore walls after expansion of the pores using chemical etching.

Thus, the comparative analysis of Al_2O_3 coatings and effect of surface morphology on the wettability properties were discussed. It was seen that this type of modified Al_2O_3 structures provides direct experimental evidence for the theory of three-dimensional capillaries regarding superhydrophilicity.

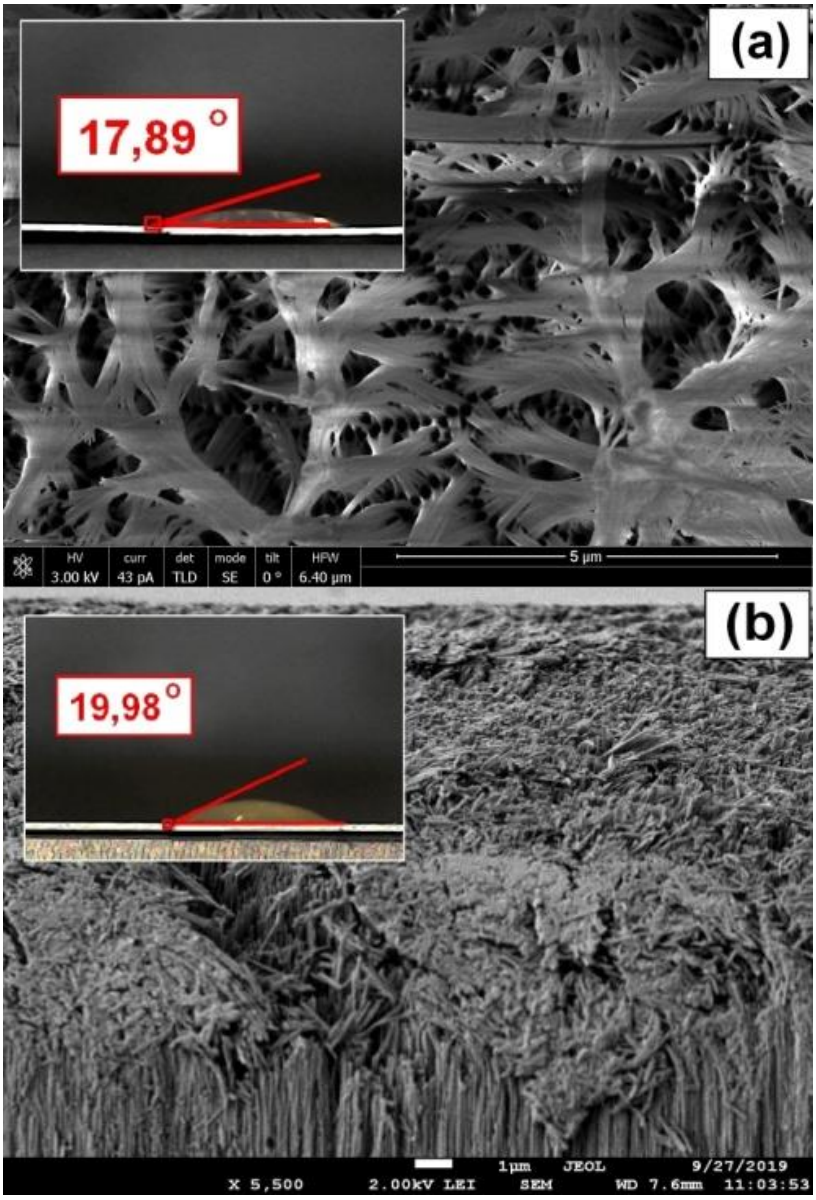


Figure 1 – SEM images of modified porous alumina coatings and associated low contact angles: a – three – step anodization (15 – 20 – 25 mA/cm^2), 7 µm Al_2O_3; b – two-step anodization (15 – 20 mA/cm^2), 5 µm Al_2O_3

References

1. Shimanovich D. L. [et al]. Preparation and morphology-dependent wettability of porous alumina membranes // Beilstein Journal of Nanotechnology. – 2018. – Vol. 9. – P. 1423–1436.

2. Tishkevich D. I. [et al]. The interrelation of synthesis conditions and wettability properties of the porous anodic alumina membranes // Nanomaterials. – 2022. – Vol. 12. – P. 2382–2401.

3. Ran C. [et al]. Wetting on nanoporous alumina surface: transition between wenzel and cassie states controlled by surface structure // Langmuir. – 2008. – Vol. 24. – P. 9952–9955.

4.Ye J. [et al]. Superhydrophilicity of anodic aluminum oxide films: from «honeycomb» to «bird's nest» // Thin Solid Films. – 2009. – Vol. 517. – P. 6012–6015.

5. Yao L. [et al]. Self-assembly of diverse alumina architectures and their morphology-dependent wettability // Materials Research Bulletin. – 2011. – Vol. 46. – P. 1403–1408.

УДК 691

USE OF FIBER MATERIALS TO IMPROVE THE DURABILITY OF ROAD STRUCTURAL CONCRETE

Wang Xianpeng, Wei Mingkun, Leonovich S. H.
Belarusian National Technical University
e-mail: Wxpxueshu_phd@163.com, weimingkun75@gmail.com

Summary. *Durability is an important property of concrete, and in road projects in cold regions of Belarus, often freeze-thaw cycles and salt erosion and other multiple factors act together to cause concrete damage. This paper focuses on the effect of using mineral admixtures and fibrous materials on improving the frost resistance of concrete.*

Concrete is a compound of a variety of materials, its structure and performance changes with time and environmental changes, its durability is a major scientific and technological issues and economic problems in the world today. Since its introduction, concrete has experienced the development of low strength, medium strength, high strength and even ultra-high strength, and at first people are always happy to pursue higher strength. But the past four or five decades, concrete structures due to material deterioration caused by premature failure and collapse of damage accidents at home and abroad are common, and there is a growing trend. The premature destruction of concrete projects, the main reason is not due to insufficient strength but poor durability of concrete. 50 years of concrete durability in the world, Professor P. K. Metha concluded that, today, if the factors affecting the durability of concrete in decreasing order of importance, then they are reinforcement corrosion, freeze-thaw damage, the physical and chemical effects of aggressive environments, alkali aggregate reaction, etc. alkali-aggregate reactions, etc. Data shows that the cost of maintaining and repairing concrete road surfaces at airports is about \$4 billion per \$100 billion in the United States. Of course, Belarus, located in the cold zone, also faces the same problem. Therefore, the solution to the current frost resistance of road concrete is an urgent scientific problem in the Republic of Belarus.

The addition and application of non-metallic fibers as well as metallic fibers. SaraIbn-ElHaj, Soumia Mounir, et al. conducted a series of experimental studies by combining reeds with white cement to measure the thermal conductivity of reeds in construction. The thermal conductivity of reeds in construction was measured. The results showed that the addition of reed helped to enhance the thermal insulation of white cement and its thermal conductivity and density decreased from λcement=0.75Wm. The thermal conductivity of white cement containing reed fibers was reduced by 25 %, which clearly indicates the improved thermal insulation of white cement with reed. It is well demonstrated that cementitious materials rich in reed fibers can be used in large quantities in construction and it has excellent properties of thermal insulation and heat preservation. Zainab Z. Ismail, Ali J. Jaeel applied giant reed ash (GRA) in concrete mixes The main conclusion that can be drawn from this study is that the use of 7.5 % of reed ash (GRA) as a replacement of sand in concrete mixtures is optimal for producing maximum compressive and flexural strength values ratio. The slump test values of the GRA modified concrete decreased as the percentage of giant reed ash (GRA) increased to 12.5 %. Despite the decrease in slump values, the GRA concrete mixture was considered viable. Thus, reeds can also replace some natural fine aggregates after crushing, thus highlighting their renewable and environmental properties. Secondly, steel fiber concrete belongs to a composite material and the incorporation of steel fibers enhances the mechanical properties of cement concrete. Laminated steel fiber concrete is applied in road concrete, and this material is more advantageous, especially in terms of crack resistance and rutting resistance. For this reason, after Chinese scholars Zhu Changkui and Li Jinhui found that the application of steel fiber road concrete can not only enhance the crack resistance of road concrete, but also improve the high temperature rutting resistance of road concrete mixes.

The tests were conducted in accordance with the characteristics of high performance concrete and road concrete was formulated to meet the heavy traffic class. A comparative test with a single fiber additive was conducted to study the effect of adding 1 %, 2 % and 3 % of steel fiber, reed fiber and composite admixture on the frost resistance of concrete, and the tensile and compressive tests were conducted according to the concrete mechanical properties test. Further, the relevant test findings were analyzed to determine which fiber admixture can better improve the frost resistance of concrete and is economical and practical. As well as the optimum amount and percentage of the admixture to be added.

Table 1 – The experimental results

№	Cement	Sand	Gravel			Water	Reed fiber	Steel Fiber	Water Reducer	28d anti-fold	28d of stress resistance
			5–10	10–20	16–31.5						
1	400	730	110	550	440	180	50	7.75	4.0	3.5	33.1
2	400	730	110	550	440	180	50	15.5	4.0	4.2	42.6
3	400	730	110	550	440	180	50	23.25	4.0	3.8	38.3
4	400	730	110	550	440	180	100	7.75	4.0	4.1	35.1
5	400	730	110	550	440	180	100	15.5	4.0	4.5	43.2
6	400	730	110	550	440	180	100	23.25	4.0	4.4	42.7
7	400	730	110	550	440	180	150	7.75	4.0	4.2	36.6
8	400	730	110	550	440	180	150	15.5	4.0	4.8	44.5
9	400	730	110	550	440	180	150	23.25	4.0	4.5	45.6

Figure 1 – Specimen tensile test

Figure 2 – Specimen compressive test

Conclusions. This thesis focuses on the use of fiber admixtures in concrete with original mineral admixtures to improve the tensile, compressive and frost resistance and wear resistance of road concrete. The article uses a single admixture approach for concrete design tests, adding reed fibers and steel fibers to the mineral admixtures (fly ash, silica fume, and composite admixture fly ash + silica fume). Under the condition of standard curing age of 28 days, the following conclusions were drawn from the tests. (1) A reasonable amount of fiber admixture can improve the compressive strength and flexural strength of road concrete. Research shows that under the condition of 28 days, 1 %, 2 %, 3 % of steel fiber and reed fiber can effectively improve the compressive strength and flexural strength of concrete. However, the fiber content of 2 % additive makes the tensile, flexural and frost resistance better. (2) The durability test was conducted again on reed concrete with 1 % by volume and steel fiber concrete with 1 % by volume, and the study showed that the water penetration resistance of concrete became better after adding reed, and the heat preservation performance was better. The reed fiber can effectively improve the wear resistance of concrete. While steel fiber cannot.

УДК 622.112

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЗАБОЙНОГО СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА ДЛЯ РАБОТЫ С ДВУМЯ ОЧИСТНЫМИ КОМБАЙНАМИ

Акимов С. Ю., Тяпова Н. С., Казаченко Г. В., Басалай Г. А.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: stepanakimov75@gmail.com

Summary. *The operating conditions of an armored face conveyor as part of a cleaning complex with two single-screw combined machines are considered. The technique for determining the power to drive the conveyor is given.*

Эффективность работы очистного комплекса зависит как от эксплуатационных параметров фрезерующих исполнительных органов комбайнов [1, с. 110–123], так и от транспортирующих элементов забойных конвейеров [1, с. 101–110]. Скребковые конвейеры имеют целый ряд преимуществ перед другими типами и видами конвейеров, что и послужило причиной их повсеместного использования в качестве забойных. Однако они обладают и существенными недостатками, основными из которых являются высокая энергоемкость и значительный износ вследствие трения скребков и транспортируемой породы о став.

Характерной особенностью работы забойного конвейера является то, что зона погрузки породы с дальнейшим ее перемещением по ставу постоянно меняется по мере движения очистного комбайна по лаве.

Для определения мощности на привод скребкового забойного конвейера воспользуемся следующей методикой [1, с. 105–107]

$$N_{з\ к} = \frac{P_m v_к}{1000\ \eta}, \text{ кВт}, \tag{1}$$

где $P_т$ – тяговое усилие цепей конвейера, которое создается чаще всего несколькими двигателями, Н;

$v_к$ – скорость перемещения цепей конвейера, м/с;

$\eta = \eta_1\eta_2$ – общий коэффициент полезного действия конвейера;

η_1 – коэффициент полезного действия привода конвейера;

η_2 – коэффициент полезного действия самого конвейера.

Тяговое усилие $P_т$ цепей конвейера можно определить рассмотрев забойный конвейер как механическую систему переменной массы. Уравнение, выражающее теорему об изменении количества движения этой системы, имеет вид

$$\frac{\mathrm{d}(m,\ v_к)}{\mathrm{d}t} = F, \tag{2}$$

где $m = (m_к + m_п)$ – масса подвижных частей системы;

F – равнодействующая сил, действующих на систему;

$m_п$ – масса перемещаемой конвейером породы;

$m_к$ – масса перемещающихся частей конвейера.

При условиях, когда $m_к$ = const, а при постоянной производительности и $v_к$ = const, то при горизонтальном положении става конвейера равнодействующая F представляется в виде

$$F = P_т - P_с - P_к, \text{ Н}, \tag{3}$$

где $P_т$ – тяговое усилие со стороны звездочек на цепи, Н;

$P_с$ – сила сопротивления волочению породы по ставу конвейера, Н;

$P_к$ – сила, необходимая для сообщения кинетической энергии горной массе, поступающей на конвейер, Н.

Вычисляем силы сопротивления. Сила сопротивления волочению руды скребковым конвейером

$$P_с = f\rho g \frac{l}{v_к}, \text{ Н}, \tag{4}$$

где ρ – плотность породы в массиве, кг/м^3;

Q – объемная производительность очистного комбайна, м^3/с;

l – длина загруженной ветви конвейера, м.

Сила, необходимая для сообщения кинетической энергии волочимой горной породе:

$$P_к = 0{,}5\rho Q v_к, \text{ Н.} \quad (5)$$

Так как конвейер движется с постоянной скоростью, то необходимое тяговое усилие цепей конвейера

$$P_т = P_с + P_к + \frac{dm_п}{dt} v_к, \text{ Н,} \quad (6)$$

где $\frac{d m_п}{d t} = \rho Q$, кг/с.

Подставив (6) в (3) и далее в формулу (1) получаем после преобразований мощность для работы скребкового конвейера

$$N_{з.к} = \frac{\rho Q (fgl + 1{,}5 v_к^2)}{1000\ \eta}, \text{ кВт.} \quad (7)$$

С учетом того, что $Q = v_п \cdot S$, где S – площадь поперечного сечения вынимаемого комбайном столба породы, окончательно имеем

$$N_{з.к} = \frac{\rho v_п S (fgl + 1{,}5 v_к^2)}{1000\ \eta}, \text{ кВт.} \quad (8)$$

где l – длина загруженной породой части конвейера.

Эта формула указывает на зависимость мощности привода конвейера как от производительности комбайна, так и от скорости движения самого конвейера. В связи с этим правильный выбор скоростей движения очистных комбайнов и забойного конвейера имеет большое значение с точки зрения энергетической эффективности очистного комплекса. Наибольшие затраты мощности для работы конвейера, которые являются основой для выбора двигателей его привода, имеют место при $l = L$, где L – длина вынимаемого столба.

Еще более сложным режимом работы забойного конвейера является тот, когда на нем работают два очистных комбайна.

Авторами проведены экспериментальные исследования на одном из рудников ОАО «Беларуськалий» во время производственной практики по определению режимных параметров работы очистных комплексов, включающих два одношнековых комбайна, в лаве шириной около 300 м. Результаты экспериментов позволяют построить диаграммы нагрузок на тяговых цепях конвейера в зависимости от положения комбайнов по длине лавы и тем самым, предложить варианты регулирования скоростью движения цепи со скребками для повышения эффективности работы очистного комплекса.

Список использованных источников

1. Казаченко, Г. В. Горные машины. В 2ч. Ч. 2. Машины и комплексы для добычи полезных ископаемых / Г. В. Казаченко, В. Я. Прушак, Г. А. Басалай: под общ. ред. В. Я. Прушака. – Минск, Вышэйшая школа, 2018. – 228 с.

УДК 620.9

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УМНЫХ ЗДАНИЙ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Барщевская В. М.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: vbarshchevskaya@bk.ru

Summary. *The article describes the principle of smart grids and smart buildings, examines the reason for the need for their interaction, and shows the benefits of their use.*

Энергетика является источником энергии для работы всех отраслей экономики, поэтому при активном развитии технологий сфера энергетики не должна отставать от общего прогресса. Четвертый энергетический переход напрямую связан с процессами автоматизации и цифровизации электроэнергетической системы, которые оптимизируют, защищают и повышают эффективность ее работы. Повышение энергоэффективности является важной задачей работы энергосистемы, так как, в конечном итоге, ведет увеличению прибыли при снижении издержек производства энергии.

В энергетике все более актуальным становится понятие интеллектуальных сетей (Smart grid), которые в условиях увеличения доли использования инновационных технологий помогают координировать и оптимизировать их работу. Под умными сетями следует понимать не определенное устройство либо приложение, а концепцию развития энергетики, которая включает систему их контроля и управления [1]. Отличительной особенностью их использования является взаимодействие производителя энергии с ее потребителем. Это дает возможность в режиме реального времени отслеживать потребность в энергии и изменять уровень ее генерации. Аварии в системе энергоснабжения имеют цепную реакцию и в следствии могут вести к обесточиванию первоочередных потребителей энергии. Особенно остро проблема ощущается в зимний период, когда помимо перебоев поставки электрической энергии происходят передои поставок тепловой энергии. Системы Smart Grid дают возможность быстрого устранения перебоев в энергоснабжении за счет оперативного изменения путей поставки энергии, подключения дополнительных мощностей, перераспределения энергии. Для мелких производителей энергии, использующих ее в собственных нуждах, интеллектуальные сети предоставляют возможность продажи излишков энергии в сеть, для установок, использующих ВИЭ решают проблемы при неоднородной генерацией в зависимости от условий окружающей среды. Таким образом их использование может стать основой формирования децентрализованной системы энергоснабжения.

Новые технологии постепенно входят и в бытовую жизнь, в последнее время все большие обороты набирает понятие интернет вещей, которое подразумевает собой сеть физических объектов, которые могут взаимодействовать между собой и с внешней средой, передавать информацию о своем текущем состоянии и воспринимать информацию из вне. На основе данной технологии оборудуются умные дома и умные здания. Понятие умное здание является более широким и помимо жилых помещений включает в себя офисы, общественные места, поэтому его управление будет зависеть от большего количества факторов и будет иметь большую ответственность. Умные здания должны соответствовать запросом конкретного потребителя в упрощении его жизнедеятельности или рабочего процесса [2]. Такие здания не должны не только иметь дистанционное управление, но и уметь анализировать данные и принимать решения согласно разработанным сценариям. Управление ими производится, как правило, с помощью специальных приложений и (или) голосовыми командами. Обустроить умное здание, в том числе и в нашей стране, можно покупая устройства, обладающие интернетом вещей, по отдельности, подбирая необходимый комплект под себя, купить готовый набор гаджетов или даже заказать услуги по индивидуальному подбору, установке, наладке и тестированию системы умного дома. В Республике Беларусь можно найти также и организации, которые дают необходимые устройства в аренду по установленным тарифам.

Система умного дома завязана на использовании энергии, и, хотя элементы умного здания стараются делать максимально энергоэффективными и автономными, перебои в энергоснабжении становятся проблемой в функционировании таких сооружений. Для решения данной проблемы была разработана концепция создания умной инфраструктуры – Grid Edge [3]. Данная система стоит на стыке умных зданий и интеллектуальных сетей. Она позволяет потребителям не только экономить на энергии, но и делает значительный вклад в сохранение экологии. Технология основана на создании цифрового двойника здания, на основе которого рассчитывается потребность в обеспечении электрической и тепловой энергией, отслеживаются все необходимые показатели и выбросы в окружающую среду. Такая система зачастую снабжается собственными источниками энергии, которую при ее переизбытке, благодаря контакту с интеллектуальной сетью, можно продать в энергосистему. Также может быть установлены накопители энергии. При крупных неполадках в системе появляется возможность перераспределить производимую/накопленную энергию на более важные объекты (медицинские объекты, объекты образования, транспорт и т. д.). Важным фактором, который учитывает в своей работе система Grid Edge является экология. Задачей сети является поиск вариантов энергоснабжения с наименьшими выбросами углерода в окружающую среду, что способствует процессу декарбонизации. Стоит отметить, что данные технологии также вносят вклад в пути достижения сразу нескольких ЦУР, а именно 7 – недорогостоящая и чистая энергия, 9 – индустриализация, инновация и инфраструктура, 12 – ответственное потребление и производство, 13 – борьба с изменением климата [4].

Оснащение объектов энергетики умными системами управления – закономерный этап развития энергетики, происходящий по всему миру. В Республике Беларусь данный процесс находится на самом начальном этапе, рассматриваются возможности их внедрения и рассчитывается выгода, которой можно достичь при их использовании. Инновации открывают новые возможности развития энергетики. Оно снижает потребность в генерации, а соответственно, необходимую установленную мощность объектов энергетики, открывает возможности для развития ВИЭ, оптимизируют деятельность энергосистемы, делая ее работу удобнее и эффективнее как для производителей, так и для потребителей энергии.

Список использованных источников

1. The Smart Grid [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_grid.html/. – Дата доступа: 24.10.2022.

2. The Smart Grid [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_home.html. – Дата доступа: 24.10.2022.

3. Grid Edge – Artificial Intelligence for Building Energy Systems, Cutting Carbon and Saving Costs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gridedge.ai/. – Дата доступа: 24.10.2022.

4. Цели устойчивого развития в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sdgs.by/. – Дата доступа: 24.10.2022.

УДК 004.415.2

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИИ ГОРОДА

Гаврилик Э. С., Гиль Д. А., Павлык А. О.
Белорусский Государственный Университет информатики и радиоэлектроники
e-mail: sashkapavlyk@tut.by

Summary. *The problem of ecology is a top question in the 21st century. The planet itself is suffering from the impacts of human activity. We've noticed that lots of people would like to contribute to the fight against climate change, deforestation, soil depletion, etc., and an app to help them out in this task turned out to be a reasonable solution.*

Нашей задачей было разработать мобильное приложение, которое будет содержать интерактивную карту с отображением пунктов приема вторичного сырья, систему фильтров по группам и категории веществ по подгруппам.

На сегодняшний день экологические проблемы стоят в приоритете и управляют всеми сферами нашей жизни. Каждый человек, осознанно относящийся к миру вокруг, хоть раз задумывался о сортировке мусора.

До того, как приступить к реализации проекта мы проанализировали рынок и выбрали несколько приложений с подобной тематикой для детального анализа. Были изучены такие приложения, как Сортуй, CleWo, Зеленая карта. Проанализировав данные приложения, мы выделили следующие ключевые факторы удачного приложения и использовали их в своем проекте. Для создания качественного приложения, в первую очередь нужно провести грамотную аналитику, т. е. определить целевого потребителя. Для этого был составлен портрет покупателя и проанализировали рынок подобных приложений.

При создании приложения важно ориентироваться на пользователя. Мы продумали поток пользователя, который будет удобен в использовании и понятен любому человеку. Для приложения мы выделили 4 основных раздела: личный кабинет, интерактивная карта, гид по сортировке, главная страница. Для создания потока был использован FigJam.

У большинства людей тема экологии и природы ассоциируется с зелеными оттенками, поэтому мы остановились на них. В качестве акцентного цвета мы выбрали оттенки фиолетового.

Перед тем, как приступить к непосредственному дизайну приложения мы сделали простейший прототип в Figma, на основе которого мы создавали уже готовый дизайн. Вайрфрейминг отражает только структуру приложения, отображает основные блоки.

На основе проделанной ранее работы мы подобрали изображения для приложения, продумали организацию и дизайн экранов, а также создали UI Kit. Наше приложение уникально, так как большинство изображений были созданы самостоятельно с использованием программы Blender 3D.

После создания всех экранов приложения мы реализовали переходы между экранами. С помощью прототипирования в Figma мы можем увидеть приложение в использовании в реальной жизни.

После проделанной работы мы протестировали наш прототип на легкость использования на различных людях, чтобы выявить недостатки и сделать приложение наиболее удобным для использования. После этого мы сделали еще несколько правок на основе проведенного исследования.

При первом запуске приложения пользователю предоставляется возможность зарегистрироваться в самом приложении или же осуществить вход в систему с помощью Google аккаунта, Facebook или Vk. Также мы создали инструкцию по использованию приложения, в которой также осветили преимущества его использования для пользователей. Это поможет новым клиентам быстро понять и разобраться с устройством нашего продукта.

После предыдущих действий пользователь попадает на главную страницу приложения. На ней отображаются результаты и достижения пользователя, количество накопленных в процессе использования токенов, а также события в которых клиент принимал участие. Также пользователь может ознакомиться с обрабатываемыми материалами и получить о них больше информации: на какие виды они подразделяются, как сортировать каждый отдельный вид и перерабатывается ли он на территории РБ.

В приложение встроена карта, на которой отображаются пункты по сбору отходов по определенным категориям, стекло, бумага, тетра паки, пластик, металл и крышки от банок. Пользователь может самостоятельно выбрать тот материал, который его интересует и найти ближайший пункт сортировки.

В личном кабинете сохраняется вся информация о пользователе и его взаимодействии с приложением: можно посмотреть последние пункты, в которых сдавались отходы, количество накопленных баллов, сохраненные адреса сортировки история поиска в приложении.

В приложении можно найти информацию о вторичных ресурсах и почему важно их перерабатывать. Также для удобства пользователя мы разместили сканер, с помощью которого можно определить, как надо утилизировать данную упаковку и к какому виду вторичных материалов она относится. Также можно получить ответы на часто задаваемые вопросы.

Важным критерием в создании приложения (даже некоммерческого) является его прибыльность. Но чтобы приложение начало приносить прибыль, потребуется четкая и хорошо продуманная стратегия его монетизации.

Для приложения «Экология города» мы выбрали стратегию размещения рекламы в приложении (косвенный доход). Была выбрана платформа Admob. Она позволяет показывать рекламные объявления в любой стране или регионе.

Сортировка мусора – это морально – сложное решение для каждого человека. Поэтому, для мотивации пользователя была разработана накопительная система,которая поможет заинтересовать людей. Для этого мы выбрали Stable Coin, который имеет множество преимуществ в сравнении с другими криптовалютами. Для получения токенов, необходимо отсканировать QR-код при сдаче мусора, после этого вам будет начислена соответствующая сумма токенов.

УДК 661.29:547.279.3

ХИМИЧЕСКИЙ РЕАГЕНТ ИЗ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Глебко В. А., Булавка Ю. А., Стальмах Д. В.
Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой
e-mail: u.bylavka@psu.by

Summary. *The production of such products from oil refining waste as dimethyl disulfide, methyl ethyl disulfide and diethyl disulfide using raw materials of unskilled use, thanks to a sufficient raw material base, will expand the range of Belarusian chemical reagents, reduce the burden on the environment and obtain an economic effect is shown in the study.*

Внедрение в производство процессов, способствующих углублению переработки нефти, сопровождается образованием новых видов отходов производства, требующих разработки эффективных технологий их обезвреживания и утилизации. В частности, на блоке очистки сжиженных газов с установки замедленного коксования от меркаптанов белорусского нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) образуются сотни тонн в год отхода – дисульфидного масла, его обезвреживание сопровождается высоким риском нарушения гидрогенизационных процессов НПЗ. Вместе с тем, дисульфидное масло может быть источником получения ценных химических реагентов: диметилдисульфида (ДМДС), метилэтилдисульфида (МЭДС) и диэтилдисульфида (ДЭДС), не производимых в Республике Беларусь, ежегодно закупаемых за рубежом. Годовой объем потребления только диметилдисульфида в Республике Беларусь около 200 тонн.

Основными компонентами дисульфидного масла, производимого на белорусском НПЗ согласно хроматографическому методу анализа являются: до 30 % мас. диметилдисульфида, до 43 % мас. метилэтилдисульфида и до 24 % мас. диэтилдисульфида, суммарное содержание алкилдисульфидов составляет 97,8 % мас. Основные физико-химические свойства алкилдисульфидов идентифицируемых в дисульфидном масле приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Основные физико-химические свойства алкилдисульфидов идентифицируемых в дисульфидном масле

Вещество	ДМДС	МЭДС	ДЭДС
Химическая формула	$CH_3 - S - S - CH_3$	$CH_3 - S - S - C_2H_5$	$C_2H_5 - S - S - C_2H_5$
Внешний вид	Жидкость желтого цвета		
Температура кипения, °С	109 ± 0,5	138 ± 0,5	153 ± 0,5
Плотность при 20 °С, г/см^3	1,063 ± 0,01	1,0521 ± 0,01	0,992 ± 0,01
Показатель преломления	1,5250 ± 0,002	1,4280 ± 0,002	1,5001 ± 0,002
Молекулярная масса	92,15	108,15	122,16

Усредненная плотность дисульфидного масла составляет 1030 кг/м^3, а содержание общее серы до 65,5 % мас. Дисульфидное масло образуется в результате очистки углеводородного сырья от меркаптанов при их окислении в щелочной среде молекулярным кислородом до диалкилдисульфидов в присутствии катализаторов, при этом протекают следующие основные реакции:

$$RSH + NaOH \rightarrow RSNa + H_2O;$$
$$2RSNa + 0{,}5O_2 + H_2O \rightarrow RSSR + 2NaO.$$

Как видно из приведенных выше реакций, побочным продуктом процесса является смесь органических диалкилдисульфидов RSSR (ДМДС, МЭДС, ДЭДС и др.).

Наиболее перспективам к извлечению из дисульфидного масла компонентом является диметилдисульфид, который в настоящее время является ценным химическим реагентом и широко используем в нефтепереработке для восстановления катализаторов гидрогенизационных процессов; в нефтехимии – ингибитора коксообразования; в металлургии – для борьбы с коррозией. В табл. 2 приведены основные направления использования ДМДС в нефтехимическом комплексе. ДМДС также может быть использован как одорант природного газа (нижний порог раздражающего действия – 110 мг/$м^3$); как промежуточный продукт при производстве инсектицидов и др.

Таблица 2 – Основные направления использования ДМДС в нефтехимическом комплексе

Направление использования	Характеристика
Нефтепереработка	В качестве осерняющего агента катализаторов гидроочистки и гидрокрекинга. Используется для перевода активных центров из оксидной формы в сульфидную. Применение ДМДС обеспечивает достижение высокой активности катализаторов в гидрогенизационных процессах. Использование ДМДС в виде сульфидирующего агента позволяет значительно уменьшить время выхода установки на режим, при этом увеличивается начальная активность катализатора и цикл между регенерациями установок
Нефтехимия	Используется в качестве ингибитора коксообразования коксообразование в змеевиках печей пиролиза; увеличивается межремонтный пробег печей пиролиза; увеличивается выход олефинов. Применяют для удаления отложений в теплообменном оборудовании и оборудовании для разделения продуктов

Основными производителями диметилдисульфида являются такие компании как: Arkema France S. A., Chevron Phillips Chemicals Company, ООО «Газпром добыча Оренбург», Acros Organics B. V. B. A., Alfa Aesar, Johnson Matthey Company, Finetech Industry Limited, 3WAY PHARM INC., Tokyo Chemical Industry Co., Ltd., Shandong Taihe Chemicals и др. Аналитики прогнозируют среднегодовой темп роста мирового рынка диметилдисульфида на уровне 5 % за пятилетний период до 2024 год. В Республике Беларусь ДМДС не производится, закупается за рубежом по цене около 3500–4500 долларов США за тонну.

Выполнено моделирование в программном продукте PRO/II нескольких вариантов фракционирования смеси дисульфидов из дисульфидного масла с получением диметилдисульфида степенью чистоты 99,5 % мас. соответствующей марки А. (одноступенчатого и двухступенчатого фракционирования, одноступенчатого фракционирования с циркуляцией дистиллята). Анализ технико-экономических показателей позволил установить, что наиболее оптимальным вариантом является одноступенчатое фракционирование с циркуляцией дистиллята.

Таким образом, производство из отходов нефтепереработки таких продуктов как диметилдисульфид, метилэтилдисульфид и диэтилдисульфид с использованием сырья неквалифицированного применения, благодаря достаточной сырьевой базе, позволит расширить ассортимент белорусских химических реагентов, снизить нагрузку на окружающую среду и получить экономический эффект.

УДК 008.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ БУДУЩЕГО В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕДИЦИНЕ

Жишкевич П. В., Дамашевич П. А.
Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»
e-mail: mariasenja@mail.ru

Summary. *In the field of fashion, technology is also given a significant place. More and more new collections, designed and made or presented with the help of modern technologies, are becoming commonplace rather than new innovation. One example is "laser" clothing. Smart sports shoes, jerseys and t-shirts. There are even "smart" underwear. Let's dwell on the new developments of Manel Torres (Manel Torres) and Paul Luckham (Paul Luckham). They developed a technology at the Biotechnology Innovation Center in London to create a spray that, when sprayed onto any surface, instantly forms a non-woven fabric of the desired shape.*

After spraying, a non-woven material is formed by gluing the fibers. When the user sprays liquid from an aerosol can or spray gun directly onto the body or clothing, the solvent evaporates and binds the fibers. At the same time, the fabric easily takes the form of any surface, turning into a tight-fitting piece of clothing. Such a spray can be used not only in the fashion industry for instant creation of clothes, but also in a variety of industries (household, industrial and medical), as well as for personal use (to create napkins, tea towels, sponges, etc.).

The planned cost of one such spray can is about 8 euros. Soon this spray will go on mass sale in stores in the UK.

Проанализируем новые разработки Манеля Торреса (Manel Torres) и Пола Лакхема (Paul Luckham). Они разработали в Лондонском инновационном центре биотехнологий технологию создания спрея, который при распылении на любую поверхность мгновенно образует нетканое полотно нужной формы. Они работали над этой технологией в течение последних 10 лет. А, созданная Манелем Торресом совместно с инженером-химиком Полом Лукхэмом компания Fabrican Ltd произвела этот спрей.

Этот спрей сочетает в себе технику, материаловедение и дизайн, а также является продуктом разносторонних исследований. Разработчики сейчас работают над коммерческой версией этого продукта-спрея, что позволяет покорять воображение модных дизайнеров и общественности во всем мире.

В чем же его суть?

После распыления спрея образуется путем склеивания волокон нетканый материал. Когда пользователь распыляет жидкость из аэрозольного баллончика или пистолета-распылителя прямо на тело или одежду, растворитель испаряется и связывает волокна. При этом ткань легко принимает форму любой поверхности, превращаясь в плотно облегающий предмет одежды.

Фирма Fabrican использует ряд различных волокон, включая шерсть, мохер, целлюлозу, нейлон, углеродные нановолокна и хлопок. Кроме того, на выбор есть различные формы, размеры, текстуры, цвета и запахи.

Такой спрей можно будет применять не только в индустрии моды для мгновенного создания одежды, но и в самых разных отраслях (бытовой, промышленной и медицинской), а также для личного пользования (для создания салфеток, чайных полотенец, губок и т. д.). Работники автомобильной индустрии могут использовать такой спрей при ремонте салона автомобиля. В медицине его можно применять для производства бинтов и различных повязок, салфеток, бандажей, поскольку полученная таким образом ткань является стерильной. Кроме этого, этот нетканый материал можно сделать жестким и использовать в качестве гипса при переломах.

Можно использовать для трансдермальной доставки лекарств. При этом методе лекарства вводят через пластыри, размещенные на коже человека. Сегодня наиболее распространенной формой является никотиновый пластырь. Трансдермальная доставка имеет много преимуществ по сравнению с другими системами, так как позволяет контролировать доставку лекарства в организм, что снижает нагрузку на внутренние органы, такие как печень и желудок. А пациенты могут выбрать спрей, который подходит к их тону кожи, чтобы скрыть пластырь и чувствовать себя более уверенными при терапии.

Но, самое удивительное в созданной ткани из спрея, так это ее способность поглощать нефть, что позволяет открыть потенциал предотвращения экологических катастроф, например, при очистке нефтяных танкеров.

Однако вернемся к одежде. Распыляемая ткань позволяет создавать новую одежду точно по размеру прямо на желающих. Эта технология позволит каждому возможность создавать одежду по своему вкусу и размеру, приложив при этом минимум усилий и времени.

Аэрозоль мгновенно твердеет и застывает. Готовая вещь идеально повторяет силуэт человека и ее сразу можно снять. Состав такого нетканого материала абсолютно безвреден для человека.

Дело в том, что прей состоит из особых хлопковых волокон, смешанных с полимером, растворителями и красителями. Благодаря этим растворителям ткань жидкая и ее можно распылять. После распыления она делается плотной и эластичной, как и любое другое нетканое полотно. После попадания такого спрея на кожу человека, растворитель, входящий в состав, быстро испаряется, а оставшиеся короткие хлопковые волокна соединяются между собой, спрессовываясь, формируют нетканое полотно изделия, точно повторяющего контуры тела. Такая одежда получается без единого шва. Временя на создание, к примеру, мужской фуфайки уходит около 15 минут.

Текстуру и качество нетканого материала можно менять, заменяя основной компонент, которым изначально служит хлопок, на шерсть, лен или акрил. Благодаря этому получаются совершенно новые материалы с новыми свойствами.

На ощупь материал ничем не отличается от обычного нетканого полотна. Готовые предметы гардероба можно стирать, они не линяют и не теряют цвет. Благодаря хлопку и полимерам, ткань прочная и эластичная, однако менее долговечная по сравнению с обычным материалом. Но зато можно каждый день обзаводиться новыми нарядами, созданными своими руками. В случае неудачи, созданную одежду не нужно выбрасывать – ее достаточно опустить в специальный растворитель, и она снова станет жидкой, а затем ее можно снова использовать в виде спрея.

Планируемая стоимость одного такого баллончика спрея около 8 евро. В скором времени такой спрей поступит в массовую продажу в магазинах Великобритании.

Список использованных источников

1. В Лондоне представлена одежда-аэрозоль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https: // www.delfi.lt/ ru/misc/ fashion/ v-londone -predstavlena -odezhda-aerozol.d?id =36707685.

2. Жидкая одежда подойдет по размеру любому [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/post/104763/.

3. Спрей-одежда: удивительный тандем моды и науки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https: //umods.ru /fashion /sprey -odezhda -udivitelnyy -tandem-mody-i-nauki.

4. Спрей- одежда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.people.su /articles/884.

5. Buro [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.buro247.ru/fashion/fashionshows/21-sep-2021-london-fashion-week-ss-2022.html .

6. Spray-jn clotning. Fabrican [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https: // www. treeland.ru /article/ pomo/ bibelot/ Spray-clothing.

УДК 544.032

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ, ПРИРОДЫ СШИВАЮЩИХ АГЕНТОВ НА ГЕЛЕОБРАЗОВАНИЕ ПОЛУЧАЕМЫХ СОРБЕНТОВ И ИХ АДСОРБЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ

Леонтьев А. П.
Белорусский государственный университет
e-mail: apleon@tut.by

Summary. *The influence of the crosslinking agents on gelation was studied. It is shown that calcium chloride and citric acid solutions are the most appropriate crosslinking agents for the formation of polysaccharide beads with good physical and mechanical properties. The adsorption of cobalt ions by polymer sorbents was studied. Sorbents containing pectin and polyvinyl alcohol with titanium dioxide showed the highest adsorption capacity and can be applied in water treatment from heavy metals.*

На протяжении последних десятилетий растущая индустриализация приводит к постоянному росту концентрации тяжелых металлов в окружающей среде. Промышленность производит большое количество отходов тяжелых металлов, которые представляют опасность для окружающей среды и здоровья человека, главным образом попадая в природные воды и почву, затем в организмы животных и далее по пищевой цепи в организм человека.

Одним из широко используемых методов является биосорбция, которая представляет собой адсорбцию ионов металлов биополимерами, в первую очередь полисахаридами. Предварительный анализ литературы показал, что композиционные сорбенты на основе пектина, альгината натрия, поливинилового спирта, ксантана, каррагинана и геллана способны эффективно сорбировать ионы тяжелых металлов из сточных вод.

Перед проведением исследований по оценке адсорбционной способности полимерных сорбентов на основе полисахаридов необходимо подобрать оптимальные условия сшивки полимеров для формирования из растворов гранул, обладающих хорошими физико-механическими свойствами. Были получены полимерные сорбенты различных составов. Составы формовочных растворов для получения сорбентов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Состав формовочных растворов для получения сорбентов на основе полисахаридов

№ раствора	Состав формовочного раствора
1	Поливиниловый спирт (3 %)/ альгинат натрия (1 %)/ диоксид титана (1 %)
2	Пектин (3 %)/ альгинат натрия (1 %)
3	Каррагинан (3 %)/ альгинат натрия (1 %)
4	Ксантан (3 %)/ альгинат натрия (1 %)
5	Геллан (3 %)/ альгинат натрия (1 %)

В качестве сшивающих агентов для оценки гелеобразования полимеров были использованы растворы борной кислоты, хлорида кальция и лимонной кислоты. В табл. 2 представлены результаты влияния состава сшивающего агента на формирование гранул сорбента.

Таблица 2 – Влияние состава сшивающих агентов на гелеобразование

Состав сшивающего агента	Диаметр гранул сорбента, мм	Форма гранул сорбента
$CaCl_2$ (2,5 %)	2,7–3,0	Сферическая
H_3BO_3 (5 %)	–	Не сформировались
H_3BO_3 (5 %) / $CaCl_2$ (5 %)	2,5	Сферическая
$CaCl_2$ (1 %) / H_3BO_3 (5 %)	2,5–2,6	Сферическая
Лимонная кислота (5 %) / $CaCl_2$ (5 %)	3,0–3,4	Сферическая приплюснутая

Сшивание полимеров происходило за счет наличия во всех композициях альгината натрия, который и обеспечивал формирование гранул. В то время как борная кислота не способствовала формированию гранул сорбента, гранулы, сформированные в лимонной кислоте с хлоридом кальция, имели наибольший диаметр, что обусловлено приплюснутой формой гранул. Состав композиций не влиял на диаметр гранул.

Адсорбционная способность полученных композитов была оценена по отношению к ионам кобальта (Co^{2+}) спектрофотометрически. В качестве сшивающего агента использовался раствор лимонной кислоты с хлоридом кальция. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Влияние состава полимерных композитов на адсорбционную способность по отношению к ионам кобальта

Состав сорбента	Адсорбционная способность, мг/г
Поливиниловый спирт (3 %)/ альгинат натрия (1 %)/ диоксид титана (1 %)	35
Пектин (3 %)/ альгинат натрия (1 %)	42
Каррагинан (3 %)/ альгинат натрия (1 %)	29
Ксантан (3 %)/ альгинат натрия (1 %)	31
Геллан (3 %)/ альгинат натрия (1 %)	28

Наибольшую адсорбционную способность проявили композиты на основе пектина и поливинилового спирта с диоксидом титана. Таким образом, полученные сорбенты могут быть использованы для очистки сточных вод от тяжелых металлов, в частности от кобальта.

УДК 544.723

СРАВНЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ, С ПРОМЫШЛЕННЫМ ОБРАЗЦОМ МАРКИ ОУ-А

Ли Мэнвэй
Белорусский государственный университет
e-mail: limengwei107@gmail.com

Summary. *The adsorption properties of activated carbons prepared by thermochemical synthesis were compared and analysed with those of industrial activated carbons. The comparison of the ad-*

sorption capacity of the samples on the conventional substance-markers shows that the mesoporous activated carbon prepared by the thermochemical synthesis method has better adsorption performance than the commercial carbon produced by the conventional technique.

Активированный уголь (АУ) – пористый углеродный материал с высокой удельной поверхностью, который щироко используется в качестве сорбента во многих процессах в различных областях. В соответствии с классификацией, принятой Международным союзом теоретической и прикладной химии (IUPAC), в зависимости от размера и механизма адсорбции все АУ делятся на микро- (радиус менее 2 нм), мезо- (радиус в диапазоне 2–50 нм) и макропористые (радиус более 50 нм) [1].

В настающее время разработаны технологии полученных АУ, которые основаны на методах химической и физической активации. Промышлнннный уголь, приготовленный традиционными методом физической активации, имеет высокое содержание микропор. В НИИ ФХП БГУ методом термохимической активации с использованием ортофосфорной кислоты впервые в мире были получены активированные угли с содержанием мезопор более 70 % и удельной поверхностью 1000–1500 м^2/г из многотоннажных отходов гидролизного производства – гидролизного лигнина [2]. Поэтому представляло интерес определить адсорбционную способность активированных углей, полученных этим способом из различных растительных материалов и провести их сравнительную оценку с промышленным образцом АУ марки ОУ-А, изготовленным из карбонизатов березы под воздействием водяного пара при температуре 800–900 ^{o}С на ОАО «Сорбент» (г. Пермь).

С этой целью были изучены активированные угли, полученные из гидролизного лигнина, пакли льна, опилок сосны и целлюлозы бамбука путем пропитки их ортофосфорной кислотой при жидкостном модуле 1:2 с последующей двухстадийной термической обработкой в течение 2-х ч сначала при 300 °С, а затем при 500 °С. Отмывку измельченных в порошок образцов вели дистиллированной водой до отрицательной реакции на фосфат-ионы, а затем высушивали при 105 °С. Для оценки адсорбционной способности активированных углей использовали традиционные тест-маркеры (феназон, йод, метиленовый голубой и витамин B_{12}). Адсорбционную активность АУ определяли по разности концентраций веществ-маркеров в растворе до и после адсорбции. По теории адсорбции эта величина соответствует гиббсовой адсорбции Г [3].

Феназон имеет молекулярную массу 188 Д и может моделировать адсорбционную способность АУ по отношению к низкомолекулярным соединениям с ММ до 500 Д, таким как креатинин, мочевая кислота, барбитураты, фосфорорганические соединения и другим токсинам. Для этих же целей в качестве вешеств-маркеров часто используется йод и метиленовый голубой (МГ), а для моделирования сорбции молекул средних размеров с ММ 500–1500 Д к которым относятся такие вещества, как олигопептиды, липополисахариды и др., предлагается витамин В12 [4].

Полученные результаты представлены в табл. 1, из которой следует, что все полученные методом термохимической активации мезопористые угли одинаково хорошо сорбируют как молекулы малых, так и средних размеров, что обусловлено их большой площадью удельной поверхности и наличием мезопористой структуры, доступной для сорбции таких молекул.

Промышленно выпускаемый АУ марки ОУ-А уступает экспериментальным образцам по сорбции йода, феназона, метиленового голубого и витамина B_{12}.

Таблица 1 – Адсорбционная способность АУ в отношении феназона, йода, МГ и витамина B_{12}

Образец АУ	Адсорбционная способность Г, мг/г			
	Феназон (188 г/моль)	Йод (254 г/моль)	МГ (374 г/моль)	B_{12} (1357г/моль)
АУ из гидролизного лигнина	430±10	820±20	580±10	65±5
АУ из пакли льна	420±10	870±20	550±10	78±5
АУ из опилок сосны	450±10	980±20	610±10	80±5
АУ из целлюлозы бамбука	530±10	1040±20	580±10	94±5
АУ марки ОУ-А из древесины березы (РФ)	290±10	530±20	360±10	50±5

Список использованных источников

1. IUPAC Manual of Symbols and Terminology, Appendix 2, Part I, Colloid and Surface Chemistry [Text] // Pure Appl. Chem. – 1972. – Vol. 31. – P. 578.

2. Патент ЕА 039799. Способ получения активированного мезопористого угля из лигнинсодержащего сырья. Авторы Гриншпан Д. Д., Цыганкова Н. Г., Савицкая Т. А., Мелеховец Н. А., Макаревич С. Е. и др. Заявл. 15.12.2020. Опубл.15.03.2022.

3. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия: учеб. / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – 3-е изд. – М.: Высшая школа, 2004. – 445 с.

4. Морозова, А. А. Сравнительное изучение структуры и свойств волокнистых угольных адсорбентов медицинского назначения / А. А. Морозова // Хим.– фарм. ж. – 1997. – № 3. – С. 53–55.

УДК 631.861

ПОЛУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО УДОБРЕНИЯ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА И ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА

Мамаев А. В.[1], Гриншпан Д. Д.[2]

[1]Учреждение образования «Национальный Детский Технопарк»

[2]Учреждение БГУ «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»

e-mail: grinshpan@bsu.by, mamaeva06@mail.ru

Summary. *A method is proposed for obtaining an effective fertilizer from organic animal waste – manure or dung – and hydrolytic lignin. The fertilizer is an odorless free-flowing powder, does not harm the environment and has a prolonged action. The prime cost of fertilizer is much less than the cost of imported analogues sold in our republic. In the production of fertilizer, only Belarusian raw materials are used, which makes it possible to completely replace imports and create conditions for food security.*

В настоящее время в Республике Беларусь образуется около 50 млн т навоза, который после компостирования вносится на поля. По видам навоз отличается в зависимости от каких животных и птиц он получен: коровий, свиной, птичий и т. д. Кроме этого, бывает жидкий и твердый (образуется после сепарации жидкого навоза). Компостирование сегодня является основным способом переработки навоза. К сожалению, используемые на территории Беларуси технологии обращения с навозом (буртование и компостирование) являются малоэффективными, т. к. получаемые органические удобрения имеют высокую влажность (до 90 %), что ограничивает их транспортную логистику и соответственно рынок сбыта. Кроме того, эти удобрения имеют низкие показатели эффективности из-за эмиссии азота в атмосферу и потерь органического вещества при хранении, что и обуславливает их низкую продажную цену. При хранении навоза распространяются неприятные запахи, которые доставляют дискомфорт населению близлежащих населенных пунктов, а при попадании навозных стоков в грунтовые воды наносится огромный вред окружающей среде. Для размещения компоста требуются большие площади, а процесс его созревания является длительным (до 6 месяцев). Садоводы-любители не всегда имеют возможность приобретения мелких партий расфасованного навоза. Российские и польские производители предлагает им альтернативу в виде гранулированного продукта. В 2021 году импорт органических удобрений в нашу республику составил 2899 т. Высокая стоимость и оставшийся специфический запах делают его малопривлекательным для белорусских потребителей.

Нами разработан способ получения эффективного удобрения, который лишен этих недостатков. Для этого производится смешение твердого и жидкого навоза с сорбентом «Лигносорб», который представляет собой гидрофобизованный гидролизный лигнин, с последующей термообработкой при температуре 70 °C в течение 1 часа. Полученный продукт, который представляет собой легкосыпучий порошок без запаха, упаковывается в пакеты из биоразлагаемого материала. Наш продукт не наносит вреда окружающей среде и не содержит бактерий и гельминтов, при его хранении отсутствуют потери азота и органических веществ. Удобрение имеет пролонгированное действие и гумифицирует почву, накапливает и удерживает у корней растений питательные вещества и влагу.

Действие удобрения было проверено на кресс-салате. Для этого сравнивалась скорость роста кресс-салата в обычной земле без удобрений, земле с разработанным нами удобрением и земле с добавкой импортного гранулированного навоза. Было установлено, что используемая нами тест-культура всходит и растет лучше в экспериментальном образце. Наихудший рост удобрения наблюдается в образце земли с добавлением промышленного удобрения. Кроме того, в последнем образце наблюдалось образование и развитие плесневых грибов. Сравнение результатов используемого нами удобрения представлено на рис. 1.

а б в г

Рисунок 1 – Образцы: а – с разработанным удобрением через 5 дней после посадки; б – промышленным удобрением через 5 дней после посадки; в – с разработанным удобрением через 10 дней после посадки; г – промышленным удобрением через 10 дней после посадки

Согласно предварительному расчету, себестоимость полученного нами удобрения составляет около $150 за тонну, что значительно меньше стоимости импортных органических (до $1000) и минеральных удобрений ($250–300). Для получения удобрения используется исключительно белорусское сырье, что обуславливает возможность пролного импортозамещения и создания продовольственной безопасности.

Таким образом, разработанный нами лабораторный способ переработки навоза в эффективное пролонгированное сыпуее удобрение без запаха имеет показатели лучше импортных аналогов. Организация промышленного производства удобрения будет выгодным и позволит обеспечить садоводов и дачников органическими удобрениями.

УДК 620.9

БИОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО КАК ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ ЭКОЛОГИИ

Назарова П. Г., Корсак Е. П.
Белорусский национальный технический университет
e-mail:burnney16@icloud.com

Summary. *The thesis describes the problems of ecology, and also offers a solution to this problem through the introduction of biofuel.*

На сегодняшний день спрос на топливо, а именно на ископаемые виды имеют высокое значение. Главными видами топлива являются бензин и дизельное топливо, а главным потребителем топлива является транспорт, из чего и возникают такие значительные проблемы, как выбросы вредных веществ в атмосферу и истощение ресурсов.

Более обширно опишем проблему загрязнения атмосферы, на факторе выбросов CO_2.

В связи с увеличением потребления ископаемого топлива повышаются выбросы парниковых газов, в основном это выбросы CO_2. Высокие концентрации CO_2 приводят к дальнейшему повышению глобальной температуры, что имеет серьезные физические последствия. Эти серьезные последствия заставляют нас сокращать использование ископаемого топлива и искать более экологически безопасные альтернативы.

Одной из альтернатив является биотопливо. Примерами биотоплива являются биогаз, биокеросин и биодизель на основе сельскохозяйственных отходов. Другой пример – биотопливо на основе микроводорослей.

Микроводоросли – это микроорганизмы, которые в основном растут во влажных районах мира, таких как тихие озера и болота. Они не растения, но все же имеют хлорофилл и способны осуществлять фотосинтез. Хлорофилл – это пигмент, который придает растениям зеленый вид и отвечает за поглощение солнечного света. На рис. 1 представлен вид микроводорослей под микроскопом.

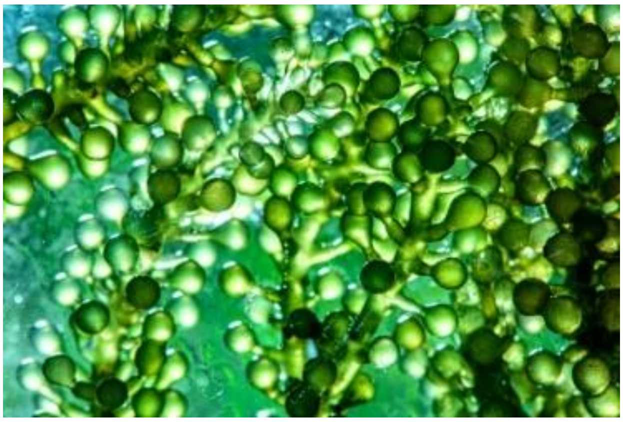


Рисунок 1 – Микроводоросли под микроскопом

Фотосинтез – это процесс использования солнечного света, воды и CO_2 для создания питательных веществ. Благодаря этой способности они могут поглощать CO_2 из атмосферы. Им требуется немного, чтобы расти и производить масло. Либо сами микроводоросли, либо масло, которое они производят, могут быть преобразованы, например, в биодизель, биоэтанол и biobутанол. Биотопливо, производимое водорослями, в настоящее время является многообещающей альтернативой, поскольку оно стоит почти вдвое дешевле биотоплива, полученного химическим путем, другая причина заключается в том, что эти водоросли не только вызывают меньше выбросов CO_2, но и снижают уровень CO_2 в процессе производства топлива, лицезреть биотопливо можно на рис. 2.

Рисунок 2 – Биодизельное топливо из водорослей

Из этого и вытекает вариант замены обычных двигателей внутреннего сгорания на более экологичный вариант из биотоплива, еще не маловажным плюсом двигателей на биотопливе является поддержание Целей устойчивого развития: Цель 7: Недорогостоящая и чистая энергия, Цель 12: Ответственное потребление и производство, Цель 13: Борьба с изменением климата.

Пример производства биотоплива представлен на рис. 3:

Рисунок 3 – Производство биотоплива

Подытожив данный тезис можно сказать, что микроводоросли можно использовать для производства биотоплива путем выращивания биомассы микроводорослей, сбора и обезвоживания микроводорослей, извлечения масла из микроводорослей и использования различных методов для создания различных видов биотоплива. Путем замены двигателей внутреннего сгорания на двигатели с использованием биотоплива можно добиться почти нулевых выбросов CO_2 в атмосферу, а также поддерживать Цели устойчивого развития.

УДК 69.003.13

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕСКА МЕСТРОЖДЕНИЙ МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Обламская Е. В., Тан Дунбо, Бондаренко С. Н.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: *liza.oblamskaya@yandex.ru*, *tangdy8@gmail.com*

Summary. *The influence of sand processing on the strength properties of the final product, as well as cost reduction due to a decrease in the transport costs of this material, was studied.*

В свете проблем ресурсосбережения, являющейся актуальной проблемой все чаще поднимается вопрос о использовании песков местных месторождений в строительстве автомобильных дорог, что позволит уменьшить стоимость самого материала за счет сокращения транспортных затрат. В долгосрочном периоде, при создании базы данных месторождений с указанием всех свойств данных песков, позволит подобрать оптимальные пути их обогащения, что приведет к большему уменьшению стоимости и рациональному использованию этого материала. Так же следует отметить, что наиболее эффективное использование основных производственных фондов при разработке карьеров позволит решить экологическую проблему по снижению выбросов в окружающую среду пыли путем более эффективной организации работ.

Необходимо отметить, что на территории Республики Беларусь имеются реальные перспективы увеличения объемов добычи строительных песков за счет ресурсов, числящихся на балансе разведанных месторождений местного значения. По состоянию на 01.01.2020 года на государственном балансе строительных песков числится 512 месторождений, из которых 233 месторождения находятся в промышленной разработке. Основной проблемой при использовании природного кварцевого песка является его качество – чистота и однородность химического, минералогического и гранулометрического состава, соответствие строительным нормативным характеристикам и показателям. Данные сырье классифицируются как некондиционные по причине несоответствия требованиям технических условий (ГОСТ 8736-2014).

При значительном содержание пылеватых фракций при производстве мелкозернистого бетона требуется повышенный расход цемента, что в свою очередь вызывает удорожание бетона на 20–30 процентов, а твердение бетона сопровождается значительным развитием усадочных деформаций, отрицательно сказывающихся на его трещиностойкости и долговечности. В случае устройства асфальтобетонного покрытия аналогично увеличивается расход органического вяжущего и уменьшаются прочностные характеристики в то время, как стоимость возрастает значительно. Для предотвращения негативных последствий использования некондиционных разностей при использовании сырья местных месторождений, необходимо обогащать и активировать пески, удалив корки, пылеватые и глинистые частицы методами отмучивания, оттирки и ультразвуковой обработки. Перечисленные мероприятия позволяют существенно повысить показатели качества природных песков по техническим условиям и классифицировать их по более высокому классу пригодности, как пески обогащенные. Это позволяет значительно повысить качество дорожных работ, а также обеспечивает дополнительные резервные возможности использования некондиционного минерального сырья месторождений местного значения. Такие пески могут использоваться в качестве подстилающего слоя автомобильных дорог, заполнителей для бетонов и асфальтобетонов, в качестве подсыпки и для многих других целей в дорожном строительстве.

Результаты проведенных испытаний на прочность стандартных балочек, которые были изготовлены из исходных и обогащенных песков, показывают значения предела прочности на сжатие и на изгиб большие для образцов песка, прошедшего ультразвуковую обработку, чем для песков после процедуры отмучивания а, тем более, чем балочки из исходного, необработанного песка. Полученные результаты показали улучшение прочностных показателей испытуемых стандартных образцов в случае использования исходного песка после обогащения путем промывки и отмучивания на 7–9 %, а после 30 минут последующей ультразвуковой обработки на 10–15 % по сравнению с исходным песком. Максимальное значение предела прочности образцов, изготовленных после процедур обогащения: на сжатие – 32,4 МПа, изгиб на – 5,127 МПа.

В данной работе были произведены оценочные расчеты по определению экономического эффекта при использовании исходных и обогащенных песков местных карьеров Курково и Черкасы с целью оценки возможности и целесообразности использования его этого природного сырья в строительстве дорог.

Экономический эффект от использования песка второго сорта $Э_{нр}^1$, обогащенного $Э_{нр}^2$ и прошедшего оттитку $Э_{нр}^3$ определяют по формуле:

$$Э_{нр} = t_ч С_ч - t_к С_к, \text{руб}, \quad (1)$$

где $С_ч$, $С_к$ – стоимость материальных ресурсов и транспортных затрат для карьеров Черкасы и Курково (руб.), соответственно, $t_ч$, $t_к$ – обьемы привозимого на обьект дорожного строительства природного песка, т.

$Э_{нр}^1 = 48827,12 \cdot 34,48 - 48827,12 \cdot 11,28 = 1132789,18$ руб;
$Э_{нр}^2 = 48827,12 \cdot 34,80 - 48827,12 \cdot 11,63 = 1131324,37$ руб;
$Э_{нр}^3 = 48827,12 \cdot 37,21 - 48827,12 \cdot 13,81 = 1142554,61$ руб.

Экономический эффект от приготовления бетонной смеси из песка второго сорта $Э_{нр}^1$, обогащенного $Э_{нр}^2$ и прошедшего оттитку $Э_{нр}^3$ определяют по формуле:

$Э_{нр}^1 = 98,8 \cdot 4827,17 - 98,8 \cdot 4631,18 = 19363,81$ руб;
$Э_{нр}^2 = 98,8 \cdot 4827,17 - 98,8 \cdot 4633,55 = 19129,66$ руб;
$Э_{нр}^3 = 98,8 \cdot 4843,48 - 98,8 \cdot 4648,30 = 19283,784$ руб.

В качестве примера приведем сравнение общей стоимость песка в карьере местного месторождения Курково, которая за счет транспортных затрат оказывается ниже, чем для песка из карьера Черкасы. Соответственно, стоимость целевой продукции производимой с использованием песков карьера Курково будет ниже, чем при использовании песков карьера Черкасы. Экономический эффект полученный при использовании при оттирке песка (1142554,61 руб.) показывает экономию денежных средств при использовании карьера Курково. Общий экономический эффект при разработке песка составляет 1135556,05 руб., при производстве цементобетона – 19259,08 руб.

На основании представленных результатов можно сделать заключение о возможности и экономической целесообразности дополнительного обогащения некондиционного сырья местных месторождений путем проведения технологических операций отмучивания, оттирки и активации поверхности частиц природных песков. Это будет способствовать формированию более прочных связей между компонентами в составе бетонного конгломерата: минеральным заполнителем (кварцевым песком) и цементным вяжущим, что способствует повышению качества целевой продукции и снижению ее себестоимости.

УДК 316.74+316.32

ДЕГУМАНИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА В УСЛОВИЯХ МАКДОНАЛЬДИЗАЦИИ

Посвенчук А. А.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: anastasiaposvenchukw@gmail.com

Summary. *McDonaldization is viewed as one of the types of rationality of social action that spreads through globalization and other world trends. He penetrates into the socio-cultural crypts of society, extending his principles to public consciousness and people's behavior. The dehumanization of society occurs with the manipulation of public consciousness, coercion into certain social actions, as well as with the irrational imposition of the fundamental principles of McDonaldization.*

Термин «Макдональдизация», введенный американским социологом Дж. Ритцером, несмотря на свою образность и метафоричность означает совершенно фактологическое явление – распространение принципов функционирования империи «Макдональдс» на современный мир «и их превращение в фундаментальные установки при организации общественной жизни» [1, с. 222]. Дж. Ритцер рассматривает данное явление как трактовку к пониманию современных социальных действий общества и относит его к типу рациональности. Основными принципами макдональдизации, по Дж. Ритцеру, являются: эффективность (чем больше и быстрее – тем, считается, лучше). Средства и методы ресторанов быстрого питания и обслуживания нацелены на реализацию данного принципа, например посредством различных акций с большими порциями или таких хитростей как «неудобные сидения, которые заставляют клиентов побыстрее есть и уходить» [2, с. 269]. Можно рассматривать принцип эффективности как переход потребителя из состояния «голодный» в состояние «сытый», при этом «“Макдональдс” не ставит перед собой цели накормить изысканной пищей, он просто делает людей сытыми за их деньги» [1, с. 222]; просчитываемость («количество становится синонимом качества. <…> клиенты сети “Макдональдс” ощущают, что приобретают большое количество пищи за приемлемую цену и не тратя много времени» [3, с. 3]); предсказуемость (идентичность товаров и услуг, предлагаемых в разных местах земного шара и в разное время); контроль.

Глобализация является одним из факторов становления макдональдизации, поскольку коммуникативные связи разных частей мира, универсальность некоторых культурологических аспектов и расширение границ для экономического взаимодействия способствуют реализации четырех вышеперечисленных функциональных принципов. Иными словами, люди, коммуницируя из разных точек планеты создают социальные пространство, в котором базируются некоторые принципы функционирования. Такие тенденции глобализации через призму макдональдизации могут пагубно влиять на индивидуальность человека, то есть «дегуманизировать» его, как подчеркивает Цыпкина: «Глобализация производит “ничто”, т. е. формы, в которых человеческие отношения дегуманизируются» [2, с. 270–271]. Под такими формами следует понимать определенные социальные или экономические взаимодействия, направленные на получение максимальной выгоды с двух сторон и отличающееся симулятивным характером. Иными словами, симулятивный характер действий проявляется в обесчеловечивании, так как продиктован шаблонными принципами контроля и предсказуемости, где качество уходит на задний (симулятивный) план.

Рассмотрим симулятивный характер социальных действий на примере системы образования. Институциональная форма высшего образования, на современном этапе, характеризуется множеством практик, которые могут заменять целесообразность образования (овладение профессиональными навыками и компетенциями) на формализованное получение результата (например – получение диплома). Например, некоторые студенты, без четкого представления целесообразности освоения знаний действуют по исключительно формализованным принципам: «Если они выступают на семинарах, то зачастую не для того, чтобы обсудить с преподавателем и сокурсниками проблемную тему, а чтобы их выступление отметили в качестве дополнительных баллов к зачету или экзамену» [1, с. 229]. Такие принципы свидетельствуют о стремлении к эффективности, навязанной внешней средой, то есть достижение результата только «для результата», невзирая на его качество. Такие симулятивные действия можно сопоставить с практикой в ресторанах быстрого питания, чья продукция употребляются не для обогащения качественными питательными свойствами и даже, часто, не для вкусовых свойств, а для быстрого погашения чувства голода (просто результата).

Следует отметить, ссылаясь к теме образования, что целевые векторы деятельности элит могут быть направлены на создание широких институциональных промежутков между интеллектуалами и рабочими классами общества, для управления первыми над последними. Как говорил Бертран Рассел-лорд (Нобелевский лауреат): «Образование должно служить тому, чтобы господствующие классы генетически все дальше отстояли от низов, а низы были приведены к такому положению, при котором у них было бы не больше шансов восстать, чем у овец против производителей баранины» [3]. Из чего следует навязывание рациональности рабочему классу, что изменяет характер воспитательных отношений, а значит человеческие (гуманизационные) отношения. Г. Греф, один из представителей российской элиты, на экономическом форуме в 2012 году говорил: «Как только все люди поймут основу своего я, самоидентифицируются, управлять, то есть манипулировать, ими будет чрезвычайно тяжело. Люди не хотят быть манипулируемы, когда они имеют знания» [4]. Такие слова свидетельствуют о современных социально-экономических принципах регуляции образовательных структур, которые дегуманизируют общественные отношения, создавая подчиняющийся класс «роботов», не всегда сознательно подчиняющихся, приказам элит.

Таким образом, макдональдизация является одним из типов рационализации, которая распространяется через глобализацию и другие мировые тенденции. Она проникает в социокультурные склепы общества, распространяя свои принципы на общественное сознание и поведение людей. Дегуманизация общества происходит при манипуляции общественным сознанием, принуждению к тем, или иным социальным действиям, а также при иррациональном навязывании основополагающих принципов, как объясняет Дж. Ритцер на примере бюрократии: «Несмотря на все свои преимущества, бюрократия страдает от иррациональности рационального. Как и рестораны фаст-фуда, бюрократия может быть дегуманизированным местом работы и обслуживания» [5]. В таких обстоятельствах общество самостоятельно заковывает себя в «железную клетку» социальных и экономических ограничений, где «клетка» представляет собой воспитательную систему. Важно отметить, что отдельные особенности менталитетов, социокультурных условий могут служить препятствием для функционирования отдельных принципов макдональдизации в разных странах.

Список использованных источников

1. Никитин, А. П. Макдональдизация высшего образования // Идеи и идеалы. – 2018. – Т. 2. – №. 3 (37). – С. 221 – 233.

2. Цыпкина, М. Г. Макдональдизация как один из типов рациональности в эпоху глобализации // Современное общество: вопросы теории, методологии, методы социальных исследований. – 2015. – Т. 1. – С. 266 – 272.

3. Регионы России: от чего страшно Герману Грефу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gosrf.ru/news/5266/. – Дата доступа: 29.10.2022.

4. Война элиты с наукой и образованием: ИА Красная Весна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rossaprimavera.ru/article/voyna-elity-s-naukoy-i-obrazovaniem. – Дата доступа: 29.10.2022.

5. Ритцер, Дж. Макдональдизация общества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.litlib.net/bk/111469/read. – Дата доступа: 29.10.2022.

УДК 621.311

ОСНОВЫ ПОЛИТИКИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ

Потоцкая К. О.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: patotskayak@gmail.com

Summary. *The energy saving policy is an integral part of the overall development strategy of enterprises and is consistent with the Directive of the President of the Republic of Belarus No. 3 of June 14, 2007 "Economy and thrift – the main factors of economic security of the state". The main goal of such a policy is the implementation of measures for the comprehensive modernization of power plants and boiler houses, electrical and thermal networks of organizations that are part of GPO "Belenergo".*

Понятие «энергосберегающая политика» сформировалась в Беларуси несколько лет назад. Экономия топливно-энергетических ресурсов и производимой на их базе энергии является приоритетным направлением политики энергосбережения Республики Беларусь.

Основной целью проведения и реализации энергетической политики Республики Беларусь является определение путей и формирование максимально эффективного использования топливно-энергетических ресурсов и производственного потенциала топливно-энергетического комплекса для надежного и безопасного обеспечения отраслей экономики и населения энергоносителями при сохранении требуемых экологических условий.

В настоящее время вопрос энергосбережения на промышленных предприятиях набирает огромные обороты. Это связано не только с постоянным ростом цен на электричество, тепло и энергоносители, которые промышленные предприятия потребляют в колоссальных количествах, но также и с необходимостью сокращения использования топливно-энергетических ресурсов.

Большая часть технологических процессов на предприятиях происходят с использованием энергоносителей различного вида и назначения. В качестве энергоресурсов чаще всего на предприятии используются вода, тепло, электроэнергия и воздух.

На обеспечение производственного процесса и содержание зданий затрачивается до 30 % закупаемых энергетических ресурсов и воды. Эти затраты складываются из затрат на отопление и освещение зданий, хозяйственно-питьевое водоснабжение и других точек обеспечения.

Мероприятия по экономии электроэнергии должны носить комплексный характер. Эффективность принятых мер зависит от качества проведенного энергоаудита предприятия и, конечно, беспрекословного выполнения предписаний энергоаудиторов по вопросам экономии электрической энергии на производстве.

К наиболее эффективным методам энергосбережения можно отнести следующие:

1. Установка приборов учета электроэнергии с высоким классом точности (1,0 и выше). Это позволит измерять качество электроэнергии и величину мощности, хранить данные по учету электроэнергии длительное время.

2. Установка разного рода датчиков: присутствия, движение, реле времени. Позволяет экономить от 30 % затрат на электроэнергию за счет сокращения работы освещения.

3. Оптимизация работы производственного оборудования путем установки частотно-регулируемых приводов для управления электродвигателей, качественных устройств плавного пуска оборудования, необходимых для снижения вероятности перегрева и поломки электродвигателей.

Таким образом, на данный момент энергосбережение является приоритетной задачей, так как позволяет снижать нагрузку на бюджет предприятия в первую очередь. Однако, эта проблема не может быть решена только техническими средствами. Для реализации поставленных задач необходимо наличие комплексной системы управления энергопотреблением и энергосбережением.

УДК 58.084.1: 552.578.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТИ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МОЛЕКУЛЯРНУЮ СТРУКТУРУ КОРНЕЙ И ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ

Силие Куэнка Алехандро Рафаэль[1,2], Фёдорцев Р. В.[2]
Национальный центр оптических технологий[1],
Белорусский национальный технический университет[2]
e-mail: alejandro.silie@gmail.com, feodrw@gmail.com

Summary. *The influence of oil on the molecular structure and chemical composition of the leaves of several plants through the root system during their growth was analyzed. The results of the experiments showed structural changes and leaf color after 1.5 months.*

Многие думают, что нефть уже много лет является сырьем, из которого производят только топливо: солярку, бензин, керосин и т. д. Однако, статистика показывает, что более 16 % добываемых углеводородов ежегодно направляется в совершенно разные отрасли.

Объединяющим свойством нефтяных углеводородов являются три основные группы: метановая C_nH_{2n+2} (алканы); нафтеновая C_nH_{2n} (цикланы) с жидкими составляющими: пентан C_5H_{12}, гексан C_6H_{14} и т. д.; и ароматическая C_nH_{2n-6} (арены): бензол C_6H_6 и его гомологи. Различают алканы нормального строения (н-алканы – пентан и его гомологи), изостроения (изоалканы – изопентан C_5H_{12} и др.) и изопреноидного строения (изопрены – пристан $C_{19}H_{40}$, фитан $C_{20}H_{42}$ и др.). Установлено, что в условиях загрязнения растительной природной среды углеводородами происходит снижение пигментов, отвечающих за фотосинтетическую активность, повышается содержание антоцианов, аминокислот, аскорбиновой кислоты, рибофлавина, активируются пероксидазы и полифенолоксидазы. При концентрациях нефти 4 л на 1 м^2 и выше, существенно снижается количество образования новой корневой системы растений. Сырая нефть сильно различается по своим физическим и химическим свойствам в зависимости от географического местоположения и региона. Цель экспериментальных исследований заключалась в оценке воздействия жидкой нефти на молекулярную структуру и химический состав листьев различных растений через корневую систему в процессе их роста.

В этом исследовании использовались образцы растений: 3 растения китайской розы (Гибискус) и 3 растения лимона (Лаймкват) (1 контрольный, 1 для воздействия нефти производства РФ, 1 для оценки воздействия нефти производства РБ). Методика проведения эксперимента заключалась в следующем. Прозрачный цилиндрический пластиковый контейнер имел отверстия на расстоянии 1 сантиметра друг от друга по бокам цилиндра, а пластиковый шланг был приклеен к крышке цилиндрического контейнера сверху. В прозрачную пластиковую емкость сначала насыпали камни на высоту 4 сантиметра, затем положили черную ткань, далее насыпали песок на высоту 5 сантиметров, позже ввели цилиндрическую емкость и поместили в центр, затем досыпали еще песка до тех пор, пока контейнер не был покрыт примерно на 2 сантиметра высоты контейнера, общая высота песка составила 10 сантиметров, далее помещали растение, и среда растения снова была заполнена удобренным грунтом. Растение поливали каждые два дня в самый жаркий летний период и каждые 4 дня в самый холодный период. Через три месяца в каждый из горшков налили по 1 л нефти, двум опытным образцам дали по 1 л белорусской нефти на каждое растение (лимонное растение и китайская роза), а двум другим образцам дали по литру российской нефти на каждое растение (лимонное растение и китайская роза). Результаты экспериментов показали структурные изменения и окраску листьев через 1,5 месяца (рис. 1).

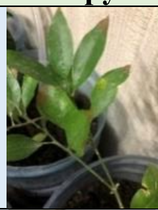
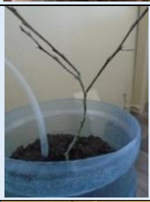
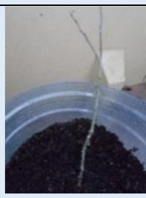
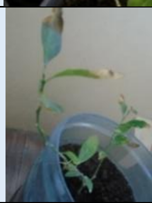
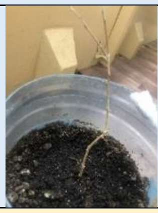
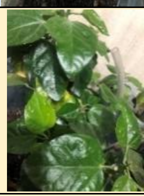
Растение	Контрольный Образец	Нефть Российской Федерации	Нефть Республики Беларусь
Лаймкват 29/09/2022			
Лаймкват 10/10/2022			
Лаймкват 03/11/2022			
Китайская роза (Гибискус) 29/09/2022			
Китайская роза (Гибискус) 10/10/2022			
Китайская роза (Гибискус) 03/11/2022			

Рисунок 1 – Результаты экспериментов

Методом Рамановской спектроскопии на оборудовании компании Confotec MR200 «SOL Instruments» выявлены пигменты участвующие в фотосинтезе и являющиеся его цветовым индикатором: хлорофиллы А и В, β-каротиноиды, фикоэритробилин, флавоноиды и антоцианы. Посредством программного обеспечения NanoSP (panorama RAMalyze LabCognition Analytical Software GmbH & Co. KG) проведен анализ полученных результатов в видимом спектральном диапазоне 532–785 нм. После преобразования измерительной шкалы см$^{-1}$ в нм, и последующего анализа полученных результатов, были выявлены следующие основные углеродные органические соединения (УОС): – присутствие 10–25 % целлюлозы (Cellulose) во всех исследуемых образцах (образует оболочку растительных клеток из структурных остатков β-глюкозы, соединенных в линейные макромолекулы $(C_6H_{10}O_5)_n$); – бета каротин (β-Carotenoids) ($C_{40}H_{56}$) нестабильный антиоксидант, защищает клетки от повреждающего действия свободных радикалов и поддерживает восстановительные процессы; – фенилпропаноид (Phenylpropanoid) (соединения C_6–C_3 ряда) гидрокикоричные кислоты и спирты, фенилпропены, а также кумарины, изокумарины и хромоны. Фенилпропаноиды могут соединяться между собой и образовывать димеры $(C_6–C_3)_2$.

УДК 691.335

ХОД ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МИКРОБНЫХ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ГЕЛИНОВОЙ ОСНОВЕ

Тан Дунян, Ван Минюань, Бондаренко С. Н, Руднов В. С.
Белорусский национальный технический университет
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина
e-mail: tangdy8@gmail.com

Summary. *Microcracks in the cementitious matrix are difficult to detect and repair until they appear on the surface. The binder in the microcapsule can repair the internal microcracks in a short period of time, and shows good repair effect in improving the strength and pore structure of the cementitious matrix, but the repair effect is not good for secondary cracking and surface cracks. In this paper, a physical model based on microbial mineralization cement substrate is proposed through a large number of literature reviews, so as to provide a basis for subsequent simulation research.*

Традиционные ремонтные и армирующие материалы в основном включают материалы на основе цемента и органические полимерные материалы. По сравнению с органическими материалами, материалы на основе цемента являются недорогими, нетоксичными и имеют хорошую совместимость с бетонными базовыми слоями [1]; однако растрескивание, вызванное неравномерным изменением собственного объема, серьезно сказывается на ремонтном эффекте и долговечности конструкции материала [2–3], и текущие меры по улучшению также имеют определенные экологические ограничения. Поэтому существует острая необходимость в предложении нового типа высокопроизводительной технологии повышения эффективности технического обслуживания.

Микробное индуцированное осаждение карбоната кальция (MICP) представляет собой минерализацию микроорганизмов в процессе метаболизма, а полученный карбонат кальция представляет собой органо-неорганический композит с отличными адгезионными и уплотнительными свойствами. В качестве новой экологически чистой технологии микробной минерализации MICP успешно применяется для ремонта и улучшения известняка, гипса и других строительных материалов для повышения их устойчивости к атмосферным воздействиям.

В данном исследовании определен защитный усиливающий эффект ММХП на материалы на основе цемента путем чтения литературы, связанной с методом погружения в бактериальную жидкость, проанализирована адаптивность между микробной минерализацией и цементной матрицей, обсуждено влияние питательных веществ на микробный рост и поведение минерализации, проанализированы состав и микроморфологическая структура минерализованных продуктов микроскопическими методами испытаний, выявлен механизм минерализации микроорганизмов в материалах на цементной основе, создан анализ теоретической модели.

Минерализация микроорганизмов в материалах на основе цемента является сложным процессом, который контролируется микробным метаболизмом, с одной стороны, и следует физико-химическим законам зарождения минералов с другой стороны.

После того, как цементирующий материал погружают в микробный питательный раствор, компоненты бактериальной жидкости диффундируют из пор материала в материал (рис. 1). Подходящие концентрации солей мочевины и кальция в питательном растворе обеспечивают источник неорганического азота и неорганических солей, необходимых для роста микробов, а также гидролиз и источники кальция для следующей стадии минерализации. Стабильно растущие микроорганизмы будут продуцировать уреазу, катализировать гидролиз мочевины, генерировать карбаминовую кислоту и аммиак, а карбаминовая кислота самопроизвольно гидролизуется с образованием аммиака и угольной кислоты; Затем угольную кислоту и аммиак дополнительно разлагают с получением бикарбонатных ионов, пресс-ионов и гидроксида, что приводит к увеличению pH окружающей среды и образованию CO3 – 2, который, в свою очередь, реагирует с адсорбированным CO3 + 2 на стенке микробной клетки с образованием осадка карбоната кальция (рис. 1).

Исходное образование прототипов карбоната кальция представляет собой событие фазового перехода, которое происходит в системе раствора, то есть молекулы растворенного вещества изменяются из жидкой фазы в твердую фазу, сопровождающуюся уменьшением свободной энергии.

Карбонат кальция эмбрионы находятся в термодинамическом метастабильном состоянии, и для образования стабильных и постепенно растущих кристаллов необходимо преодолевать определенные препятствия; Поэтому карбонат кальция, образованный минерализацией, легче выращивать и кристаллизовать вдоль цементно-каменной подложки в порах материала (рис. 1), что также видно из диаграммы SEM цементной суспензии, большое количество минералов карбоната кальция прикрепляется к цементно-каменной подложке и растет в направленном расположении, делая микроструктуру более плотной, тем самым усиливая армирование материала на цементной основе.

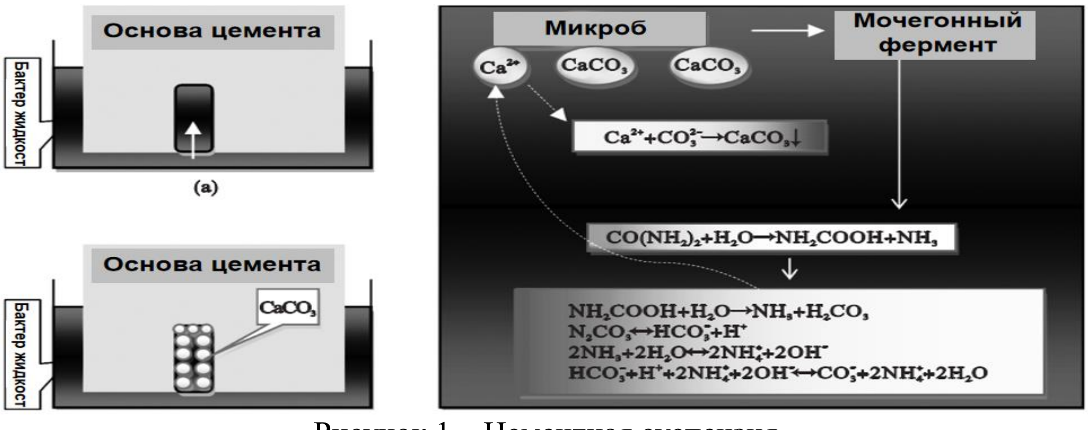


Рисунок 1 – Цементная суспензия

Список использованных источников

1. MORGAl D R.Compatibilitv of concrete repair materials svstems[J].Construction and Building Materials, 1996, 10 (1):51-61.

2. HASSAI K E, BROOKS J J,AL-ALAWI L.Compatibilitv of repair mortars with concrete in a hot-dry environment[J].Cement and Con-Crete Composite,2001 (23):93-101.

3. M1RGA J，M1RGA M S;R.Laboratory and field per-formance of polymer-modified cement-based repair mortars in coldclimates[J].Construction and Building Materia1s,2002 (16):365-374.

УДК 691.335

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

Тан Дунян, Тан Дунбо, Бондаренко С. Н.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: tangdy8@gmail.com

Summary. *Provided that the quality of road machinery is ensured, with the help of environmental protection construction technology, environmental pollution caused by road construction can be minimized. Due to the importance and feasibility of the development of environmental construction, it provides a theoretical basis for the application of environmental construction technology in practical design.*

Дорожная техника играет ключевую роль в развитии урбанизации страны, что может эффективно улучшить национальную экономику, увеличить материальные и культурные потребности людей, повысить социальную производительность. Вообще говоря, период строительства дороги очень длительный, и процесс строительства неизбежно вызовет растрату ресурсов, например, воздействие строительного мусора на окружающую экологическую среду, снижение потребления невозобновляемых ресурсов и т. д., необходимость использования более научных и разумных технологий в процессе строительства для смягчения ресурсных и экологических проблем, а технология строительства охраны окружающей среды очень перспективна.

Технология строительства по охране окружающей среды. На этапе планирования необходимо сформулировать подробные методы строительства и меры управления охраной окружающей среды, а также этапы строительства. Научное и разумное планирование строительных проектов позволяет не только защитить окружающую среду, избежать траты ресурсов, но и сэкономить затраты на строительство проекта. Например, в ответ на проблемы охраны окружающей среды контроль и обработка пыли на строительной площадке, удаление отходов, шум и использование водных ресурсов являются общими проблемами в процессе строительства, что дополнительно отражает важность экологически чистой технологии строительства.

При дорожном строительстве спрос на воду огромен. Сохранение и рециркуляция водных ресурсов на строительной площадке является очень эффективной мерой по защите водных ресурсов, основными требованиями к осуществлению природоохранных сооружений является не сточные воды, при этом эффективно используя дождевую воду с крыши и осаждение в дренажной канаве после очистки, эти воды можно использовать для разбрызгивания воды на строительной площадке для уменьшения пыли, смыва туалетов, очистки дорожного покрытия и т. д., тем самым снижая потребность в водных ресурсах.

В процессе строительства неизбежно образуется пыль при транспортировке земли, строительных материалов, строительных отходов и строительных инструментов. Необходимо обеспечить достаточные строгие меры пломбирования для обеспечения чистоты транспортного средства, а бак автомойки необходимо установить в выходном положении; а в процессе землеройного строительства, распыления воды, временного ограждения, соответствующего покрытия, затвердевания грунта, замкнутого пространства и т. д. следует использовать для борьбы с веществами, которые легко вызвать пыль; а выбрасывать пыль и высотой в строительной зоне значение не может быть больше 1,5 м, если пыль распространяется за пределы строительной зоны, следует немедленно занять путь распыления воды для уменьшения пыли.

Строительство дорог иногда ведется в ночное время, поэтому требуется много осветительного оборудования, которое окажет определенное влияние на окружающих жителей, поэтому соответствующий персонал природоохранного строительства должен принять эффективные меры, чтобы избежать проблемы светового загрязнения. Строители могут использовать мобильное осветительное оборудование или устанавливать световые щиты в подходящих местах, чтобы уменьшить воздействие прямого света на окружающих жителей.

Эксплуатация транспортных средств и инженерного оборудования при строительстве дорог является основной причиной шума, поэтому необходимо активно проводить мероприятия по снижению шума в процессе строительства. Для шума, создаваемого во время работы строительной техники, необходимо активно исследовать оборудование с низким уровнем децибел для замены оригинального оборудования с высоким децибелом, и ненужные гудки и другие виды поведения, такие как шум, также могут быть запрещены. В то же время сборные здания завода могут быть построены для снижения образования шума во время строительства, а шум также может быть изолирован путем установки звукоизоляционного оборудования. Например, благодаря внедрению и научному использованию арматурогибочного станка с ЧПУ, не только можно обеспечить качество обработки арматуры, но и избежать строительного шума, который может возникнуть из-за традиционного процесса обработки арматуры. Кроме того, во избежание строительного шума, причиняющего неприятности окружающим людям, если необходимо организовать ночное строительство во время строительства, работы с высоким децибелом должны быть организованы в течение дня, а работы с низким децибелом должны быть организованы ночью, чтобы гарантировать, что воздействие строительного шума сведено к минимуму.

В связи со все более заметными энергетическими проблемами и проблемами экологической среды в мире, рациональное использование ресурсов и защита экологической среды неизбежны. Исходя из предпосылки обеспечения качества дорожно-мостовых проектов, в полной мере реализуется применение технологии строительства охраны окружающей среды в дорожном машиностроении для минимизации потребления ресурсов и ущерба от загрязнения окружающей среды, а также обеспечения устойчивого развития дорожно-строительной отрасли.

УДК 355

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Ходакова А. А.
Белорусский государственный университет
e-mail: hodakova_a@mail.ru

Summary. *The scientific work explores the relationship between industrial ecology and environmental education. In this context, the main goals of sustainable development are highlighted. As well as approaches to environmental education in the field of industrial ecology.*

В настоящее время не вызывает сомнения взаимная зависимость промышленных и природных процессов. Деятельность субъектов хозяйствования, среда обитания человека и природная среда является сложной, но целостной эколого-экономической системой, которая подчиняется общим законам развития. Говоря о промышленной экологии объектом ее изучения по словам Т. А. Жаровой является воздействие промышленности на окружающую природную среду и влияние природной среды на функционирование объектов деятельности общества и человека.

Деятельность человека зависела и зависит от природной среды, меняется лишь характер этой зависимости с развитием цивилизации. Промышленная экология может внести существенный вклад в уменьшение этой зависимости и реализации целей устойчивого развития. Для их достижения встает необходимость использования методов прогнозирования в целях регулирования состояния эколого-экономической системы.

Основой промышленной экологии является системный подход в изучении многообразия связей между объектами и субъектами хозяйственной деятельности человека и природной среды. Природоохранные и экологические задачи в настоящее время очень тесно переплетаются. В данном контексте одной из них должна стать задача по развитию и совершенствованию системы экологического образования. В данном ключе среди целей устойчивого развития выделяются такие как цифровизация страны, повсеместное внедрение инноваций и качественный подход к образованию. Сущность данной цели исключительная роль личности и социализация каждого человека. Качество образования – это успешное жизненное устройство человека, его мировоззрение, стержень и активная гражданская позиция.

Система образования должна быть ориентирована на востребованные на национальном рынке профессиональные навыки и компетенции, поощрение возможности обучения граждан на протяжении всей жизни, обеспечение доступности образовательных услуг. Объективной необходимостью становится усиление инклюзивного подхода в деятельности образовательных структур. Вышеназванное соответствует одной из основных целей в сфере социального развития, такой как создание качественной системы образования отвечающей потребностям цифровизации общества и мировым стандартам профессионального обучения. В сфере же экологии такой целью является повышение уровня экологического образования и экологической культуры населения. Так описывает цели образования Концепция национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года.

Следует отметить, в связи с этим, что развитие экологического образования позволит в большей степени эффективно развивать промышленную экологию. Так как хозяйственная деятельность человека и природная среда взаимосвязаны. Без навыков должного обращения с окружающей средой и развития цифровых и промышленных технологий.

Экологическое образование должно стать частью образования на всех уровнях. Подходами к экологическому образованию в области промышленной экологии должны стать:

– прогнозирование, целью которого должно быть составление плана действий, направленных на развитие экологического образования;

– анализ промышленных технологий, с точки зрения защиты окружающей среды, данный подход предполагает возможность развития технологий, направленных на минимизацию выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду;

– анализ методов цифровизации с точки зрения развития цифровых технологий, которые будут направлены на развитие экологического механизма охраны окружающей среды и «зеленой экономики».

УДК 625.8

О ПРИМЕНЕНИИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ РАБОТЕ С ВТОРИЧНЫМИ МАТЕРИЛАМИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Хоу Цян[1, 2], Алексеев Ю. Г.[3], Хоу Дэхуа[1, 2]
Henan Gaoyuan Highway Maintenance Technology Co., Ltd[1]
Henan Gaoyuan Highway Maintenance Technology Co., Ltd[2]
Государственное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»[3]
e-mail: 7379349@qq.com, 7379349@qq.com, post@.park.bntu.by

Summary. *The results of the analysis to determine the feasibility of developing technical solutions using ultrasonic exposure when working with asphalt granulate are presented. Ultrasonic action allows to increase the penetrating ability of regenerating additives and, as a result, to improve the quality of the asphalt concrete pavement.*

Вторичным материалом, получаемым путем переработки, является асфальтовая крошка, также известная как асфальтогранулят и применяемая в широком спектре работ по строительству и ремонту. В составе асфальтобетонных смесей в процессе регенерации асфальтогранулят является одним из основных компонентом при устройстве асфальтобетонных покрытий. Получается данный материал путем измельчения методом холодного фрезерования старого покрытия, снятого во время замены или ремонта дорожного полотна. В Беларуси введена нормативная база – СТБ 1705-2006 «Асфальтогранулят для транспортного строительства. Технические условия». Асфальтогранулят представляет собой зернистый минеральный материал, покрытый органическим вяжущим, с крупностью зерен до 40 мм. В то-же время в составе асфальтогранулята более низкая способность вяжущего образовывать по-сле нагрева и последующего остывания прочные связи, которая определяется количеством и качеством битума на поверхности зерен минеральных частиц. Введение асфальтогранулята с состаренным битумом оказывает существенное влияние на свойства асфальтобетонной сме-си, и как следствие снижается долговечность асфальтобетонного покрытия.

В научно-технической литературе к настоящему времени (Копотилов А., Веренько В., Кравченко С., Бахрак Г., Крупин Н., Игошкин Д., Майданова Н., Мельник К., Покровский А., Шибалов С., Гладышев Н., Milton L., Earland M., Muncy S., Vorobieff G., Neussner E., Collings D., Diaz Minguela J., Lefort M., Jacobson T., Hornwall F., Akeroyd F., Hicks B., Jasienski A., Rens L. и др.) приводится широкий перечень проведенных научных исследова-ний по моделированию оценки и повышения жизненного цикла дорожных покрытий с при-менением процессов восстановления асфальтового покрытия. Сложность решения данной задачи во многом определяется широким составом требований, которые должны быть учте-ны: механические свойства получаемого дорожного покрытия, его себестоимость, возмож-ность массового применения данной технологии, экологические характеристики [1, 2, 3, 4].

С учетом вышеизложенного в Белорусско-Китайском совместном проекте «Outstanding Foreign Scientist Studio of Green Low-carbon Technology for Pavement Construction and Maintenance» (Grant No.: GZS2022004), 道路绿色低碳建养技术杰出外籍科学家工作室 (项目号：GZS2022004) одной из задач стоит изучение использования ультразвуко-вых технологий при производстве асфальтобетонных смесей с использованием асфальтогра-нулята и регенерирующих добавок. Возможным решением задачи обеспечения проникнове-ния жидких компонентов в структуру асфальтогранулята может стать применение ультра-звуковой обработки.

На сегодняшний день энергия ультразвука широко применяется для ускорения техно-логических процессов в самых разных сферах производства, протекающих в жидких, твер-дых и газообразных средах. На основе использования индикаторов патентной информации [5] был проведен поиск и выполнен анализ патентных документов, относящихся к методам ультразвукового воздействия при производстве различных строительных материалов. В па-тентных документах США, Российской Федерации, Республики Беларусь, Республики Ко-рея, Европейского патентного ведомства, Евразийского патентного ведомства, а также в международных заявках (PCT) за период с 2000 по 2020 годы было найдено 43 международ-ных заявки и патента на изобретения и полезные модели.

Наибольшее количество запатентованных технических решений относятся к технологиям изготовления цемента, бетона и добавок нему. Соотношение запатентованных технических ре-шений по видам строительных материалов, к которым они относятся, приведено на рис. 1.

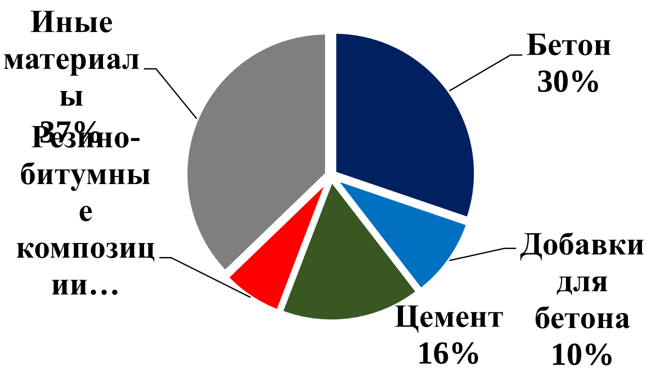


Рисунок 1 – Распределение патентных документов по видам материалов

Основными целями запатентованных технических решений в области производства бетона с использованием ультразвукового воздействия являются: повышение прочности;

упрощение процессов бетонирования; уменьшение требуемого для изготовления бетона объема жидкости.

В целом направление исследований по разработке метода ультразвукового воздействия при производстве строительно-дорожных материалов [6] можно охарактеризовать как перспективное, что обосновывается способностью ультразвука содействовать повышению проникающей способности жидких добавок в микропоры и как следствие позволяет повысить служебные характеристики строительных материалов.

При воздействии ультразвука с частотой 20–40 кГц на жидкую среду при присутствии в ней тел с капиллярной структурой происходит эффект, который заключается в подъеме жидкости в капилляре и в проникновении жидкости через полупроницаемые мембраны. Под влиянием источника ультразвука капиллярный эффект резко возрастает в десятки раз. При этом жидкость толкают вверх не радиационное давление и капиллярные силы, а стоячие ультразвуковые волны. Данный процесс идет до тех пор, пока напор, создаваемый ультразвуковыми волнами, не уравновесится высотой столба жидкости или силами поверхностного натяжения.

В целях установления перспективности использования ультразвукового воздействия в процессе регенерации материалов для дорожного строительства в Белорусско-Китайском совместном проекте начаты исследования по воздействию ультразвука на асфальтогранулят, осуществляемое для повышения его «активности», т. е. повышения способности асфальтового вяжущего в составе асфальтогранулята образовывать с использованием технологии нагрева и последующего остывания прочные и долговечные связи. Первые результаты исследований представлены на III Международная научно-техническая конференция «Дорожное строительство и его инженерное обеспечение», прошедшей в Белорусском национальном техническом университете 27–28 октября 2022 года в г. Минске.

Список использованных источников

1. Reuse of bituminous pavements: A mini-review of research, regulations and modelling [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/ publication/311335126_Reuse_of_bituminous_pavements_A_mini-review_of_research_regulations_and_modelling/. – Дата доступа: 04.02.2021.

2. Recommendations and strategies for using reclaimed asphalt pavement in the Flemish Region based on a first life cycle assessment research [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/236/1/012088/. – Дата доступа: 09.02.2021.

3. Определение расчетного срока службы асфальтобетонных смесей, приготовленных с использованием регенерирующих добавок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.npfselena.ru/opredelenie-raschetnogo-sroka-sluzhby-asfaltobetonnyh-smesei-prigotovlennyh-s-ispolzovaniem-regeneriruyushhih-dobavok/. – Дата доступа: 02.02.2021.

4. Смирнов, Е. А. Использование гранулята старого асфальтобетона в дорожном строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.dorogniki.com/ novosti/ispolzovanie-granulyata-starogo-asfaltobetona-vdorozhnom-stroitelstve/. – Дата доступа: 30.01.2021.

5. Калинин, А. Ю. Использование патентной информации в инновационной деятельности / А. Ю. Калинин // Наука и инновации. – 2020. – № 4 (206). – С. 24–27.

6. Ultrasonic Mixing of Asphalt Rejuvenators [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.hielscher.com/ultrasonic-mixing-of-asphalt-rejuvenators.htm/. – Дата доступа: 01.02.2021.

УДК 678:614.841+615.9(66.018.2+66.017+67.017)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЗОПОРИСТОГО АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ В РОЛИ ПОГЛОЩАЮЩЕГО СЛОЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ БОЕВЫХ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ (БОВ), АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ (АХОВ) ВНУТРИ КОМПЛЕКТА САМОСПАСЕНИЯ ГРАЖДАН В ПРОЕКТЕ «П.О.И.С.К.»

Чернобай Д. В.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: *chernobay@bntu.by*

Summary. *The possibility of using mesoporous activated carbon as an internal filler of protective suits for self-rescue of citizens (A.F.I.S.K. project) is being studied, especially its nanopores for binding combat poisonous poisonings, emergency chemical hazardous formations, and its discovery from foreign exports.*

Наша республика имеет развитую промышленность и сельское хозяйство. Среди ведущих отраслей промышленности приоритетное место занимают химическая и нефтехимическая. Несмотря на постоянное совершенствование химических технологий, предприятия, использующие аварийно химически опасные вещества (АХОВ), представляют собой опасность при авариях, связанных с выбросом (утечкой) этих веществ. У нас в республике применяются 107 видов химически опасных веществ, но только 34 из них широко используются в народном хозяйстве на химически опасных объектах. Ежегодно происходит от 10 до 25 аварий с выбросом АХОВ. На территории республики находится более 300 химически опасных объектов (ХОО). Всего на территории Республики Беларусь в зонах возможного химического заражения может оказаться более 2,3 млн человек [1]. И хотя на бытовом уровне грозящая человеку опасность не всегда воспринимается адекватно, специалисты утверждают: на повестку дня ставится вопрос химической безопасности гражданского населения при ЧС или войне с армией США / стран НАТО.

В проекте «П.О.И.С.К.» (противоосколочный огнезащитный индивидуальный самоспасательный комплект для граждан ШОС, СНГ, ОДКБ, по-другому Anti-fragmentation fireproof individual self-rescue kit (A.F.I.S.K.)) изучается возможность использования мезопористого активированного угля как внутреннего наполнителя защитных костюмов самоспасения граждан (проект «П.О.И.С.К.»), особенно его нанопор для поглощения и связывания молекул боевых отравляющих веществ, аварийно химически опасных веществ и его отличия от иностранных аналогов (см. табл. 1). Уголь активированный мезопористый УАМ-Щ (ТУ BY 100050710.214-2020) – это перспективная разработка НИИ физико-химических проблем БГУ, где сырьем служат отходы деревообрабатывающего производства (опилки).

Таблица 1 – Сравнение специальных свойств активированного мезопористого угля белорусского производства (производство из опилок) и зарубежных сортов активированного угля (производство из отходов кокосовой оболочки, Япония-Европа) как сорбентов

Активированный мезопористый уголь **УАМ-Щ**	Изготовлен из отходов древесины (опилки)	Стойкость к применению во влажной среде – стандартная	Впитываемость БОВ и АХОВ с малым размером молекул – **отличная**	Стоимость производства – **относительно низкая**
Активированный уголь для специального применения **AddSorb™ MGR**	Изготовлен из отходов кокосовой оболочки (волокна и пр.)	Стойкость к применению во влажной среде – **повышенная**	Впитываемость БОВ и АХОВ с малым размером молекул – стандартная	Стоимость производства – на среднем и высоком уровне (сорта)

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) предназначены для защиты от попадания внутрь организма, на кожные покровы и одежду радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств [2], а комплект «П.О.И.С.К.» – универсальный СИЗ, точнее также и средство индивидуальной бронезащиты (противоосколочное и огнестойкое СИБ).

В качестве альтернативы для сорбента в проекте «П.О.И.С.К.» предполагается изучить и свойства изолирующих (теоретически инертных к БОВ и АХОВ) материалов в виде порошков (нитрида бора в виде «белого графита», оксида иттрия), которые также имеют свои особые свойства (см. табл. 2).

Таблица 2 – Сравнение изучаемых специальных свойств инертных наполнителей СИЗ

Нитрид бора («белый графит»)	**Полная инертность**. Особенная устойчивость к искрам и проникновению расплавленного металла	**Крайне высокая термостойкость** – 2973 °С	Поглощение нейтронов (радиозащитные свойства) – **имеется**	Предположительно – изолирование протеков БОВ и АХОВ в массе порошка	Стоимость производства – **относи-тельно низкая**
Оксид иттрия	**Полная инертность**. Особенная устойчивость к искрам и проникновению расплавленного металла	**Крайне высокая термостойкость** – 2410–2430 °С	Поглощение нейтронов (радиозащитные свойства) – **имеется, как и стойкость к расплавленному урану**	Предположительно – изолирование протеков БОВ и АХОВ в массе порошка	Стоимость производства – **на среднем уровне** (сорта)

Полученные результаты показывают, что существуют материалы как сорбенты, так и изолирующего (инертного) типа для наполнения защитной прослойки или сотовой структуры защитной экипировки комплекта самоспасения граждан «П.О.И.С.К.» и наиболее доступными являются мезопористый (имеющий нанопоры) активированный уголь УАМ-Щ и нитрид бора. Исследования нужны для области нанотехнологий специального назначения, предназначенных для создания новых перспективных материалов [3] для индивидуальной защиты граждан ШОС, СНГ, ОДКБ.

Список использованных источников

1. Военная токсикология и токсикология экстремальных ситуаций. Практикум: учеб. пособие / А. А. Бова [и др.]; под ред. А. А. Бова. – Минск: БГМУ, 2010. – 2 с.

2. Средства индивидуальной защиты в системе гражданской обороны: учеб.-метод. Пособие / В. В. Блиншев; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т. трансп. – Гомель: БелГУТ, 2015. – 3 с.

3. Чернобай Д. В. Перспективы объединения макро- и наноструктур в гибридных нанокомпозитах для создания новых конструкционных материалов для наноброни, элементов бронезащиты экзоскелетов. 8-я Международная научная конференция по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения (Минск, 16–17 мая 2019 г.): сборник научных статей. В 5 ч. Ч. 5 / Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь. – Минск: Лаборатория интеллекта, 2019. – 100 с. – С. 97.

УДК 666.3

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕКЛОВИДНЫХ ДОБАВОК НА СПЕКАНИЕ И СВОЙСТВА КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНОЙ КЕРАМИКИ

Шиманская А. Н., Подсосонная А. Д.
Белорусский государственный технологический университет
e-mail: pod.sosna@inbox.ru

Summary. *In the present research we studied the effect of glass additives on the physico-chemical properties of calcium-phosphate ceramics. According to the standard methods we determined that the optimum vitreous additive is the glass obtained by sol-gel technology.*

Как известно, пористая кальций-фосфатная керамика обладает низкой механической прочностью, что ограничивает область ее применения. Для упрочнения пористых керамических материалов успешно применяются добавки, образующие при обжиге жидкую фазу и частично или полностью кристаллизующиеся из расплава. При этом количество подобных добавок должно быть минимальным, чтобы высокая пористость сохранилась. В связи с эти в настоящем исследовании изучалась возможность повышения прочностных характеристик пористой керамики на основе гидроксиапатита с помощью следующих добавок, которые вводились в количестве 10 мас. % сверх 100 % гидроксиапатита: жидкое стекло (ГОСТ 13078), кварцевое и фосфатное биостекла, полученные методами золь-гель технологии, бой кварцевого стекла и биоактивное стекло, синтезированное по классической технологии.

Сырьевыми компонентами для варки биоактивного стекла служили дигидроортофосфат кальция $Ca(H_2PO_4)_2$, чда (ГОСТ 10091); оксид кальция CaO, чда (ГОСТ 8677); карбонат натрия Na_2CO_3, х.ч. (ГОСТ 83) и диоксид кремния нанодисперсный аморфный (ГОСТ 14922). Для составления шихты использовались подготовленные сырьевые материалы, предварительно просеянные через сито № 01 (144 отв/см^2). Взвешивание компонентов шихты осуществлялось на электронных весах. Перемешивание исходного сырья проводилось в течение 10–15 мин в фарфоровой ступке с помощью пестика до достижения полной однородности. Стекло варилось в газовой печи периодического действия в корундовом тигле емкостью 0,5 л с выдержкой при температуре 1450 °С в течение 1 ч. Скорость нагрева шихты при варке составляла 250 °С/ч, точность измерения температуры оптическим пирометром – ±10 °С. Окончание варки устанавливали визуальным осмотром проб стекла, взятых на железный прут. При достижении однородности стекломассы тигли извлекали из печи, стекломассу вырабатывали в воду с целью грануляции. Стекло отличалось хорошим проваром и имело удовлетворительную вязкость, что позволило получить однородную стеклофритту.

Керамические массы готовились путем совместного мокрого помола гидроксиапатита и стеклофритты или боя кварцевого стекла в лабораторной шаровой мельнице BML-2 (DAIHAN) в течение 60 мин.

Для синтеза стекла в системе SiO_2–CaO методами золь-гель технологии использовались тетраэтилортосиликат $Si(OCH_2CH_3)_4$, осч. (ТУ 2637-187-44493179) и тетрагидрат нитрата кальция $Ca((NO_3)_2)\cdot 4H_2O$, х.ч. (ГОСТ 4142). Водный раствор тетраэтилортосиликата (TEOS) (29,2 г в 25,2 г воды) помещался в химический стакан объемом 250 мл с мешалкой и нагревался до температуры 32,2 °С, после чего в него добавляли тетрагидрат нитрата кальция (14,2 г) до полного растворения. pH полученного раствора доводился до 1,5 путем добавления 1М HNO_3. Сформировавшийся гель после перемешивания в течение 1 ч при температуре 32,2 °С смешивался с гидроксиапатитом для получения керамических масс.

Проведен также золь-гель синтез стекла в системе SiO_2–CaO–P_2O_5. Для этого применялись тетраэтилортосиликат $Si(OCH_2CH_3)_4$, осч. (ТУ 2637-187-44493179); тетрагидрат нитрата кальция $Ca((NO_3)_2) \cdot 4H_2O$, х.ч. (ГОСТ 4142); тетраэтилфосфат (ТЭФ) (CAS № 78-40-0); нитрат натрия $NaNO_3$, чда (ГОСТ 4168); азотная кислота HNO_3 (ГОСТ 701). В химический стакан объемом 500 мл помещалось 100 мл 1М HNO_3, затем после полного растворения каждого последующего компонента добавлялись TEOS 37,81 мл, ТЭФ 2,863 мл, тетрагидрат нитрата кальция 18,397 г, нитрат натрия 5,92 г. Образовавшийся раствор выдерживался в термостате при температуре 40 °С в течение 3 дней. Полученный гель смешивался с гидроксиапатитом в требуемом соотношении.

Опытные образцы формовались из полученных керамических масс методом 3D-печати, далее подвергались сушке в сушильном шкафу SNOL 58/350 (Литва), затем обжигу в электрической лабораторной печи SNOL 1,6,2,5.1/13,5-Y1 (Литва) при температурах 500–1200 °С. Скорость набора температуры составляла 120 °С/ч, выдержка при максимальной температуре – 1 ч.

Физико-химические свойства полученных материалов определялись в соответствии с ГОСТ 30534, ГОСТ 2409, ГОСТ Р 57606 и др. (табл. 1).

Таблица 1 – Технологические и физико-химические свойства в температурном интервале обжига 500–1200 °С

Применяемая добавка	Значения физико-химических свойств синтезированной керамики и общей усадки керамических масс				
	водопоглощение, %	открытая пористость, %	кажущаяся плотность, кг/м^3	механическая прочность при сжатии, МПа	общая усадка, %
Без добавок	0,1–25,2	0,4–43,7	1732–3013	5,2–36,7	22,1–34,2
Бой кварцевого стекла	25,0–51,6	43,4–60,7	1142–1745	1,5–19,3	10,4–23,8
Биоактивное стекло	18,0–44,0	34,9–56,3	1276–1940	2,9–26,7	11,4–25,3
Жидкое стекло	0,5–47,5	1,4–57,6	1210–2931	1,0–17,3	20,9–36,9
Кварцевое биостекло, полученное методами золь-гель технологии	4,3–45,2	11,3–57,8	1275–2623	1,0–43,6	18,0–78,8
Фосфатное биостекло, полученное методами золь-гель технологии	0,6–33,1	1,7–49,1	1480–2851	10,2–44,8	17,7–33,5

Анализируя показатели механической прочности и открытой пористости, в качестве оптимальных добавок выбраны биостекла, полученные методами золь-гель технологии. Следует отметить, что золь-гель синтез стекловидных материалов не требует высокотемпературной обработки, как, например, при варке стекол классическим методом, таким образом достигается экономия энергоресурсов.

С помощью электронной микроскопии и комплексонометрического метода определили, что формирование фосфатов кальция на поверхности полученных образцов происходит уже через 1 сут. выдерживания их в SBF-растворе, что свидетельствует о биологической активности.

Таким образом, синтезированные образцы кальций-фосфатной керамики можно рекомендовать для проведения медицинских исследований с целью изучения возможности применения их в костной хирургии.

УДК 666.3

基于电阻膜的雷达吸波超材料设计和宽频隐身研究

傅远翔 (Fu Yuanxiang)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail: 2403647418@qq.com

Summary. *Resistive film is a class of films with resistive properties, which can be used in the manufacture of wave-absorbing metamaterials. The resistive film metamaterial absorber has the advantages of wide absorption frequency band and thin absorber thickness [1]. It has broad application prospects.*

Indium tin oxide (ITO) is a displacement solid solution with electrical conduction and other properties, mostly used in electronic components, its thin film can be deposited to the surface of the dielectric layer by sputtering deposition technology. It can be used for the design of absorbers of resistive film metamaterials. The indium tin oxide (ITO) thin film metamaterial absorber consists of an indium tin oxide (ITO) film periodic array pattern layer, a dielectric substrate, and a metal base plate multilayer structure coated on the substrate surface. Indium tin oxide resistive film widens the absorbing frequency band through resistive loss and resonance, and realizes the broadband absorption of electromagnetic waves. In the case of multilayer structure composite, as shown in fig. 1(a), the absorption band of indium tin oxide (ITO) thin film metamaterial absorber can reach 3.16~51.6 GHz. The maximum relative absorption bandwidth can even reach 176.9 %. Compared with traditional absorbing materials, indium tin oxide (ITO) thin film metamaterial absorbers have the advantages of absorption frequency bandwidth and insensitivity to polarization, with strong practicality.

Graphene conductive ink is a material with resistance film characteristics, with high conductivity, high toughness, high strength and other characteristics, which is also used in the design of metamaterial absorbers. This type of metamaterial absorber is composed of a graphene conductive ink resonant unit, a dielectric layer and a reflective backplane printed on the dielectric isolation layer, and the structure is the same Indium tin oxide (ITO) resistive film type metamaterial absorbers are similar.

The main advantage of metamaterial absorbers based on graphene conductive ink is that they can be applied to flexible structures, as shown in fig. 1(b), under the bending shape test, the absorption performance of the absorber is not greatly affected. Broadband absorption and polarization insensitivity can still be achieved. Compared with indium tin oxide (ITO) thin film structure absorbing metamaterials, graphene conductive ink absorbing metamaterials not only have broadband electromagnetic absorption, but also polarization insensitivity and other excellent performance [4], but also has the characteristics of light and thin and bendable, in various fields have broad application prospects.

Conductive plastic film is a new type of organic resistance film material, the biggest advantage of the metamaterial absorber based on it is that the resonant structure of the conductive plastic film in the middle layer and the dielectric substrate can be processed independently, this building block building processing scheme not only saves preparation time, but also makes the choice of substrate material no longer restricted by resistance film processing. Compared with the resistive film structure based on conductive ink, the conductive plastic film metamaterial absorber can not only overcome the influence of uneven ink thickness and counterimpedance during processing, but also be compatible with laser etching process and improve the processing accuracy of the resonant structure. As shown in fig. 1(c), its relative absorption bandwidth can reach 106.8 %, which can achieve efficient absorption in the 5~25 GHz band, and It is not sensitive to the polarization characteristics of incident waves, and can still achieve broadband absorption for wide- angle incident electromagnetic waves. In addition, the conductive plastic film can be compatible with the laser etching process, and its easy-forming properties make the preparation more accurate, improve the processing accuracy of the resonant structure, and also achieve the same thinness and light structure as other materials and other advantages, which provide new ideas for the development of broadband metamaterial absorbers.

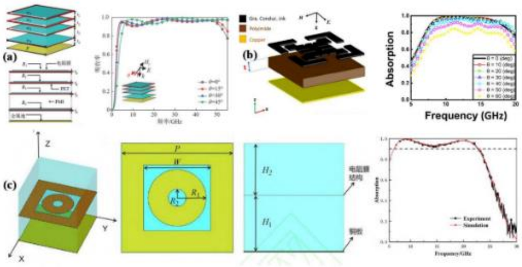


Figure 1 – relative absorption bandwidth: a – Indium tin oxide (ITO) thin film metamaterial absorber [2]; b – Graphene ink metamaterial absorber [3]; c – Conductive plastic film metamaterial absorber [5]

Since the emergence of electromagnetic absorbing materials, the research of various electromagnetic absorbing materials has made great progress, and the research and design have become increasingly mature. From the original traditional absorbing materials based on inorganic substances such as ferrite to metamaterial absorbers based on artificial resonant structures, researchers have continuously improved the performance of absorbing metamaterials through the improvement of materials and the perfection of processes. However, in terms of large-area radar stealth, there are still some shortcomings of absorbing metamaterials, such as insufficient absorption band, difficult to achieve wide incidence angles, etc. It is necessary to further improve the design of metamaterial absorbers by improving the structure of metamaterials absorbers and selecting more efficient processes, and its research prospects are still very broad.

References

1. FANG Xinrui, WANG Qian, ZHANG Qingdong, *et al*. Electronic Technology and Software Engineering[J], 2020,(06):216–218.

2. KONG Xianglin, M. A. Hongyu, CHEN Peng, *et al*. Chinese Journal of Radio Science [J], 2021, 36(6): 947–952.

3. Long L. V., Khiem N. S., Tung B. S., Tung N. T., Giang T. T., Son P. T., Khuyen B. X., Lam V. D., Chen L. Y. , Zheng H. Y., et al. Photonics[J], 2021, 8, 440.

4. Priyanka Tiwari, Surya Kumar Pathak & V. P., *et al*. Waves in Random and ComplexMedia[J], DOI: 10.1080/17455030.2021.1972182.

5. DENG Guangsheng, CHEN Wenqing, YU Zhenchun, YANG Jun, YIN Zhiping, *et al*. Design and preparation of asymmetric broadband metamaterial absorbers based on conductive plastic films[J]. Acta Optica Sinica, 2022,42(22):2216001.

УДК 666.3

仿鲨鱼皮吸波超材料

华宇晨（Hua Yuchen）
东北大学（Northeastern University）
e-mail:1134408030@qq.com

Summary. *In this paper, a radar absorbing metamaterial structure is designed, which consists of an upper layer of resistance film and a bottom layer of metal base plate, and the middle dielectric layer is omitted. The thickness of the resistance film is 100 nm, and the thickness of the metal plate is 1mm. The calculation results of CST Microwave Studio 2021 electromagnetic simulation software show that the absorption ratio is more than 99 % in the frequency range of 2~18 GHz, and the relative bandwidth reaches 100 %.*

In the national defense and military affairs, in order to realize the long-distance camouflage of weapons, wave absorbing materials are widely used in stealth technology of aircraft, tanks, ships, etc. At the same time, broadband wave absorbing materials have significant application value in actual production, life and national defense and military affairs.

However, radar anti stealth technology and equipment have higher and higher requirements for stealth performance. Although traditional wave absorbing materials have the advantages of high permeability, high resistivity, good impedance matching performance, strong absorption loss, corrosion resistance and low cost, they have unavoidable problems such as narrow absorption band, high density and poor thermal stability, which cannot meet the requirements of current stealth technology. Wave absorbing materials are in urgent need of breakthroughs in the four aspects of "thin, light, wide and strong".

With the continuous development of metamaterials, the broadband radar absorbing materials designed and realized based on the metamaterial framework, because metamaterials are arranged by artificial "atoms", the size of artificial "atoms" is much larger than that of natural atoms, which has a more flexible electromagnetic regulation capability, which is conducive to our free regulation of its performance, so it has a larger development space in the improvement of its electromagnetic performance.

At present, the resistive film metamaterials reported in the literature are generally composed of a resistive film pattern layer on the surface, a dielectric layer in the middle and a metal backplane at the bottom. However, they all have problems such as large thickness, complex preparation, high cost and limited application scope. Through CST Microwave Studio 2021 electromagnetic simulation software, the simulated shark skin resistance film type super material absorber structure designed by our research group consists of the resistance film pattern layer on the surface and the metal backplane on the bottom. The thickness of the metamaterial is greatly reduced, and the problems such as large thickness of the metamaterial absorber and difficulty in preparation are solved. In addition, the absorption rate of more than 99 % is completely achieved in the frequency range of 2~18 GHz, and the relative bandwidth reaches 100 %.

Design idea of patterned layer of shark skin resistance film

Chinese scientists have developed a "shark skin imitation technology on the surface of the hull for boats", which is a kind of acoustic tile with the structure of shark skin imitation using bionic principles. This design enables our new submarine not only to absorb the noise generated by the submarine itself, but also to absorb and weaken the enemy's sonar detection sound wave. Acoustic wave and radar wave

As shown in fig. 1, the shark skin is composed of many uneven small scales and gullies. As the scales and gullies distributed on the shark skin form a certain volume of cavity between each other, they are connected to the outside through the small holes in the scales. This structure has obvious noise elimination effect: the external sound wave enters the cavity through the small hole, reflects many times in the cavity, rubs with the water and internal materials entering the cavity, and the sound energy is converted into heat energy. It is difficult for the sound wave to pass through the small hole to achieve noise elimination. This effect is similar to that of porous sound absorbing materials. Generally, the pore diameter of porous sound absorbing materials is concentrated between 10 um and 1mm, and the order of magnitude of shark skin scale structure is similar to it.

Inspired by this, our research team applied it to the design of metamaterial structures, taking the imitation shark skin as the pattern layer of the resistance film, and through a series of simulation experiments, data analysis, rule summary and optimization of the CST Microwave Studio 2021 electromagnetic simulation software, the optimal resistance film pattern layer model was obtained, as shown in fig. 1.

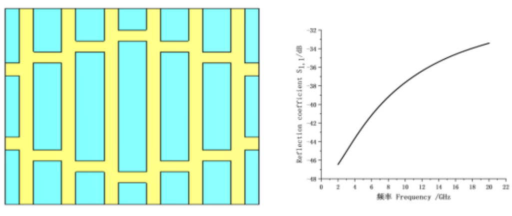


Figure 1 – Optimal resistance film pattern layer model and wave absorption performance

УДК 666.3

工业生态与节能——面向工业车间非均匀热环境营造的低碳空调系统

贾鹏程 (Jia Pengcheng)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail: 19831313168@163.com

Summary. *The problem of indoor heat supply in industrial workshops in high latitude areas in winter is complex. The energy consumption of air conditioners used in most workshops is huge. In this paper, an innovative industrial low carbon air conditioning design based on the concept of "non-uniform thermal environment" is proposed. Through orthogonal experiment and three-level evaluation, the best operating parameters and energy-saving effect of air conditioning are obtained.*

The indoor temperature of workshops in high latitude areas in winter is often close to 0 ℃. The workshop has scattered personnel and numerous equipment, which makes the heating problem in winter complex. The traditional air conditioning systems used in most factories are committed to creating a uniform thermal environment. They not only consume huge energy, but also have a poor heating effect, which affects the working efficiency of workers.

In order to ensure the normal development of production and maximize energy conservation, we based on the concept of "non-uniform thermal environment", has made improvements in the traditional air conditioning system, and proposed an industrial air conditioning system design for industrial workshops, to improve the industrial production environment and production efficiency, reduce power consumption, and save energy.

After preliminary investigation and study, we chose an industrial workshop in Shenyang, China, with a specification of 50 m × 30 m × 5 m. The internal lathes are arranged in two parallel rows, with three lathes in one row. 6 windows are evenly distributed on each side above the lathe, and the specification of each window is 1.5 m × 1.5 m, normally closed in winter.

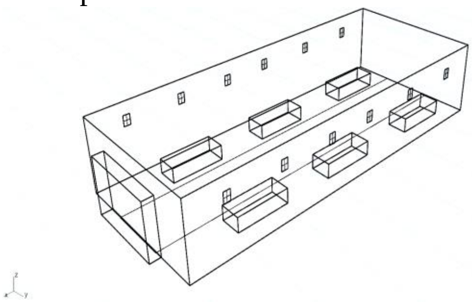


Figure 1 – Workshop model

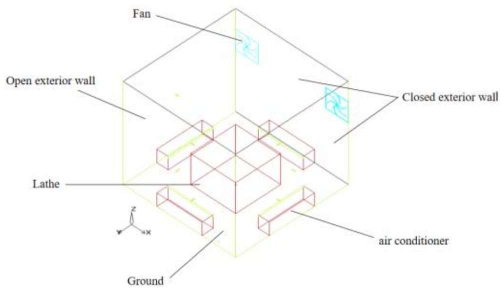


Figure 2 – Airpak Modeling

As the lathes in the workshop are evenly distributed and the influence between stations is small, one of the stations is selected for this research. In order to carry out the simulation experiment smoothly, we simplified the model as much as possible on the premise of ensuring the calculation accuracy, and used Airpak software to carry out the following modeling.

Based on the concept of "non-uniform thermal environment", we put "people-oriented" and "energy conservation and emission reduction" in the first place, so the evaluation indicators are not limited to the temperature, speed and other parameters of traditional air conditioners. we had selected the following parameters to build a new three-level evaluation system:

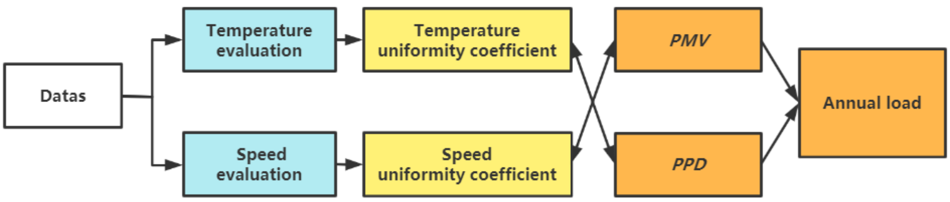


Figure 3 – Three-level evaluation system

The evaluation system of this project is complex, and there are many air conditioning operating parameters. To reduce the workload of simulation experiment and ensure the accuracy of experimental data, we took the orthogonal experimental design as the main idea and obtained the best condition parameters by comparing the influence importance of various factors.

According to the number of factors and the level of factors in the experiment, we designed the orthogonal test table and conducted the experiments. Then we calculate K_{ij} (K_{ij} represents the average value of the experimental results when the factors in column i are taken as level j) and r_j (r_j represents the range of K_{ij} in the column j). We judge the importance of different levels of the same factor by K_{ij}, and judge the importance of the best levels of different factors by r_j.

Table 1 – Levels of influencing factors

Level	Temperature(/°C) A	Speed (m/s) B	Air outlet angle(°) C	Air outlet height (m) D	Air outlet area(m^2) E
1	20	1.2	0	0.45	2*0.05
2	25	1.5	15	0.75	2*0.15
3	30	1.8	30	1.05	2*0.25
4	35	2.1	45	1.35	2*0.35
5	40	2.4	60	1.65	2*0.45

Table 2 – Importance ranking table of influencing factors

Evaluation conditions	Impact importance(primary←secondary)
Temperature	C2←E4←D1←A5←B3
Temperature uniformity	D5←C5←A2←E1←B2
Speed	E5←D1←C1←B5←A3
Speed uniformity	D1←C3←A3←B3←E5
PPD	B2←C1←D2←A3←E3
PMV	C1←D1←E5←A5←B3

According to the influencing factors and their respective levels, 25 groups of orthogonal experiments were designed. By calculating K_{ij} and r_j values, the order of influencing factors of different evaluation conditions in tab. 2 is obtained. We can get the best three groups of operating parameter 1) A3-B2-C2-D1-E5; 2) A2-B3-C1-D2-E4; 3) A3-B3-C2-D1-E4. According to the experimental parameters selected by the three groups of schemes, the simulation experiments were carried out respectively to compare the temperature, speed nephogram and the annual load.

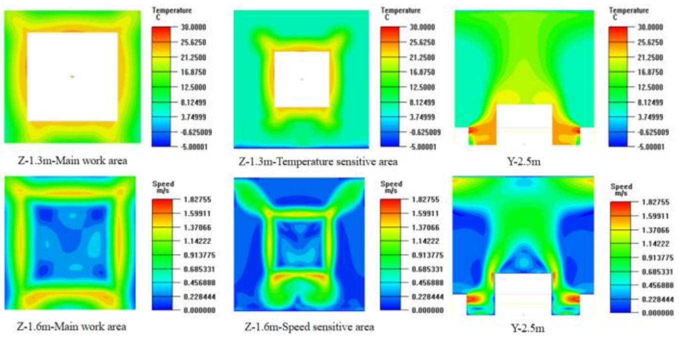


Figure 4 – Scheme temperature nephogram and speed nephogram

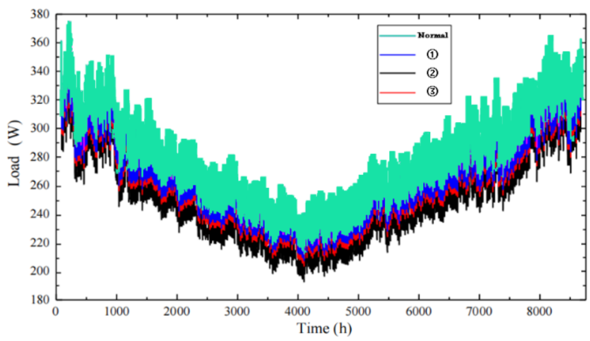


Figure 5 – Annual load comparison under various working conditions

Among them, the maximum values of group 2 are lower than those of the other two schemes in the temperature and speed nephogram, the uniform coverage area is similar, the *PPD* and *PMV* change little, and both are within the reasonable requirements. In terms of annual load consumption, it is 28.4 % lower than that of traditional air conditioners, 11.2 % lower than that of 1, and 6.8% lower than that of scheme 3. Therefore, Scheme 2 is the best operating parameter of low-carbon air conditioners in industrial workshops: Temperature 25 ℃, Speed 1.8 m/s, Air outlet angle 0°, Air outlet height 0.75 m, Air outlet area 2 0.35 m^2.

УДК 666.3

一种太阳能驱动处理赤泥污水的绿色节能装置

桑浩源 (Sang Haoyuan),赵桐 (Zhao Tong),
成乐天 (Cheng Letian), 杨雪 (YangXue)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail::1569069265@qq.com

Summary. *Alumina production will produce a large amount of red mud wastewater every year, which will cause great harm to the surrounding environment. In this study, a solar evaporator using biochar as photothermal material for red mud wastewater treatment was designed. Driven by sunlight, the device can recover water from red mud wastewater and absorb harmful substances in wastewater. This study provides a new idea for green and energy saving treatment of red mud wastewater.*

About 1.5 tons of red mud tailings are discharged for every ton of alumina produced. The treatment of red mud tailings has always been a difficult problem [1]. Most of the red mud tailings can only be stored for disposal. As the demand for alumina increases, the storage problem of red mud tailings will become more serious. In the rainy season, the long-term watering of rainwater will lead to the overflow of red mud wastewater, causing serious pollution to the surrounding lakes and farmland. At the same time, the overflowing red mud wastewater will change the composition and structure of the soil, and then affect the planting or animal husbandry. The treatment and utilization of water sources polluted by red mud has become an urgent problem to be solved [2].

In this study, three kinds of biomass carbon materials were prepared from wastes with high carbon content. After material characterization and comprehensive analysis of performance, the biomass carbon prepared with straw residue as raw material was finally selected.We used this material in a self-designed solar evaporator, and found through experiments that the device has excellent ability to treat red mud wastewater.

Firstly, we used sugarcane rod and coffee grounds to prepare biochar, and carried out SEM, BET and FTIR tests on the two materials after carbonization. It was found that the two biomaterials have the following characteristics after carbonization: although the carbonized sugarcane rod retains the original good pore structure.Its adsorption ability to the pollutants in red mud wastewater is low, and it is not very ideal photothermal material. The carbonized coffee grounds are ellipsoid and cannot absorb red mud sewage evenly. Besides, the BET specific surface area of the carbonized coffee grounds is far less than that of the biochar made from sugarcane rod in front. Therefore, biochar prepared from coffee grounds is not a good experimental material.

After that, we used common agricultural waste straw to make biochar, and conducted SEM, BET and FTIR tests on the carbonized straw material. Biochar material can be well formed, and can keep the shape floating on the water surface and has a certain hydrophobicity. The forming condition, pore size, specific surface area and hydrophobicity of the material are well maintained. Finally, the straw residue mixture was determined as the raw material for biochar preparation.The experimental samples are shown in fig.1 below.

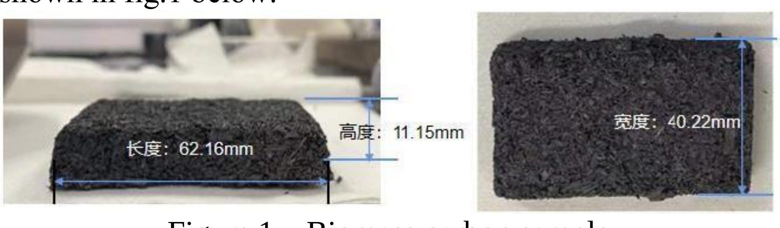


Figure 1 – Biomass carbon sample

The surface temperature of the photothermal layer reaches an equilibrium of about 39.5 ºC after 10 min of irradiation under the same sunlight,and reaches the highest temperature of 64.5 ºC after 30 min of irradiation. However, when there is no biochar floating on the water surface, the temperature increases slowly and the highest temperature of the red mud can only reach about 31.2 ºC. The evaporation rate of red mud is about 1.0294 $kg \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ when biochar is not used as the interface. After the use of solar biomass charcoal evaporator, the evaporation rate is about four times than the original.

Compared with the changes of the red mud solution before and after evaporation, the color of the red mud solution before evaporation is darker, and the color of the red mud wastewater after evaporation is obviously lighter, and the water level drops somewhat. The collection efficiency is up to 55.5 %.

The red mud solution before evaporation was tested by a high-precision pH tester and its pH value was 11.06. The shallow red mud solution after evaporation was also tested and the pH value was 9.76. The evaporator also weakened the alkalinity of the red mud. The surface of the biochar showed a change of red color, which proved that the substances in the red mud were successfully adsorbed to the surface of the biochar after evaporation. After XRD test, it was confirmed that biomass carbon adsorbed harmful substances in wastewater.

Based on the solar evaporator model designed by previous researchers, we carried out the following innovative design and transformation: we used xenon lamp light source with AM1.5G filter (keeping the light intensity at about 1 kW/m^2) to simulate sunlight, and designed the biochar based solar evaporation device as shown in fig. 2.The right picture shows the evaporation condensation and collection device. *A* is a condensing collection device, which is composed of a ramp structure and a condensing tank. The evaporated water vapor will condense upward and stay in the groove with the wall surface. In order to collect the condensed water in time, we open holes in the groove to facilitate the discharge of condensed water from the groove into the collection beaker. *B* is the insulation device and biochar, *c* is the red mud wastewater storage tank.

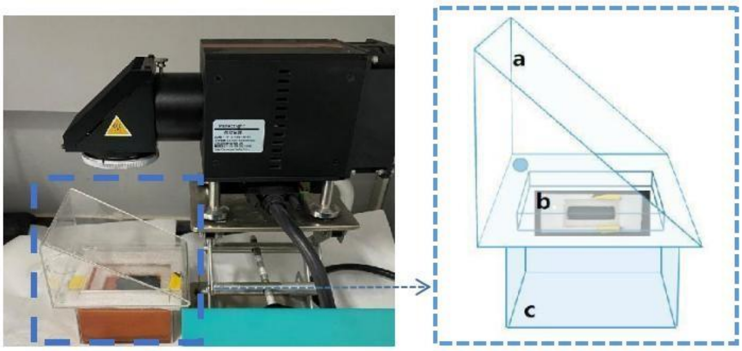


Figure 2 – Solar evaporation condensing device

The surface temperature of the photothermal layer reaches an equilibrium of about 39.5 ℃ after 10 min of irradiation under the same sunlight, and reaches the highest temperature of 64.5 ℃ after 30 min of irradiation. However, when there is no biochar floating on the water surface, the temperature increases slowly, and the highest temperature of the red mud can only reach about 31.2 ℃. The evaporation rate of red mud is about 1.0294 $kg \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ when biochar is not used as the interface.After the use of solar biomass charcoal evaporator,the evaporation rate is about four times than the original.

Compared with the changes of the red mud solution before and after evaporation, the color of the red mud solution before evaporation is darker, and the color of the red mud wastewater after evaporation is obviously lighter, and the water level drops somewhat. The collection efficiency is up to 55.5 %.

The red mud solution before evaporation was tested by a high-precision pH tester and its pH value was 11.06. The shallow red mud solution after evaporation was also tested and the pH value was 9.76. The evaporator also weakened the alkalinity of the red mud. The surface of the biochar showed a change of red color, which proved that the substances in the red mud were successfully adsorbed to the surface of the biochar after evaporation.After XRD test, it was confirmed that biomass carbon adsorbed harmful substances in wastewater.

УДК 666.3

ENZYME FARMING – BRINGING GREEN AND SAFETY TO FARMLAND

孙鹏舒 (Sun PengShu), 王钦 (Wang Qin), 王亚顶 (Wang Yading), 赵梓翔 (Zhao Zixiang), 王媛 (Wang Yuan)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail: 635293234@qq.com

Summary. *Garbage enzymes rationally using of waste from fruits and vegetables are rich in nutritionally active substances and microbial groups and positively affect the growth of agricultural crops. In this project, by studying the effect of different classes of garbage enzymes on plant growth at different concentrations, and study on molecular biological mechanism will provide sufficient theoretical support for the development of environmental friendly irrigation machine in agriculture.*

In recent years, with the increasing awareness of environmental protection, eco-friendly production methods are gradually being more emphasized, and people are paying increasing concentration on pollution-free and safe food. Garbage Enzyme is obtained by fermenting fruit and vegetable waste, water and sugar in a certain ratio for 3 months with a variety of microorganisms such as yeast, E. coli, lactic acid bacteria, acetic acid bacteria, actinomycetes and copper-craving bacteria. Garbage Enzyme is a natural, non-polluting and safe alternative to pesticides in agriculture. Enzymes can help reduce pesticide residues in crops and improve crop quality. Applying enzymes to soil and crops as a kind of bio-organic fertilizer can improve soil fertility, eliminate environmental pollutants, promote the absorption and use of nutrients by plants, improve resource utilization and crop quality, significantly increase crop yields and improve fruit quality. It improves fruit quality and makes a great contribution to the improvement of agricultural productivity. The study of the effect of Garbage Enzyme on crop quality improvement is an important guide to the application of Garbage Enzyme as an enzyme fertilizer in agricultural production. By replacing pesticides, Garbage Enzyme can greatly protect the ecological environment of agricultural production, ensure the safety of people's tongue and achieve ecological sustainability.

This project aims to improve crops by using Garbage Enzyme as a kind of bio-organic fertilizer. By measuring (1) the effects of different types and dilution gradients of Garbage Enzyme on the growth of crops; (2) the effects of different types and dilution gradients of Garbage Enzyme on the morphology, photosynthesis intensity, nutrient content and metabolism of different crops. It is acknowledged that this project can provide sufficient theoretical support for the subsequent development of the Garbage Enzyme Fermentation and Irrigation System for agricultural applications.

This project uses waste of various fruits and vegetables as raw materials and obtains different kinds of environmental protection enzymes through fermentation, and uses them to water various crops with different kinds and dilution gradients, expecting to obtain the most suitable enzyme types and dilution gradients of different crops. The specific experiments were divided into the following stages.

1. Selection of different types of fruit and vegetable waste and preparation of enzymes from them.
2. Selection and sowing of experimental crops, spraying with different enzymes at different dilution gradients, and setting up a control group.
3. Crop growth status measurements including plant height, stem thickness, leaf width and area as well as photosynthetic rate every 7 days.
4. Roots were sampled from each group every 30 days to analyse root growth patterns using WinRhizo and the remainder was frozen and preserved.
5. After the crop has matured, indicators such as nutrient content and key enzyme content of frozen samples are measured and compared with the corresponding control group.
6. Using Prism to analysis the most suitable Garbage Enzyme type and concentration gradient for each crop.

R&D Innovation:

1. Introducing for the first time the idea that enzymes made from different types of fruit and vegetable waste have different effects on crops.

2. First introduction of the determination of key enzyme levels and activities in crops at different stages of growth.

3. With a large variety of crops as the subject of analysis, the experimental base is large and it is easier to conclude the biological mechanism of crop growth promotion with Garbage Enzyme sprayed.

4. Combining experimental data with actual production to achieve a holistic approach to basic theory research, engineering and quantitative production.

Technology transformation**:**

According to the preliminary results of the experiment, a high level academic paper has been submitted; for green agriculture and ecological protection and can match the most suitable Garbage Enzyme spraying concentration gradient for a large number of crops derived from this project, an Garbage Enzyme fermentation and irrigation all-in-one machine (as shown in fig. 1 and fig. 2) has been designed and is under patent application, the user can put in raw materials to automatically ferment Garbage Enzyme, the user can place this device in front of the watering pipe.

The device can automatically configure the watering water according to the crop selected by the user, the watering method and the growing period of the crop, the user can also add the substance that needs to be irrigated in proportion when irrigating, in order to cope with the shortage of Garbage Enzyme when the user irrigates a large area.

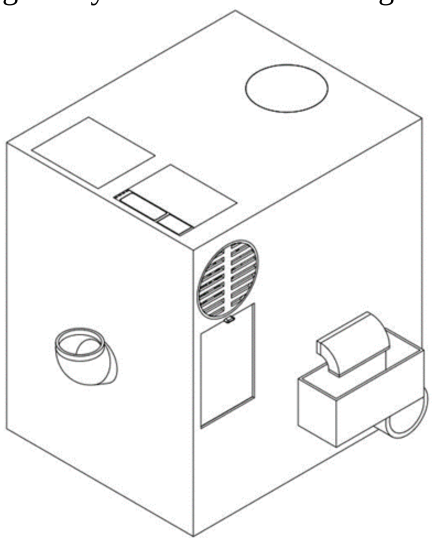


Figure 1 – Garbage Enzyme Fermentation and Irrigation Integrated Machine

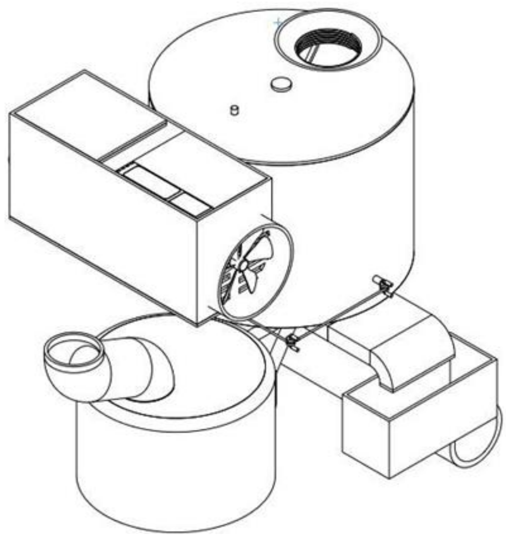


Figure 2 – Main body of Garbage Enzyme Fermentation and Irrigation Machine

УДК 666.3

废旧动力电池中有色金属的创新回收方法

谢瀚文 (Xie Hanwen), 高旭成 (Gao Xvcheng), 马继一 (Ma Jiyi), 张万里 (Zhang Wanli),付宁 (Fu Ning)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail: 1391033457@qq.com

Summary. *This paper explains the team's research and development of a new vertical eddy current sorting machine, which solves the problem of high pollution and high emission that cannot process small-size electronic waste, can only sort non-metals and metals, and cannot separate different metals at the same time. It is a kind of mechanical and physical equipment that can realize the separation between small non-metals and metals and different metals.*

According to the “New Energy Vehicle Industry Development Plan (2021–2035)” issued by the General Office of the State Council, China will vigorously develop new energy vehicles in the future, and it is expected that by 2025, China's new energy vehicle sales will reach 5 million, accounting for 20 % of new car sales and 44 % of the global new energy vehicle market capacity.

The vigorous promotion of new energy vehicles has led to the explosive growth of the power battery industry, and lithium iron phosphate batteries (LFPBs) occupy a large share in the power battery market because of their advantages of high safety, long cycle life and low price. Among the power batteries that have entered the scrap period in China, lithium iron phosphate batteries account for more than 70 %, so the recycling of waste lithium iron phosphate batteries is particularly important.

Regularly mixed materials, copper and aluminum pellets of different particle sizes.

The recycling process of waste power batteries in this project is: waste battery discharge – electrolyte collection – freezing crushing – winnowing (crushed materials and other powders) – magnetic separation (magnetic metals such as iron, cobalt and nickel) – vertical eddy current separation (copper and aluminum non-ferrous metals).

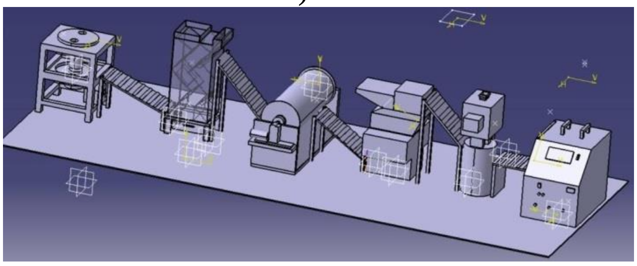


Figure 1 – Ideal process 3D printing model drawing. From right to left, there are discharge devices, electrolyte collection devices, crushers, magnetic separators, winnowing machines, and vertical eddy current sorters

First, the waste power battery is routinely discharged and the electrolyte is collected, and then frozen and crushed. We use liquid nitrogen to cool down the waste power battery, and use the brittle fracture temperature difference of the solid waste at low temperature to make the material brittle, and then crush. After freezing and crushing, winnowing can effectively separate metal and non-metallic materials and improve the degree of dissociation of waste power batteries. Then there is the conventional magnetic separation, which separates magnetic metals such as iron, cobalt and nickel. Finally, eddy current sorting is carried out by a vertical eddy current sorter.

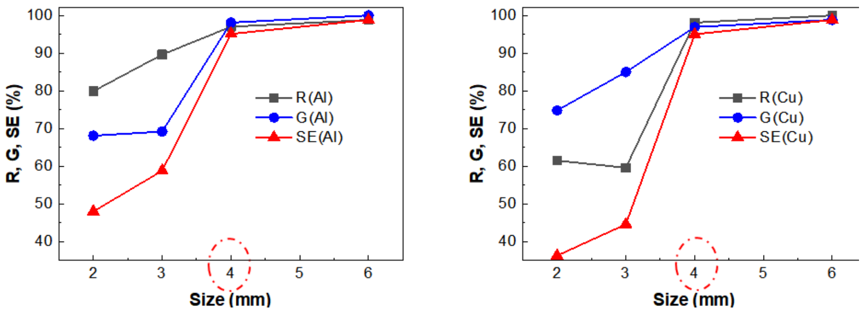


Figure 2 – Sorting results. R is for recovery G for recycling grade SE for sorting efficiency

From the preliminary experimental results in the figure above, it can be seen that the vertical eddy current sorting machine we designed can achieve 95 % sorting efficiency for materials with a particle size of more than 4 mm, and also has a certain sorting capacity for materials with a very small particle size below 4 mm. It improves the shortcomings of the previous sorting machine for the poor sorting efficiency of particle size materials below 5 mm, and can be applied to the sorting of waste battery materials with higher precision requirements.

The recycling process is energy-saving and environmentally friendly:

Compared to conventional processes, innovations include freeze crushing, winnowing and vertical eddy current sorters.

Freeze crushing technology crushes solid waste, uses liquid nitrogen to cool down the waste power battery, uses the brittle fracture temperature difference of solid waste at low temperature to make the material brittle, and then crushing, not only good crushing effect, improve conductivity, increase induction current, conducive to subsequent eddy current sorting, and also has excellent effects in energy saving and noise reduction: the driving force required is about 1/4 of the crushing at room temperature, the noise is reduced by about 7 dB, and the vibration is reduced by 1/5–1/4.

Eddy current sorter innovation:

Automatic control device: a sensor is set under the magnetic roller to sense the working status and temperature of the magnetic roller, and is controlled by the network control system. Prevents dangerous situations such as overheating and short-circuit temperature differences.

Low cost and long service life: the core magnetic roller material is reduced, the conveyor belt is eliminated, the cost is reduced, and the loss of the device is reduced and the service life is more than doubled.

Solve technical problems such as stickiness: optimize the feeding system and the improvement of the sorting structure, eliminate the sticky material and material leakage problems when feeding the conveyor belt, 100 % feeding, and avoid the collision problem in the sorting process.

Safety and environmental protection: using mechanical and physical methods, compared with chemical reagents, the danger is low, the waste is less and the environmental pollution is small.

High sorting rate and small footprint: Compared with the traditional eddy current sorting device, which can generally reach 30–50 % when sorting metal particles below 5mm, the primary sorting rate of metal particles below 5mm can reach more than 90 % after the optimization of the structure of this device, which greatly improves the sorting rate. It is reduced by about 75 % and is easy to carry.

УДК 666.3

REVIEW OF FERRITE RADAR ABSORBING METAMATERIALS

余欣燃 (Xinran Yu)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail: xinran.yu.chn@gmail.com

Summary. *Ferrite absorbing metamaterials designed with metamaterial structures can effectively broaden the absorption bandwidth of electromagnetic waves. The current mainstream approach is to compound ferrite with other materials to produce ferrite absorbing metamaterials with better performance.*

Conventional ferrite wave-absorbing materials will undergo polarization rotation of reflected waves under longitudinal magnetization due to Faraday rotation effect, and will only absorb electromagnetic waves of a certain polarization under transverse magnetization [1]. Nowadays, ferrite absorbing metamaterials designed with metamaterial structures can effectively broaden the absorption bandwidth of electromagnetic waves. The current mainstream approach is to compound ferrite with other materials to produce ferrite absorbing metamaterials with better performance.

With the in-depth research related to ferromagnetic composite, the structure of ferrite and metal wire/stick composite has become a hot topic of research. 2001, Dewar [2] University of North Dakota, USA, first proposed to prepare wave-absorbing metamaterials by embedding periodically arranged metal sheets or metal wires directly into the ferromagnetic matrix. 2006, A. L. Adenot-Engelvin, P. Toneguzzo et al [3] studied the structure and outlined the basic topology on the laminate by metal wires as shown in fig. 1, which shows the strong anisotropy of the structure, fig. 1 shows the microwave permeability of the laminated composite using a 1 m thick CoFeSiB film deposited on a 23 m PET substrate (ferromagnetic volume fraction of 7 %) , fig. 1 shows a sketch of the wire composite, and fig.1 shows the microwave permeability of this composite with a ferromagnetic volume fraction of 7 %; after this Ji Zhou, Ke Bi et al [4] conducted an in-depth study of ferrite and metal wire/rod composite metamaterials, and experimentally demonstrated that a periodically arranged array of yttrium iron garnet (YIG) wire/rod composite with a metal wire array The structure formed is shown in fig. 1 (e–h), which shows obvious advantages in terms of tunability and loss, and is simple to prepare, and has some practical value in the preparation of devices as well as the miniaturization of devices.

The generation of the idea of using conductive materials to obtain magnetic properties that conform to the inductive mode led to the creation of the ferrite – coil structure. The structure is generally a copper helix wound around the core of a ferromagnetic composite. In 2005, Anne-Lise Adenot-Engelvin, Olivier Acher et al [5] investigated metamaterials based on the combination of ferromagnetic composites with inductive modes by coiling copper wires of 50 mm diameter with different numbers of loops and with periodically arranged metamaterial blocks were compounded with the structure shown in fig. 1, and the model view of the metamaterial blocks is shown in fig. 1. According to the experimental results, it is found that the resonant frequency varies with the inverse of the number of loops of the helix and is independent of the magnetic material. This structure solves the problem of microwave permeability of a metamaterial block consisting of a ferromagnetic composite (wire or laminate) and an inductive pattern.

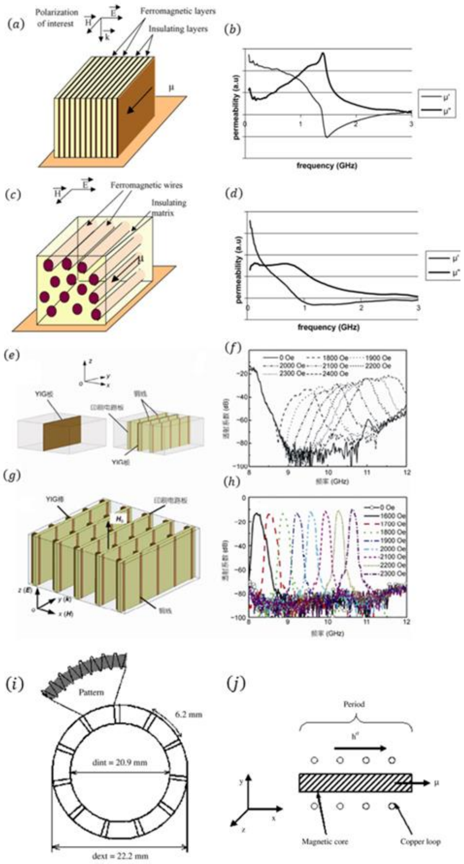


Figure 1 – The model view of the metamaterial blocks: a – Sketch of the laminate composite with his polarization of interest: direction of the permeability μ is perpendicular to the direction of the magnetization(in-plane uniaxial anisotropy); b – Microwave permeability of a laminate composite with ferromagnetic volume fraction of 7 %; c – Sketch of a wires composite in the polarization of interest: direction of the permeability μ is locally perpendicular to the direction of the magnetization (circumferential anisotropy in negative magnetostriction glass coated microwires); d – Microwave permeability of a wire composite with 7 % ferromagnetic volume fraction; e – Schematic diagram of YIG sheet/copper wire composite structure; f – Variation of transmission coefficient with frequency under different magnetic fields; g – Schematic diagram of YIG rod/copper wire composite structure; h – Variation of transmission coefficient with frequency under different magnetic fields; i – Schematic view of a sample with eleven metamaterial blocks; j – Modeled view of a metamaterial block and directions of external applied field on the magnetic core

References

1. 叶康平, 铁氧体超构材料的电磁波吸收和超散射研究, 2021, 南京大学. 第 90页.
2. Dewar G. Candidates for $\mu < 0$, $\varepsilon < 0$ nanostructures. Int J Mod Phys B, 2001, 15: 3258–3265
3. 毕科等, 基于铁磁共振的超材料研究进展. 科学通报, 2013. 58(19): 第1785–1795页.
4. Adenot-Engelvin, A. L., et al., Microwave properties of ferromagnetic composites and metamaterials. Journal of the European Ceramic Society, 2007. 27(2): p. 1029–1033.
5. Adenot-Engelvin, A., C. Dudek and O. Acher, Microwave permeability of metamaterials based on ferromagnetic composites. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2006. 300(1): p. 33–37.

УДК 666.3

工业生态与节能——粉煤灰基 CO_2吸附沸石绿色制备

周鑫宇 (Zhou Xinyu), 时尚 (Shi Shang), 丁伯豪 (Ding bohao),
杜涛 (Du Tao), 王义松 (Wang YiSong)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail: 20203355@stu.neu.edu.cn

Summary. *CCUS carbon capture, utilization and storage is one of the key technologies to deal with global climate change, which has been highly valued by countries all over the world and has increased research and development efforts, but there are still difficulties in industrialization. This paper introduces a green preparation process of zeolite for carbon dioxide adsorption.*

Human beings release too much greenhouse gases such as CO_2 in production and life, and the anthropogenic increase in atmospheric greenhouse gas concentrations is the main factor of current and future climate change, and if measures are not taken, CO_2 concentrations will continue to increase for many years in the future [1]. As a major CO_2 emitter, China is facing arduous CO_2 emission reduction tasks, and carbon capture and utilization technology is one of the important technologies to solve this problem. At present, CO_2 capture technology has been industrially applied, and the preparation of high-efficiency CO_2 adsorbents is the most critical part. Based on the above problems, the research on finding better technologies to prepare high catchability for capturing and storing CO_2 and optimizing them to achieve the ideal level has been gradually emphasized. At present, there are many mainstream porous adsorption materials in the world,Such as type A zeolite, type X zeolite, ZSM-5, MOFs, etc. [2]. Peter G. Boyd et al. analyzed some porous materials with optimal adsorption for CO_2 adsorption separation through comparative studies.Patrick Nugent et al. [3] synthesized metal-organic framework materials with strong carbon capture performance. However, in the existing zeolite synthesis process, it is impossible to avoid the generation of waste liquid, and the treatment process of waste liquid will cause secondary pollution to the environment.

In addition, coal, as one of the most stable and effective energy sources in our country, will produce a large amount of fly ash in the process of its combustion. To 2000, China's coal ash emissions about 160 million tons. The treatment and utilization of fly ash has become a major environmental protection problem in today's world.Many teams have explored the influence of different synthesis methods on the types and properties of zeolite prepared from fly ash for the problem of how to rationally recycle and apply fly ash, a solid waste with huge emissions [4]. Wu Xuecheng's team [5] of Zhejiang University processed fly ash by acid leaching and alkali melting, synthesized various types of zeolite, and studied its adsorption performance, verifying the feasibility of zeolite synthesis from fly ash.

According to current theoretical analysis and previous experiments, four reaction parameters can be determined: alkali-ash mass ratio (referred to as alkali-ash ratio for short), crystallization time, liquid-solid mass ratio (referred to as liquid-solid ratio for short) and crystallization temperature.Among them, the ratio of alkali to ash affects the concentration of alkali in raw materials, and the addition of NaOH can dissolve the amorphous phase in raw materials, destroy mullite and Shi Ying phases, decompose them, and promote the activation of SiO_2 and Al_2O_3. Liquid-solid ratio plays an important role in the synthesis of zeolite. Too large or too small liquid-solid ratio directly affects the alkalinity of solution and the crystallinity of zeolite products. Li Bo [6] explored the role of liquid-solid ratio in the synthesis of zeolite A. The results showed that when the liquid-solid ratio was 5:1, the mass fraction of zeolite A was 59 %, which was the highest compared with that of zeolite A synthesized under other liquid-solid ratios. Crystallization time affects the nucleation and crystal nucleus growth process of zeolite.At the same time, it will affect the crystal particle size of synthetic zeolite. Generally speaking, the higher the crystallization temperature, the larger the particle size of zeolite. The crystallization time will be prolonged if the crystallization temperature is too low; High crystallization temperature will produce hydroxysodalite, resulting in low purity of zeolite. Therefore, too high or too low crystallization temperature is not conducive to the synthesis of zeolite A. Lian Xianjin et al. [7] considered the time required for crystallization and the quality of zeolite, and considered that the ideal crystallization temperature was 80~100 ℃.

By studying the influence of crystallization time, solid-liquid ratio, silicon aluminum ratio and other conditions on the synthesis of zeolite, as well as the recycling of waste liquid, we analyze how to prepare zeolite with the best performance. The characteristic peaks, crystallinity and cell parameters were analyzed and determined by X-ray diffractometer (D8 ADVANCE, Brooke, Germany); Use a physical adsorption instrument (ASAP 2460, McMurray Teck Instrument Co., Ltd.) to test the nitrogen adsorption desorption isotherm of the sample at liquid nitrogen temperature; Fourier infrared spectrum analyzer (Cary-660-FTIR, Agilent Technology Co., Ltd.) was used to analyze the functional group structure of the adsorbent molecule, and the characterization and performance test of the sample were completed.

Based on the previous exploration and the above experimental exploration, it is proved that the preparation of fly ash based zeolite A by alkali melting hydrothermal synthesis has extremely high carbon dioxide adsorption performance, and there is still a large amount of Al_2O_3 and SiO_2 in the waste liquid that do not participate in the reaction, so the reaction can continue.Considering the reuse of pollutants and no secondary pollution of waste liquid, a green preparation scheme of zeolite A was designed and optimized.The use of cheap raw materials and template free synthesis methods will contribute to the large-scale application of green synthesis processes in the future.

References

1. Meinshausen M, Nicholls Z, Lewis J, et al. The shared socio-economic pathway (SSP) greenhouse gas concentrations and their extensions to 2500[J]. Geoscientific Model Development, 2020, 13(8): 3571–3605.

2. Nugent P, Belmabkhout Y, Burd S D, et al. Porous materials with optimal adsorption thermodynamics and kinetics for CO_2 separation[J]. Nature, 2013, 495(7439):80–84.

3. Boyd P G, Chidambaram A, E García-Díez, et al. Data-driven design of metal–organic frameworks for wet flue gas CO_2 capture[J]. Nature, 2019, 576(7786):253-256.

4. 任晓宇, 刘少俊, 曲瑞阳, 等. 制备方法对粉煤灰合成沸石的种类及性能的影响[J]. 煤炭学报, 2020, 45(5):10.

5. 任晓宇. 粉煤灰基沸石的合成、生长机理及其吸附性能的研究[D].浙江大学,2020.

6. 李勃. 粉煤灰合成 A 型沸石处理制革废水试验研究[D]. 兰州：兰州大学，2009.

7. 廉先进，葛宝勋，李凯琦. 用煤矸石作原料合成 A 型沸石分子筛工艺条件的探讨［J］. 郑州大学学报：理学版，1998（2）：36-41.

УДК 666.3

EFFECT OF IPA VOLUME FRACTION ON PREFERRED ORIENTATION OF ZNO NANOWIRES GROWN BY CBD METHOD AND MECHANISM

朱锦泽 (Zhu Jinze), 冯一鸣 (Feng Yiming), 宁志轩 (Ning Zhixuan), 刘含笑 (Liu Hanxiao)

东北大学（Northeastern University）

e-mail: 1598551314@qq.com

Summary. *ZnO nanowires with semi-polar and non-polar orientations are fabricated on Si (100) substrates by low temperature chemical solution deposition. This distinctive growth is achieved by a co-effect of the seed layer templates and CBD solution. The growth mechanism is illustrated in detail and these semi-polar and non-polar ZnO/Si heterostructures show an excellent unidirectional conductivity.*

ZnO nanomaterials have been widely used in optoelectronic devices, gas sensors, biosensors, solar cells and electromagnetic wave absorption due to their excellent physical chemistry properties. How to solve the C-axis predominance in the growth of nano-ZnO and prepare the semi-polar and non-polar preferred orientation has become the research focus. ZnO nanofibers were prepared by sol-gel and electrospinning methods using PVA, ethanol, acetic acid and zinc acetate dihydrate as raw materials, the effect of IPA volume fraction on the orientation of ZnO nanowires was studied by chemical bath deposition.

The precursor solution of ZnO nanowires is zinc acetate solution which is prepared by the sol-gel method. Then the fabrics of zinc acetate and PVA are obtained by electrostatic spinning, finally, ZnO nanowires is obtained by sintering in a well furnace as required. The CBD solution is formulated as follows: A 50 ml precursor CBD solution consisting of DI water and IPA as solvents which have the ratio of 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 % and 90 % (called A1–A6) with 25 mM Zn^{2+} concentration was prepared using $[Zn^{2+}]/[HMTA] = 1 : 1$ molar ratio, respectively. Afterwards, the pre-coated p-Si (100) substrates were immersed in the solution and maintained at 80 °C for 4 hours in a water bath fitted with a refluxing system.

In order to study the crystal structure of ZnO nanowires prepared by changing the volume fraction of IPA in solution, all the nanowires were tested by XRD. We calculated the texture coefficient to reflect the preference orientation of each group.

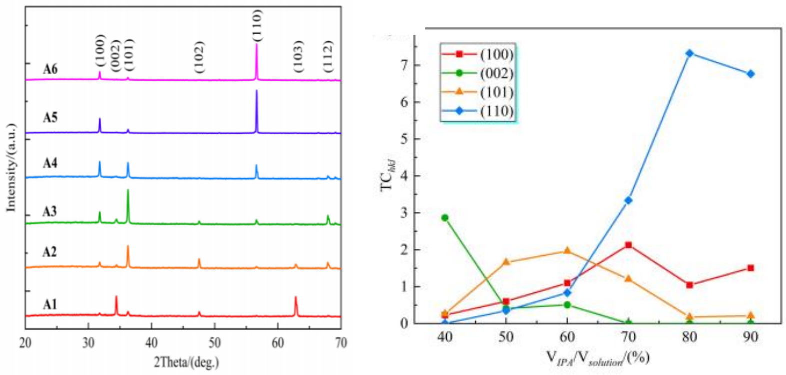


Figure 1 – Preferred orientation and crystallinity analysis of ZnO films prepared with different IPA volume fraction

The formula for calculating the texture coefficient is given as follows:

$$TC_{hkl} = \frac{\frac{I_{hkl}}{I_{hkl}^{s}}}{\frac{1}{n}\sum_{n}\frac{I_{hkl}}{I_{hkl}^{s}}}$$

where, I_{hkl} and I_{hkl}^{s} are the intensities of diffraction peaks of the sample and standard ICDD card corresponding to its plane (hkl).

When the texture coefficient of a crystal face (hkl) is greater than unity, the material is the preferred orientation of the (hkl) face. The higher the texture coefficient is, the higher the preferred orientation is. With the increase of IPA volume fraction, the preferential orientation of ZnO nanowires changed from (002) intrinsic growth to semi-polar surface, at last to (110) polar surface.

From the SEM images, fig. 2 (a) shows an obvious upright or inclined hexagonal prism, which is the preferred orientation of (002) .The neighboring grains are growing in competition with each other for growth space, as a result, the grains extrude each other at the place where the two grains contact to form the incomplete hexagonal morphology owing to the different orientation.The images (b) and (c) are wedge-shaped, because (b) and (c) are of the preferred orientation of (101). These grains can be seen as the inclined growth of six-prismatic grains, eventually exposed a six-prismatic angle and a row to form this wedge-shaped morphology. In fig. (d), the preferred orientation of ZnO is not obvious and it is a transition state. The fig. (e) and (f) show the "Roof-shaped" morphology of (110) preferred orientation. By forming the "Roof-shaped" morphology, the "Roof-shaped" on both sides of the grain is the (100) crystal plane of ZnO, and the plane parallel to the sample surface inside the grain is the (110) crystal plane of ZnO.

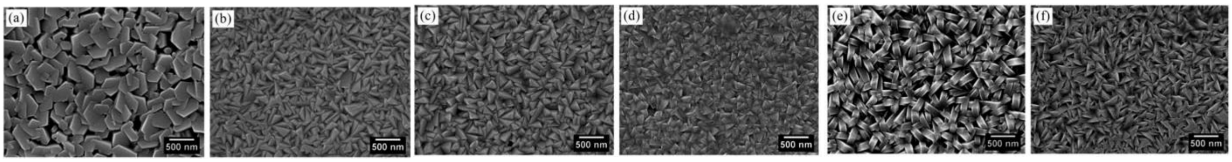


Figure 2 – The SEM images of ZnO films prepared at different IPA volume fractions:
a – 40 %; b – 50 %; c – 60 %; d – 70 %; e – 80 %; f – 90 %

The mechanism is explained from the steric hindrance effect. In solution, hydroxyl groups on IPA molecules can be linked to unbonded groups on the semiconductor surface by forming monomolecular complexes. When IPA is selectively adsorbed on a crystal face, the Steric hindrance effectis formed on above crystal face, which blocks the contact between foreign ions and the surface of ZnO, hence inhibiting the growth of the crystal face. In addition, the interaction between the functional groups of organic molecules in solution and the semiconductor surface is also affected by the polarity of the solution. The stronger the polarity of the solution, the weaker the binding force between the hydroxyl group and the unbonded group, and that being reversely. When IPA was not added, nano-ZnO was grown along the intrinsic growth surface. When the volume fraction of IPA is 40 %, the polarity of solution is still strong, the growth of (002) crystal plane is inhibited weakly. Nano-ZnO grows along (002), (103) crystal plane mainly, With the increase of IPA concentration, the polarity of solution decreases and the inhibition on (002) crystal plane is enhanced, nano-zno clearly grows along the semi-polar plane. When the volume fraction of IPA reaches 80 %, the growth of semi-polar surface is also inhibited, and nano-ZnO grows along (110) non-polar surface.

In summary, the orientation of ZnO nanowire is regulated by IPA through the Steric hindrance effect of its selective adsorption on ZnO crystal surface. Its excellent physical properties can be used in rubber, electrical properties can be used in gas sensor and humidity sensor. And because of ite adsorption, ZnO can be used to detect the protein or adsorption of pigment, too.

НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ. СТРОИТЕЛЬСТВО»

УДК 69.04

EXTRACTION OF VALUABLE LANTHANUM, ZIRCONIUM AND LITHIUM ELEMENTS FROM SOLID ELECTROLYTE $LI_7LA_3ZR_2O_{12}$ (LLZO)

Bolun Wang, Xianqian Sang, Xin Qu, Hongwei Xie, Huayi Yin
东北大学（Northeastern University）
e-mail: 85590@mail.neu.edu.cn

Summary. *Valuable elements in lithium-ion batteries is a very significant secondary resource. Based on the recovery and recycling of the spent all-solid-state lithium-ion batteries in the future, we explore extracting valuable lanthanum, zirconium, and lithium elements from the solid electrolyte tetragonal phase LLZO by the leaching with the dilute sulfuric, and then by precipitation methods of double salts and carbonate salt, and recrystallization, respectively.*

The all-solid-state lithium-ion battery (SSB) was developed, owing to high energy density, good safety, and little influence by external temperature, and is one of the most competitive energy storage batteries in the future [1, 2]. Therefore, the huge number of spent SSB will also danger our life environment like that of spent LIBs nowadays if SSB can completely replace LIBs in the future.

As well known, the solid-state electrolyte is the key material of SSB battery, which mainly includes lithium phosphorus oxynitride (LiPON) type, lithium fast ion conductor (LISICON) type, sodium fast ion conductor (NASICON) type, etc. Among them, the solid cubic garnet $Li_7La_3Zr_2O_{12}$(LLZO) inorganic electrolyte is popular and has potential for application because of its simple synthesis process, stable chemical and electrochemical properties, high ionic conductivity at room temperature, and good compatibility with electrodes [3–6].

Based on both no spent commercial LLZO-type lithium battery nowadays and the simplicity of phase transformation from cubic to tetragonal-phase, herein, we directly investigate the extraction of the valuable La, Zr, and Li elements in the solid electrolyte quadratic-phase LLZO by conventional hydrometallurgy methods.

Lithium hydroxide ($LiOH \cdot H_2O$), lanthanum oxide (La_2O_3), zirconia (ZrO_2), and isopropanol (C_3H_8O) were used to prepare the tetragonal LLZO solid electrolyte. Concentrated sulfuric acid (H_2SO_4 98wt%) was diluted to 0.5 mol/L for leaching the self-made solid electrolyte tetragonal phase LLZO.

Acid leaching and recovery of lanthanum, zirconium, and lithium elements in the tetragonal phase LLZO.

Preparation and characterization of the tetragonal phase LLZO.

Tetragonal phase LLZO was prepared by the solid-state sintering method [7].

Acid leaching of the tetragonal phase LLZO.

The 2.09 g self-made LLZO was immersed into the 0.5 mol/L dilute sulfuric acid with a stirring rate of 400 r/min. The contents of valuable La, Zr and Li elements in the filtrate analyzed by atomic absorption spectrophotometer (TAS-990 AAS) were used to calculate the leaching rate of the LLZO, the equation as follows:

$$\mu(\%) = \frac{c \times V}{m} \times 100\ \% \qquad (1)$$

μ – Leaching rate of the LLZO; c – Lithium element concentration in leaching solution; V – Volume of acid leaching solution; m – Mass of lithium element in the LLZO.

The double salt precipitation method was employed to extract lanthanum elements from the leaching solution. As a precipitant, sodium hydroxide was added to the above acid leaching solution to form $La_2(SO_4)_3 \cdot Na_2SO_4 \cdot 2H_2O$ double salt precipitation. The equation of extraction rate of lanthanum element is as follows:

$$\varphi(\%) = \frac{\alpha}{\beta} \times 100\ \% \qquad (2)$$

φ – Extraction rate of lanthanum element; β – Mass of lanthanum element in the leaching solution; α – Mass of lanthanum element in the dried sodium lanthanum sulfate double salt.

The precipitation method was employed to recover the zirconium element from the above filtrate. The equations of extraction rate of zirconium, and lithium elements are as follows, respectively:

$$\gamma(\%) = \frac{a}{b} \times 100\ \% \qquad (3)$$

γ – Extraction rate of zirconium element, *a* – Mass of zirconium element in zirconium carbonate, *b* – Mass of zirconium element in the filtrate recovered lanthanum.

$$\delta(\%) = \frac{c}{d} \times 100\ \% \qquad (4)$$

δ – Extraction rate of lithium element, *c* – Mass of lithium element in lithium carbonate, *d* – Mass of lithium element in the purified filtrate.

References

1. J. Janek, W.G. Zeier, A solid future for battery development, Nature Energy, 1 (2016) 16141.
2. Z. Cheng, T. Liu, B. Zhao, F. Shen, H. Jin, X. Han, Recent advances in organic-inorganic composite solid electrolytes for all-solid-state lithium batteries, Energy Storage Materials, 34 (2021) 388-416.
3. R. Murugan, V. Thangadurai, W. Weppner, Fast Lithium Ion Conduction in Garnet-Type Li7La3Zr2O12, Angewandte Chemie International Edition, 46 (2007) 7778-7781.
4. C.-L. Tsai, V. Roddatis, C.V. Chandran, Q. Ma, S. Uhlenbruck, M. Bram, P. Heitjans, O. Guillon, Li7La3Zr2O12 Interface Modification for Li Dendrite Prevention, ACS Applied Materials & Interfaces, 8 (2016) 10617-10626.
5. C.A. Geiger, E. Alekseev, B. Lazic, M. Fisch, T. Armbruster, R. Langner, M. Fechtelkord, N. Kim, T. Pettke, W. Weppner, Crystal Chemistry and Stability of "Li7La3Zr2O12" Garnet: A Fast Lithium-Ion Conductor, Inorganic Chemistry, 50 (2011) 1089-1097.
6. S. Yu, R.D. Schmidt, R. Garcia-Mendez, E. Herbert, N.J. Dudney, J.B. Wolfenstine, J. Sakamoto, D.J. Siegel, Elastic Properties of the Solid Electrolyte Li7La3Zr2O12 (LLZO), Chemistry of Materials, 28 (2016) 197-206.
7. S. Li, Preparation And Doping Modification On Garnet-Type Li7la3zr2o12 By A Solid-State Reaction, in, Harbin Institute of Technology, 2019.
8. J. Awaka, N. Kijima, H. Hayakawa, J. Akimoto, Synthesis and structure analysis of tetragonal Li7La3Zr2O12 with the garnet-related type structure, Journal of Solid State Chemistry, 182 (2009) 2046-2052.

УДК 69.04

21 世纪海上丝绸之路”建设面临的挑战与对策

Ge Chengrong (Ге Чэнжун)
Belarusian State University
e-mail: roy19940102@gmail.com

Summary. *In the 21st century, the change of the international marine strategic situation provides both opportunities and challenges for China's strategy of building a powerful marine country. Against this background, China has implemented the strategy of the "21st Century Maritime Silk Road". Focuses on the analysis of the achievements and challenges of China's "21st Century Maritime Silk Road" construction, and puts forward corresponding countermeasures based on the analysis.*

为努力走出一条具有中国特色与全球视野的海洋发展道路，中国实施了“21 世纪海上丝绸之路”战略。将这一宏大的国家建设规划从单一性的理论倡议过渡至更为有效的实践运作，有利于更好地利用海洋资源提高发展速度。

“21 世纪海上丝绸之路”涉及地域之广，人口数量之多，在提高各参与国经济总量的同时，其在世界发展中的积极作用所占比例也大幅提高。自“21 世纪海上丝绸之路”倡议提出以来，中国积极推进海洋治理体系和治理能力现代化，全面推动海洋管理体制创新、海洋权益维护、海洋生态文明建设和海洋法律法规制定，开发海洋、利用海洋、保护海洋、管控海洋能力得到显著提升。同时，国际海洋合作尤其是同沿线国家之间的海洋合作空间不断拓展，合作成效日益显著。根据 2021 年，中国国内生产总值 1143670 亿元，比上年增长 8.1 %[1]。据自然资源部数据显示，2021 年中国海洋生产总值首次突破 9 万亿元，对国民经济增长的贡献率为 8 %[2]。

“21 世纪海上丝绸之路”沿线相关国家所产生的猜忌和不信任感主要来源于以下两个方面：首先，该战略建设区域内地区热点复杂性高，解决难度大，而囿于多处于次大陆这一独特的地理位置、中国的现实国家实力也很难在短时间内得以解决以及相关参与国对所谓“中国威胁论”的先行认知，导致相关参与国始终无法消除中国的影响，害怕担心中国的战略进入是否会挤压其本来就狭小的国家自主空间，并与其国家影响力产生抵触；另一方面，该战略沿线诸国多与世界上其他国家，诸如南亚地区的印度、世界强国美国的战略利益产生重合之处，大国利益在这些参与国所在国家或者地区交汇，加深了中国与诸国的关系的复杂性。

美国作为一直以来的国际强权，在世界各地为自己争取尽可能多的国家利益。“21 世纪海上丝绸之路”沿线诸国对美国的离心力和对中国的向心力的差异对待愈发明显，这让强国美国感受到了其霸主地位受到的威胁。而包括“21 世纪海上丝绸之路”在内的“一带一路”国家战略本身就是中国为了摆脱美国在印太地区对中国所设置的包围圈而采取的应对之策，所以美国必定会插手。美国的干预使得原本就地区局势不稳、热点频发的沿线区域、国家之间关系也更加复杂，中国积极谋求与沿线诸国发展互利合作的双边、多边关系，更甚于建设合理性的海外战略支撑点以保证本国的合法权益毫无疑问也会受到美国的干涉遏制。美国通过“国际军事教育和培训”、“对外军事销售”以及“对外军事资助”等项目不断支援盟友与伙伴国的海上能力建设以加强对中国的战略围堵。作为美国坚定的战略同盟，日本也不断积极的推进其所谓的“安保钻石”构想，以扩大在南亚影响力。

由于中国政府在推行战略倡议的过程中还没有形成正确且具有引导性的支点国家合作范例，因而，中国与部分参与国间的战略不信任感不断加剧，且对双方的经贸、安全防务等多维合作都产生了严重的约束和影响。因而，以价值观外交引领政府间互信沟通机制的建立作为一项关键举措，从中国与沿线国家双边政府层面而言，能够行之有效的促进各国间的互利合作与共同发展。

从全球战略发展态势来看，打造“21 世纪海上丝绸之路”战略支撑点是中国现今乃至未来在国家建设层面另辟蹊径且最为理性的战略选择[3]。凭借其完备的同盟体系网络，辅之以“亚太再平衡”等战略的全球开展，美国作为世界强国更加卖力的充当着“离岸平衡者”的战略角色，针对遏制中国的战略意图再明显不过。面对中国不断拓展的海洋版图，美国一方面加紧喧嚣“中国威胁论”等不实论断，加剧中国与沿线诸国间岌岌可危的战略联系；另一方面，进一步深化与诸战略同盟之间的军事合作，在中国利益重合区内加剧对中国的战略挤压。美国以遏制中国为目的的“重返亚太”给地区秩序带来的更多是不稳定与失范。建设海外战略支撑点成为中国应对美国亚太政策 2.0 版的一项极为有效的战略举措，能够行之有效的保证海上能源通道的安全，提高海上能源安全指数，综合国家安全、国家利益、外交战略等方面考虑，以“21 世纪海上丝绸之路”为战略载体，在其战略沿线设立“战略支撑点”有利于推进中国与世界建立更加紧密利益联系的举措。

参考

1. 2021 年中国全年 GDP 破 110 万亿 人均突破 8 万元【电子资源】// 中国网。– 2022 年，中国。– 取用方式：http://henan.china.com.cn/m/2022-02/28/content_41888487.html. – 查阅日期：10.22.2022.

2. 2021 年我国海洋经济生产总值突破 9 万亿元【电子资源】// 中国自然资源报。– 2022 年，中国。- 取用方式：https://www.ndrc.gov.cn/fggz/dqjj/qt/202205/t20220524_1325262.html?code=&state=123. –查阅日期：10.22.2022.

3. 刘赐贵.发展海洋合作伙伴关系 推进 21 世纪海上丝绸之路建设的若干思考[J].国际问题研究,2014(04):1-8+131.

УДК 69.04

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN INTELLIGENT CIRCUIT ANALYZER

Li Guanguan, Zhou Luxing
Northeastern University
e-mail: 2685732581@qq.com

Summary. *This paper designs a smart socket based on microcontroller and WIFI module. The socket can measure the voltage information and grounding of the connected circuit, display the measurement results and voice broadcast, and the user can also view the measurement results in real time through the cell phone APP, and design a transparent waterproof box for it to enhance its waterproof performance, which has certain significance to the safe use of electricity.*

In recent years, electrical fires have occurred frequently in China, and it is difficult to detect various hidden dangers of electrical circuits in time by traditional detection means, making it difficult to implement the prevention of electrical fires in place. With the widespread use of WIFI technology in life, intelligent WIFI sockets have been widely studied for the advantages of reliable detection, convenient control and flexible application.

For this reason, it is imperative to design an instrument with circuit information collection function, which can voice broadcast relevant information and upload the detection results to the network side for managers to view and manage. The use of wireless networks to unify the management of circuit system information is conducive to the construction of circuit system safety platform, which can eliminate potential electrical fire safety hazards and avoid unnecessary economic losses, and can achieve prevention before it happens.

Based on this, this paper designs an intelligent instrument that can measure the line voltage and detect whether it is grounded, display and voice broadcast the measurement results, and allow users to view the detected circuit information in real time through a cell phone app. This design can be networked to meet the current pace of the times and market-oriented.

The multi-functional WIFI smart socket designed in this paper consists of four parts: power module, data acquisition, broadcast display and APP view. The whole circuit system is based on the microcontroller module as the core, the microcontroller processing the collected circuit data and then the display module and voice module display and broadcast the corresponding results. the WIFI module can connect the circuit data information processed by the microcontroller to the WIFI wireless network for users to view the socket circuit information in the cell phone APP terminal. The power supply module provides power for the whole circuit system.

In this paper, the system software is designed in a functional modular way, including data acquisition module, voice module, display module and wireless communication module. The main software program regulates each module to realize various functions of the smart socket. After the socket is started, the smart socket system terminal will be initialized, then the data acquisition module will collect data from the circuit connected to the socket, and the microcontroller will broadcast the corresponding voice information through the voice module, the display module will display the corresponding voltage value, and the WIFI module will make the WIFI connection between the cell phone and the smart socket. If the WIFI connection is unsuccessful, it will continue to identify the connection until it is successful and then upload the circuit information of the connected circuit to the client via WIFI for the user to view and understand the circuit in time.

In this paper, a transparent waterproof box is designed for the instrument to guarantee its waterproofness. The design of the transparent waterproof box makes its waterproof performance more excellent, prolongs the service life of the socket, increases the application scenarios in various situations such as outdoor, and has certain significance for the prevention of electrical fires and the safety of users' electricity use.

The instrument designed in this paper uses a wireless communication module to transmit information about the circuit. It can collect the voltage value and grounding condition of the connected circuit and can display the voltage value and voice broadcast the relevant information, and can also upload the test results to the user side, so that the user can understand the circuit information in real time, which is more practical and convenient. In the instrumentation research, domestic and foreign have been pursuing digitalization, intelligence, networking, miniaturization, the design to meet the current pace of the times, for the international market.

УДК 69.04

CALCULATION OF A REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTION WITH FINITE ELEMENT MODELING LOCATED IN SOIL

Medvedev L. U.
BNTU, department “G&SM”
e-mail: sm@bntu.by

Summary. *In this article there is a completed description of a calculation of a reinforced concrete construction with finite element modeling located in soil. The calculation was carried out on an electronic computer complex using software. Physical and mechanical properties of soil and reinforced concrete construction were taken into account.*

Properties of soil were determined by averages of interval data and characteristics of soil at normal condition. Properties of the reinforced concrete were provided by the SP 5.03.01-2020. Upper girder was loaded with equally distributed load in 60 kN/m. On the figure 1 geometry of the calculated construction is presented.

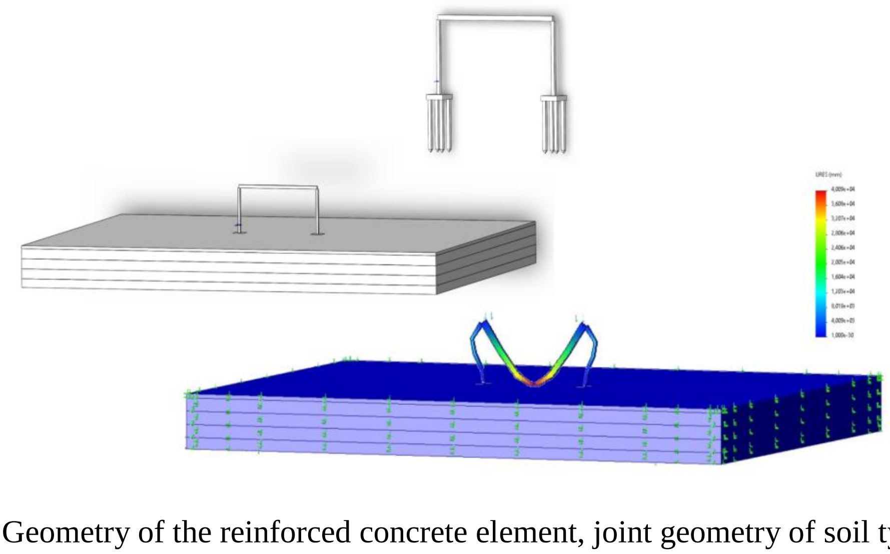


Figure 1 – Geometry of the reinforced concrete element, joint geometry of soil types, deformation diagram construction under load

Table 1 – Properties of soil types and reinforced concrete

Denomination of an element, characteristic, dimension	Reinforced concrete	Sandy loam	Clay loam	Clay	Limestone	Vegetal layer
Modulus of elasticity, H/m^2	30000000	90000000	345500000	1267900000	22000000000	55000000
Poisson's ratio	0.2	0.31	0.37	0.41	0.3	0.15
Shear modulus, H/m^2	12500000	60380000	26710000	48160000	7692000000000	13355000
Mass density, kg/m^3	2500	2000	2100	2200	2670	1250
Ultimate tensile strength, H/m^2	3528000	6000000	14000000	20000000	11500000	6000000
Ultimate strength in compression, H/m^2	39200000	58900000	88000000	100000000	100000000	58900000

Type of soil located in sequence: vegetal layer – sandy loam – clay loam – clay – limestone. Net finite elements were taken on warp mingled curvature, having 16 points of Jacobian size 100 mm on 50 mm. Diagrams of the routes, deformation (on the fig. 1), and stress were received as well. Functional also allows the acquisition of margin of safety. It is possible to make conclusions about deformations and routes only on the terrestrial parts of the reinforced concrete construction, on primings, which are located on the territory of the Republic, and at given averaged properties.

УДК 544.653.2

THE ELECTRICAL INSULATION STRENGTH OF ANODIC Al_2O_3 COATINGS WITH VIAS FOR POWER MULTICHIP MODULES

Shimanovich D. L.
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
e-mail: ShDL@tut.by

Summary. *The technological methods and regimes to improve the electrical insulation strength of anodic Al_2O_3 in vias of double-sided alumina bases for potential use in power multichip modules were discussed. It was shown that after using of the appropriate technological approaches the breakdown voltages of the obtained test samples were up to ~6 kV on working surfaces without holes and up to ~2,5 kV in vias.*

The aim of the presented research is developing of the methods and techniques using optimized technological regimes to improve the electrical insulation strength of anodic Al_2O_3 in vias of double-sided alumina bases for potential use in power multichip modules [1–6].

Preliminary experimental studies of fabricated alumina bases with vias matrices showed that in the process of electrochemical anodization at the junction of horizontal and vertical surfaces in vias, microcracks inevitably appeared due to anodizing fronts competing in different directions, restructuring of the porous structure and arising mechanical stresses, even if on the continuous surface of alumina bases, microcracks were completely absent.

It was shown that the dielectric strength of anodic Al_2O_3 in vias increased by minimizing the number of microcracks due to vias have chamfers (at an angle of up to 45 °C), a smooth profile at the inputs with satisfactory roughness parameters were formed on the initial samples of aluminum bases by machining and due to the smoothing of microcracks during reanodization. Various methods and techniques were developed and investigated consisting the compositions of single and multicomponent electrolytes and the electrochemical conditions of multistage anodizing for the beneficial (in terms of increasing the breakdown voltages in vias) structural rearrangement of anodic Al_2O_3 and the formation of multilayer elastic and flexible coatings with minimization of the number of microcracks and internal mechanical stresses. It was found that to ensure the high breakdown voltages, it is necessary to prime (fill the pores) of anodic Al_2O_3 and heal defective microcracks in vias with organosilicon varnish in an ultrasonic bath at a frequency of ~20–40 kHz at a maximum power of ~0,5 kW and temperature ~30 °C during 20 min. Moreover, this technological technique should be carried out in two cycles. Then after filling the excess varnish in the vias should be blowed out with compressed air and after removed from the surface with a squeegee and treated with a toluene solution, after which a multistage heat treatment procedure is carried out with a maximum temperature of 280 °C.

Thus, it was shown that after using of the appropriate technological methods the breakdown.voltages of the obtained test samples (fig. 1) were up to ~6 kV on working surfaces without holes and up to ~2,5 kV in vias (fig. 2).

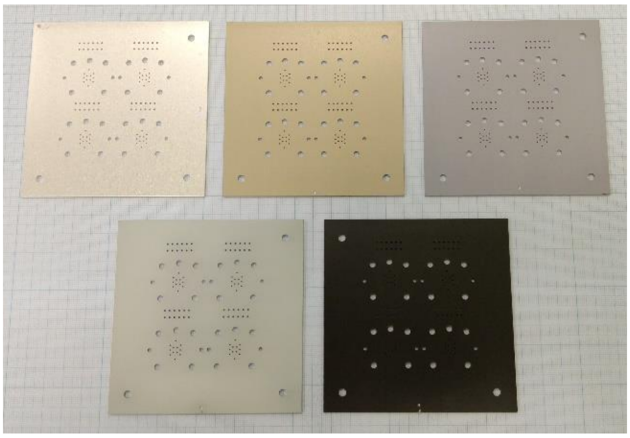


Figure 1 – Photo of various double-sided alumina bases with vias

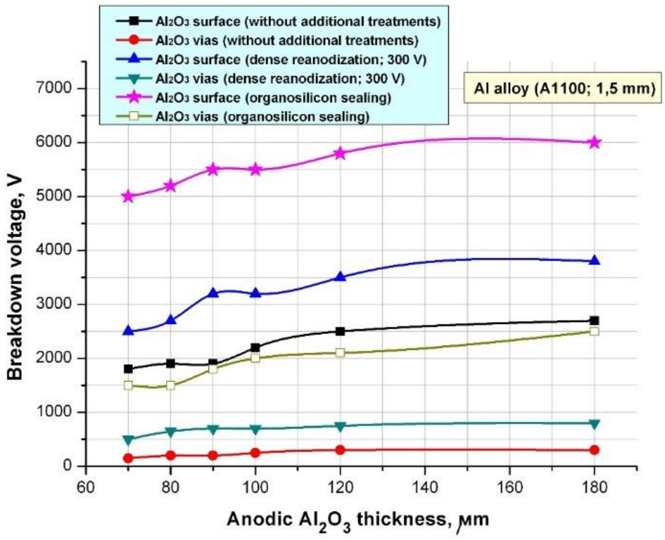


Figure 2 – Comparative analysis of technological methods influence on the breakdown voltage

References

1. Шиманович, Д. Л. Электрохимическая алюмооксидная технология для приборов силовой электроники / Д. Л. Шиманович, В. А. Яковцева // Доклады БГУИР. – 2019. – № 3 (121 –С. 5–11.

2. Шиманович, Д. Л. Методы формирования алюмооксидных микроструктур для мощных систем электромеханики / Д. Л. Шиманович, В. А. Сокол, Г. В. Литвинович // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2014. – Т. 14. – № 3. – С. 170–173.

3. Сокол, В. А. Технологические приемы формирования Al-Al2O3 микроструктур для мощных электромеханических систем / В. А. Сокол, Д. Л. Шиманович, Г. В. Литвинович // Доклады БГУИР. – 2012. – № 8. – С. 44–49.

4. Шиманович, Д. Л. Формирование пассивной части многокристальных модулей на базе алюмооксидных оснований и Ni-Cu металлизации / Д. Л. Шиманович // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2013. – Т. 13. – № 3. – С. 178–181.

5. Шиманович, Д. Л. Технологические режимы для снижения внутренних напряжений, улучшения термической устойчивости к образованию трещин и повышения электрической прочности в анодных структурах Al-Al2O3 / Д. Л. Шиманович // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2015. – Т. 15. – № 3. – С. 79–82.

6. Шиманович, Д. Л. Оптимизация методов формирования толстослойных диэлектрических покрытий на основе анодного оксида алюминия при электрохимическом анодировании широкоформатных Al-подложек и теплопроводящих оснований с радиаторами / Д. Л. Шиманович // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2016. – Т. 16. – № 3. – С. 116–119.

УДК 621.923.6

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАТЫЛОВАНИЯ ДИСКОВЫХ ЗУБОРЕЗНЫХ ФРЕЗ

Ажар А. В., Дулуб А. Д., Кустов С. В., Минасян Г. О.
Белорусский национальный технический университет
e-mail azhar.a@bntu.by

Summary. *3D modeling was carried out to determine the optimal diameters of grinding wheels for backing the back surface of the tooth of a disk gear cutter with a module m = 1...16 mm. A linear relationship has been established between the height of the tooth, the angle of the flute of the cutter and the diameter of the grinding wheel. It has been proven that the formation of a "saddle" on the tooth during grinding with a wheel obtained by modeling does not affect the overall tool life.*

Затылование шлифованием задней поверхности зуба по кривой в виде спирали Архимеда, наиболее трудоемкая, сложная и ответственная (финишная) операция, на которой достигается требуемая точность и качество изготовления дисковой зуборезной (модульной) фрезы. Наибольшие проблемы при выборе метода затылования связаны с точностью получаемого профиля и производительностью операции, которая лучше всего обеспечивается цилиндрическим спрофилированным шлифовальным кругом. При этом стремятся выбрать круг наибольшего диаметра. При таком выборе часто не удается получить затылок, прошлифованный по всей длине зуба, т. к. в конце рабочего хода круг может задеть соседний зуб. Недобег круга приводит к образованию «седла» на зубе. В результате спинка зуба может выступать над профилирующей режущей кромкой. Этот недостаток зуба с «седлом» часто проявляется при переточке инструмента, сокращая его суммарный срок службы. Решить эту проблему не удается даже при уменьшении числа зубьев. При этом современное производство нацелено на использование «многозубых» фрез повышенной производительности. Тогда применяется двойное затылование. Нешлифованный участок подвергают затылованию резцом с помощью кулачка со спадом K_1 в 1,5–1,75 раза большим спада кулачка K для шлифованной части. Эта дополнительная операция или переход приводят к увеличению трудозатрат и стоимость изготовления фрезы.

На практике диаметр дискового шлифовального круга для затылования задних поверхностей рассчитывается по формуле (1):

$$D_{\text{кр.расч.}} = \frac{D_{\text{фр}}}{2}\sin\frac{180}{z}\cdot\frac{1}{\sin\alpha_{\alpha}}, \qquad (1)$$

где $D_{фр}$ – диаметр фрезы, мм; z – число зубьев, шт; α_{α} – задний угол на зубе, град.

Выбор круга по формуле (1) позволяет сократить объем опытных испытаний, но не позволяет оптимизировать параметры операции затылования и тем более конструкцию фрезы. Для решения задач выбора оптимального диаметра, профиля и положение шлифовального круга для операции затылования, а также назначения конструктивных параметров фасонной фрезы связанных с особенностями заточки и переточки инструмента ранее была разработана методика. Она основана на применении современных векторных параметрических 3D САПР. Метод апробирован на фасонных многониточных фрезах для обработки статора линейного двигателя ОАО «Планар» и ряде дисковых модульных фрез.

Целью работы является усовершенствование предлагаемого метода моделирования операции затылования, уточнения его возможностей для оптимизации конструкции и технологии изготовления стандартных дисковых фрез модулем m = 1…16 мм.

Результаты 3D моделирования подтвердили несостоятельность формулы (1) для определения диаметров шлифовальных кругов обеспечивающих затылок зуба на 2/3 длины, за исключением фрез модулем m = 6 мм (рис. 1). В остальных случаях диаметр рассчитанного круга больше смоделированного. Разница диаметров достигает 2,5 раз при затыловании фрез модулем m = 14 мм. Длина участка затылования рассчитанным кругом меньше чем смоделированным и разница этих длин достигает 42 % для фрез с m = 16 мм. Увеличение диаметра круга по отношению к оптимальному приводит уменьшению длины затылования, но в меньшей степени. Таким образом, в случае преобладающего влияния стоимости операции затылования на стоимость инструмента и его эксплуатацию диаметр круга необходимо выбирать по расчетным зависимостям. В случае большего влияния на цену эксплуатации фрезы цены восстановления и суммарного ресурса инструмента следует выбирать смоделированные круги. Анализ геометрии шлифовальных кругов подтверждает необходимость учета при выборе диаметра круга не только окружного шага θ (числа зубьев z) и диаметра затачиваемой фрезы $D_{фр}$, но и высоты профиля зуба H с углом стружечной канавки θ_2. Так дисковые фрезы модулем m = 6 и 7 мм, 8 и 9 мм, 10 и 11 мм, 12 и 14 мм имеют одинаковые диаметры $D_{фр}$ и число зубьев z, но разные диаметры кругов для затылования (рис.1). При проведении дополнительных построений на модели фрезы диаметром Ø140 с числом зубьев z = 10 (аналог фрезы модулем m = 10 мм) установлено, что при увеличении угла стружечной канавки θ_2 (рис. 2) диаметр смоделированного круга линейно возрастает, при увеличении высоты профиля зуба H (рис. 3) линейно уменьшается. Остаточная седлообразность при затыловании профиля зуба на 2/3 длины не влияет на контакт с деталью рабочего профиля предельно сточенного зуба после восстановления (расстояние y) (рис. 4).

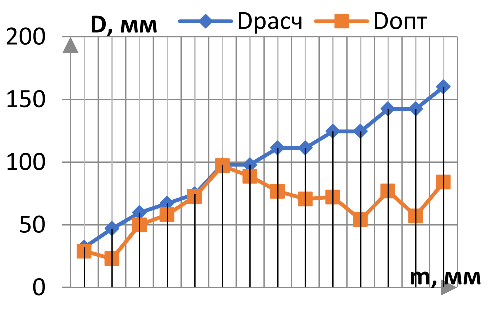


Рисунок 1 – Зависимость диаметра D шлифовального круга от модуля m фрезы: $D_{расч}$ – рассчитанный диаметр круга; $D_{опт}$ смоделированный

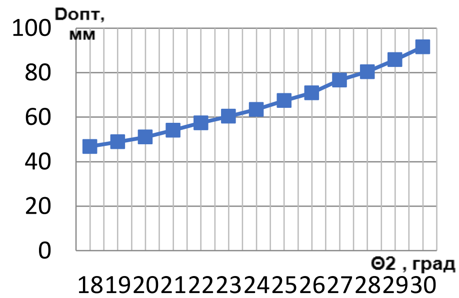


Рисунок 2 – Зависимость диаметра $D_{опт}$ смоделированного круга от угла стружечной канавки θ_2 дисковой фрезы модулем m = 10 мм

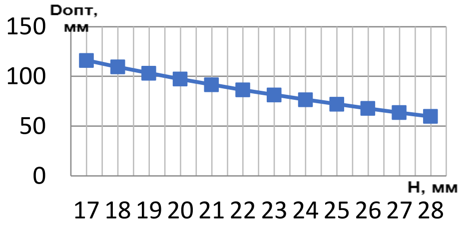


Рисунок 3 – Зависимость диаметра $D_{опт}$ смоделированного круга от высоты зуба H дисковой фрезы модулем m = 10 мм

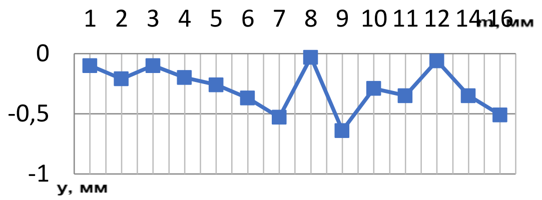


Рисунок 4 – Расстояние y между вершиной седла и высотой профиля максимально сточенного зуба дисковых фрез модулем m = 1…16 мм

Формула (1) при выборе шлифовального круга носит приблизительный характер и не позволяют оптимизировать операцию затылования и тем более конструкцию дисковой модульной фрезы. На выбор диаметра круга кроме диаметра фрезы, количества зубьев и заднего угла заточки влияет высота профиля и угол стружечной канавки. Седлообразность возникающая при затыловании фрез смоделированными кругами не влияет на величину предельно сточенного зуба после восстановления, что исключает операцию второго затылования зуба резцом. Выбор оптимального шлифовального круга должен основываться не только на ограничениях, связанных с параметрами станка и применяемой оснастки, но и осуществляться с учетом комплексного показателя операции затылования учитывающего ресурс, как шлифовального круга, так и затачиваемого инструмента.

УДК 621.785

УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА МОДИФИЦИРОВАНИЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО НАГРЕВА

Алексеев Ю. Г., Будницкий А. С., Сенченко Г. М.
Белорусский национальный технический университет,
e-mail: budnitskiy@park.bntu.by

Summary. *A new method is proposed for increasing the hardness, wear resistance and antifriction characteristics of the surface of titanium and titanium alloys, based on electrochemical-thermal treatment, which is performed by electrolytic-plasma heating in a nitrogen- or carbon-containing electrolyte, followed by hardening by turning off the operating voltage. When a voltage in the range of 100–300 V is applied to the electrochemical cell, local boiling of the liquid occurs around the workpiece due to the release of Joule heat. Under these conditions, the electrolyte near the surface of the workpiece is heated to the boiling point, and the workpiece being processed, being separated from the bulk of the electrolyte, is heated to temperatures of 400–1100 ºC. The high temperatures of the workpiece will make it possible to saturate the surface with atoms of light elements contained in donor substances dissolved in the electrolyte. The presence of carbon-containing and nitrogen-containing components in the electrolyte determines a certain carbon or nitrogen potential of the gas-vapor shell, as a result of which chemical-thermal treatment becomes possible. Under the conditions of electrolytic-plasma heating, diffusion processes are intensified, which makes it possible to significantly reduce the time of chemical-thermal treatment to 5–10 min.*

Благодаря особым свойствам титан и сплавы на его основе получили в настоящее время широкое распространение при производстве ряда ответственных изделий. Эти материалы применяются в самолетостроении, атомной энергетике, космической технике, ультразвуковой технике, а также при производстве изделий медицинского назначения. Причем именно производство изделий медицинского назначения является в последнее время одной из важнейших сфер применение титана и его сплавов.

К важнейшим преимуществами титана и титановых сплавов относятся малая плотность, высокая удельная прочность, высокая жаропрочность и чрезвычайно высокая коррозионная стойкость, обусловленная способностью титана образовывать на поверхности тонкие сплошные оксидные пленки. При этом имеются недостатки, которые ограничивают, а в некоторых случаях делают невозможным применение титана при изготовлении многих изделий. К ним относятся низкая износостойкость и усталостная прочность, плохие антифрикционные свойства, обусловленные налипанием частиц титана на контртело, в особенности при работе пары трения титан-титан. Поэтому применение изделий из титана и его сплавов в узлах трения и в подвижных соединениях является крайне ограниченным. Обладая незначительной толщиной окисной пленки и большой реакционной способностью участков поверхностей, образующихся в процессе трения, титан склонен к схватыванию с последующим повреждением поверхностей контакта.

Существующие способы повышения твердости, износостойкости и антифрикционных характеристик поверхности изделий авиационной техники, машиностроения и медицины из титана и его сплавов, применяемые в настоящее время в мировой практике, основаны на модифицировании поверхностного слоя с применением ионно-плазменных и химико-термических методов. Применяемые методы позволяют получать на поверхности титана и его сплавов упрочненные слои с микротвердостью до 20 ГПа толщиной до 0,2 мм.

Повышение прочностных и антифрикционных свойств поверхности титана и его сплавов методом химико-термической обработки достигается за счет диффузионного насыщения азотом, бором, кремнием, металлами. Наиболее распространенным видом химико-термической обработки титана и титановых сплавов является азотирование, позволяющее добиться высоких значений микротвердости. Химико-термическое азотирование титана достигается нагреванием его в атмосфере аммиака или азота, соответственно, при 870, 980 °С. Недостатком метода является ухудшение таких механических свойств титана, как прочность, пластичность и вязкость, что связано с образованием на поверхности, наряду с нитридным, также и гидридного слоя. Другим недостатком способа является малая глубина упрочненного слоя – до 0,16 мм. Кроме того, максимальное упрочнение поверхности достигается после очень продолжительной обработки – 16 ч. Ионно-плазменное азотирование обеспечивает диффузионное насыщение поверхностного титана и титановых сплавов азотом в азотной плазме при температуре 800–950 °С. Кроме повышения износостойкости и антифрикционных характеристик, метод обеспечивает повышение коррозионной стойкости поверхности титана. К недостаткам метода необходимо отнести сложность его реализации, необходимость дорогостоящего технологичного оборудования и достаточно большую длительность обработки – 3–6 ч.

В качестве альтернативы существующим методам модифицирования поверхности титана и титановых сплавов нами предложен метод электрохимико-термической обработки – электролитно-плазменный нагрев в азот- или углеродсодержащем электролите с последующей закалкой путем отключения рабочего напряжения. При подаче напряжения в диапазоне 100–300 В на электрохимическую ячейку, вокруг заготовки происходит локальное вскипание жидкости за счет выделения джоулева тепла. В этих условиях электролит вблизи поверхности заготовки разогревается до температуры кипения и обрабатываемая заготовка, оказываясь отделенной от основной массы электролита, разогревается до температур 400–1100 ºС. Высокие температуры заготовки позволят проводить насыщение поверхности атомами легких элементов, содержащихся в веществах-донорах, растворенных в электролите. Наличие в электролите углеродсодержащих и азотсодержащих компонентов обусловливает определенный углеродный или азотный потенциал парогазовой оболочки, в результате чего становится возможной химико-термическая обработка. В условиях электролитно-плазменного нагрева интенсифицируются диффузионные процессы, что позволит значительно сократить время химико-термической обработки до 5–10 мин.

Преимуществами такого метод перед другими существующими методами термической обработки является высокая скорость нагрева заготовки (до 250 °С/с), а также высокая скорость диффузионного насыщения (до 100 мкм/мин). Кроме того, применение электролитно-плазменного нагрева позволяет сформировать на поверхности защитный оксидный слой, обеспечивающий дополнительное повышение коррозионной стойкости.

УДК 621.794.61

ФОРМИРОВАНИЕ СВЕТОПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Алексеев Ю. Г., Паршуто А. Э., Янович В. А., Сенченко Г. М.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: yanovich@park.bntu.by

Summary. *Special requirements are imposed on light-absorbing coatings on products made of aluminum and titanium alloys: ensuring a given spectral reflection coefficient and brightness coefficient; ensuring mechanical strength, hardness and resistance to environmental influences, high adhesion of the coating to the base. In some cases, the coating also requires high resistance to ultraviolet and ionizing radiation, low pressure. The existing methods for obtaining light-absorbing coatings based on chemical methods, anodic oxidation, electrochemical deposition, vacuum plasma treatment, microarc oxidation have a number of disadvantages. The solution to the problem of obtaining high-quality light-absorbing layers with a low reflection coefficient is to improve the characteristics of the technological pulses of the microarc oxidation process and to create fundamentally new processing schemes using electrolyte flows. Therefore, to solve the problem of obtaining high-quality light-absorbing coatings, including on internal surfaces, it is proposed to perform the process of microarc oxidation with controlled anodic and cathodic pulses with a duration of 3–10 ms using a special electrode-hydraulic system.*

Светопоглощающие покрытия применяются в электронно-оптических системах, в приборостроении для снижения рассеянного светового фона, а также при изготовлении приемников излучения, преобразователей солнечной энергии, устройств оптической обработки информации, которые изготавливаются, как правило, из алюминиевых и титановых сплавов. Такие покрытия обеспечивают ослабление фонового излучения. Коэффициент ослабления различается в зависимости от типа и материалов покрытий, химико-физических свойств поверхностей, на которые их наносят.

К светопоглощающим покрытиям предъявляются особые требования: обеспечение заданного спектрального коэффициента отражения и коэффициента яркости; обеспечение механической прочности, твердости и стойкости к воздействию внешней среды в течение срока эксплуатации изделия, высокая адгезия покрытия к основанию. В ряде случаев от покрытия требуется также высокая устойчивость к ультрафиолетовому и ионизирующему излучению, низкому давлению.

Существующие в настоящее время методы получения светопоглощающих покрытий включают химические методы, анодное оксидирование с последующим окрашиванием в анилиновых красителях, электрохимическое осаждение, вакуумно-плазменную обработку, микродуговое оксидирование (МДО). Преимуществом химических методов является возможность обработки поверхностей сложных форм, а также низкая стоимость промышленного оборудования для получения покрытий. Основным недостатком является сложность управления в широких пределах эксплуатационными свойствами покрытий: коэффициентами отражения и яркости, адгезией, износостойкостью. Преимущество вакуумного метода нанесения светопоглощающих покрытий заключается в гибком управлении технологическими параметрами процесса, достижении заданных спектральных значений коэффициента отражения, что весьма затруднительно при использовании химических методов. При этом недостатком является сложность технологии, необходимость контроля большого количества технологических характеристик и высокая стоимость технологического оборудования.

Недостатками применяемых процессов черного никелирования являются как правило низкая коррозионная стойкость, низкая износостойкость формирующихся покрытий, а также их слабое сцепление с металлом основы. Ультрачерные пленки, получаемые анодным оксидированием с последующим заполнением пор черным анилиновым красителем не устойчивы к ультрафиолетовому и ионизирующему излучению.

Существующие методы, основанные на применении МДО, обеспечивают высокие прочностные и эксплуатационные характеристики светопоглощающих покрытий: высокую износостойкость, твердость, термостойкость, коррозионную стойкость, хорошую адгезию к основе. Основным недостатком МДО являются низкие коэффициенты поглощения формируемых покрытий. Кроме того, особой проблемой является создание на основе метода МДО таких покрытий как на наружных, так и на внутренних поверхностях длинномерных изделий и изделий сложной формы – внутренних и наружных поверхностей корпусов оптических приборов, которые эксплуатируются в жестких условиях.

В применяемых методах МДО, как правило, используется переменный ток промышленной частоты (50 Гц), что сильно ограничивает возможность управления амплитудно-частотными характеристиками рабочих импульсов и свойствами формируемых оксидных слоев. Поэтому повышение оптических поверхности обычно осуществляется за счет разработки новых или усовершенствования существующих электролитов для МДО. Причем часто такие электролиты содержат токсичные компоненты и требуют постоянной корректировки в процессе работы, что затрудняет их широкое практическое применение.

Наряду с разработкой новых электролитов решением проблемы получения качественных светопоглощающих слоев на изделиях из алюминиевых и титановых сплавов с низким коэффициентом отражения, является совершенствование характеристик технологических импульсов процесса МДО и создание принципиально новых схем обработки с применением потоков электролита. Поэтому для решения проблемы получения качественных светопоглощающих покрытий, в том числе и на внутренних поверхностях, нами предложено выполнять процесс МДО с управляемыми анодными и катодными импульсами длительностью 3–10 мс с использованием специальной электродно-гидравлической системы. Изменение соотношений длительностей и амплитуд анодных и катодных импульсов тока позволяет значительно расширить технологические возможности процесса оксидирования, что дает возможность управлять характеристиками формируемых светопоглощающих покрытий в широких диапазонах значений. Для формирования на внутренней поверхности трубчатых изделий из алюминиевых и титановых сплавов оксидных слоев разработана специальная электродно-гидравлическая система, позволяющая создать в зоне обработки необходимые электрические и гидравлические условия для успешного протекания процесса микродугового плазменного процесса.

УДК 621.396.229.004.716

РАЗРАБОТКА ДЕТЕКТОРА СРАБАТЫВАНИЯ ПОЖАРНОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ

Бондарев И. Г., Сопильник П. Л., Левошкина А. А., Цуркан А. М.
Витебский государственный университет имени П. М. Машерова
e-mail: D.Dovgulevich@ya.ru

Summary. *When designing the fire detector Activation Information module (MISPI), the question arose about creating the most effective and reliable way to detect the fire detector operation, and the task of transmitting data to the final recipient also arose. The report discusses the selection of hardware components and software development tools.*

При проектировании модуля информирования о срабатывании пожарного извещателя (МИСПИ), встал вопрос о создании наиболее эффективного и надежного способа детектирования срабатывания пожарного извещателя, а также возникла задача передачи данных конечному получателю.

При создании устройства был проведен анализ возможных компонентных и программных составляющих и были выбраны наиболее удачные варианты для создания прототипа. Для быстрого теста возможности реализации МИСПИ был ввиду очевидных преимуществ ESP32, таких как стоимость, размер, скорость работы наличие Wi-fi и Bluetooth.

Среди возможных вариантов микрофона мы выбрали аналоговый модуль, подключенный через компаратор, у такого варианта нет прямой связи с платформой ESP32, и потому возможно только детектирование наличия звука выше заданного уровня громкости, и фиксирование его длительности. Форму сигнала и частотные характеристики получить будет невозможно. Таким образом, использование дискретного датчика убирает возможность прослушивания звука с микрофона на аппаратном уровне. Что очень критично с точки зрения информационной безопасности.

Для реализации клиент-серверной архитектуры было принято решение использовать протокол TCP/IP, т. к. контроллер, используемый в МИСПИ аппаратно поддерживает этот стек и имеет Wi-Fi модуль, позволяющий передавать данные на сервер.

Для корректной работы МИСПИ было необходимо разработать сервер, который бы принимал и обрабатывал данные, поступающие с МИСПИ, и впоследствии отправлять их с помощью телеграмм-бота конечному клиенту. В процессе обсуждения было решено разрабатывать сервер на Python с использованием библиотеки socket. Решающими факторами для использования этого языка стали преимущества Python:

– удобство прототипирования, архитектуры сервера;
– быстрое развертывание, приложения на новом устройстве;
– удобные библиотеки для работы с Телеграм-ботом и реализации сервера.

Принцип работы датчика. При возникновении пожара происходит срабатывание АПИ, в виде громких, периодических звуковых сигналов. Когда на данном АПИ установлено МИСПИ, то микрофонный модуль включается при превышении указанного порога громкости и фиксирует длительность сигналов, а также их периодичность, таким образом отделяя звук АПИ от других возможных звуков. В дальнейшем звук обрабатывается в устройстве МИСПИ, и оно принимает различные действия, в зависимости от полученных с микрофона данных.

Структура работы системы оповещения стала следующей: МИСПИ детектирует срабатывание автономного пожарного извещателя, после чего отсылает закодированное сообщение с данными о срабатывании и ID МИСПИ на сервер; тот, в свою очередь, анализирует их, ищет в базе данных зарегистрированный МИСПИ с таким ID, после чего отправляет соответствующему пользователю уведомление о срабатывании посредством бота в Телеграм.

Фактически, сервер используется в качестве брокера, обрабатывающего и распределяющего входные данные от устройств по клиентам, это позволяет делать следующие связи: одно устройство – много клиентов и много устройств – один клиент. Кроме того, на сервере можно анализировать данные о работе устройств, такие как частота срабатывания, время автономной работы, длительность срабатывания, и т. д.

Выводы. Анализ звуковых сигналов в различных проектах и ситуациях может быть эффективным средством. Звук, благодаря своим физическим характеристикам, гораздо проще выявить, проанализировать и обработать. Это дает некоторую свободу при проектировании проектов. Главная сложность заключается в построении правильной работы с ним, без пропуска немаловажных факторов, например, таких как периодичность и длительность звуковых сигналов, а также их правильная обработка.

Использование же отдельного сервера в качестве промежуточного звена дает множество преимуществ, в частности возможность анализировать данные о работе устройства и организовывать сложные связи между клиентами и устройствами. Язык Python как инструмент для написания серверного приложения показал себя как удобный и гибкий инструмент, позволяющий организовать работу по сбору информации о срабатывании и отправки этих данных клиентам посредством Телеграм-бота.

Как итог нам удалось создать эффективный модуль, расширяющий базовые возможности АПИ наиболее эффективными вариантами, что положительно сказалось не только на работе всего устройства в целом, но и на открытости конечному пользователю.

Список использованных источников

1. Довгулевич, Д. А. Разработка программного обеспечения для одноплатной вычислительной системы с позиционированием / Д. А. Довгулевич // Молодость. Интеллект. Инициатива: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, Витебск, 19 апреля 2018 г. / ВГУ имени П. М. Машерова. – Витебск, 2018. – С. 18–19.

2. Бирюкова, Д. В. Создание модуля управления многофункциональной трости / Д. В. Бирюкова, А. В. Шидловский // Молодость. Интеллект. Инициатива: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, Витебск, 22 апреля 2020 г. / ВГУ имени П. М. Машерова. – Витебск, 2020. – С. 7–8.

3. Новый, В. В. Сетевые технологии и сервисы: методические рекомендации / М-во образования Республики Беларусь, Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова», Каф. информатики и информационных технологий. – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2017. – 49 с.

УДК 621.9

ПРИМЕНЕНИЕ «УМНЫХ» СТРУКТУР В СТАНКОСТРОЕНИИ

Брель Д. И., Гаммель Р. А., Гордиенко А. В.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: mstools@bntu.by

Summary. *The possibilities of piezoelectric and magnetostrictive actuators as examples of adaptron systems were considered. The article shows the advantages of using new functional materials.*

Среди новых решений в станкостроении можно выделить следующие [1]:

1) использование механизмов на основе новых физических принципов, например, магнитострикционные приводы, магнитная подвеска шпинделей и др.;

2) применение мехатронных и адаптронных устройств, что создает предпосылки для получения принципиально новых конструкторских решений;

3) в систему управления вводятся все более сложные элементы искусственного интеллекта, включая распознавание образов деталей, контроль качества изделий, адаптацию к процессу обработки и другим изменениям состояния станка.

Термин «адаптроника» подразумевает использование в качестве датчиков так называемых «умных», или «интеллектуальных», материалов и конструкций. Применяются сплавы с памятью формы и магнитострикционные, пьезокерамика, электрореологические жидкости, то есть осуществляется интеграция в саму механическую или мехатронную структуру функций автоматического получения информации о характеристиках движения и форме его осуществления [2].

Мехатронные системы обычно состоят из самостоятельных отдельных элементов: привода, датчика и устройства управления. В адаптронных системах эти важные элементы скорее аффилированы, так как применяемые «умные материалы» не просто неотъемлемая часть системы, а являются частью структуры, которая сочетает в себе сенсорные, приводные и механические функции.

Функциональность привода означает изменение формы, положения, частоты колебаний или других механических свойств в зависимости от изменения температуры, электрических или магнитных полей. Наиболее часто используются «умные материалы» для приводов.

Ведутся разработки и уже созданы элементы станка, которые полностью или преимущественно состоят из «умных» материалов, представляют собой «интеллектуальные» структуры, объединяющие традиционные структуры с интеллектуальными элементами, такими как встроенные датчики или исполнительные механизмы [2].

Как пример «интеллектуальной» структуры рассмотрим пьезоактуатор – сверхпрецизионный короткоходный линейный электропривод.

Наиболее распространенным типом пьезоэлектрических актуаторов является пакетный. Внутри его корпуса находится пакет в виде цилиндрического столбца, набранный из большого количества плоских пьезокерамических элементов, чередующихся с пластинами-электродами. При подаче напряжения высота каждого элемента и, следовательно, всей стопки изменяется примерно на 0,1…0,2 %. Таким образом, длину хода пакетного прецизионного пьезоактуатора можно оценить на уровне 1 мкм или чуть больше на 1 мм его высоты. Развиваемое усилие зависит от площади поперечного сечения столбца пьезокерамических элементов и составляет 5–10 кН на 1 см^2. Модификацией данного типа являются многослойные пьезоактуаторы, в которых пьезокерамические элементы при изготовлении сплавлены друг с другом в монолитный блок. Это позволяет на порядок увеличить усилие.

Точность позиционирования пьезоэлектрических актуаторов достигает тысячных долей нанометра. Они надежны, долговечны, обладают отличным быстродействием, развивают высокие ускорения и сочетают большое развиваемое усилие с компактностью. Пьезоактуаторы не имеют вращающихся и скользящих частей, не требуют смазывания и обслуживания, способны работать при низких температурах и в вакууме. Их недостатками являются небольшая длина хода, ограничивающая область использования, высокая цена [3].

Существуют и магнитострикционные актуаторы.

Действие такого актуатора основано на магнитострикционном эффекте – изменении микроструктуры и линейных размеров вещества под действием магнитного поля. К магнитострикционным материалам относятся ферромагнетики и ферримагнетики. Наиболее сильной магнитострикцией обладают керамические материалы на основе редкоземельных металлов. Самый известный и широко используемый магнитострикционный материал – терфенол-Д, состоящий из железа, тербия и диспрозия.

Типичный магнитострикционный актуатор состоит из цилиндрического стержня, магнитной катушки вокруг него и корпуса, придающего конструкции целостность и прочность, а также выполняющего функцию магнитного экрана. Стержень изготовлен из магнитострикционного материала и удлиняется при воздействии на него магнитного поля катушки, что позволяет осуществлять линейное перемещение. Изменение размеров материала зависит от напряженности приложенного магнитного поля, при этом, если поле переменное, длина стержня тоже будет изменяться циклически. Верхняя частота спектра переменного поля может достигать 20 кГц, поэтому такой режим работы позволяет осуществлять циклические перемещения со скоростью до нескольких тысяч циклов в секунду.

Магнитострикционные актуаторы близки по своим характеристикам к пьезоактуаторам. По сравнению с ними, магнитострикционные актуаторы развивают в несколько раз меньшее усилие, зато имеют большее относительное удлинение, до 1 %. Длина хода определяется длиной актуатора, которая может составлять до 200 мм. Максимальное усилие зависит от диаметра стержня и находится на уровне нескольких десятков килоньютонов.

Существуют магнитные материалы с памятью формы, например, сплав никеля, марганца и галлия. Как и магнитострикционные материалы, они изменяются в размере под воздействием магнитного поля, поэтому их не следует путать с обычными материалами с памятью формы, для активации которых, требуется нагрев рабочего элемента. Пока актуаторы на основе магнитных материалов с памятью формы являются предметом научных разработок и промышленно не выпускаются. В принципе, такой актуатор может иметь относительное удлинение до 5–10 %.

Области применения магнитострикционных актуаторов определяются их особенностями – малой длиной хода и высоким быстродействием. Поэтому они используются для осуществления линейных перемещений на небольшие расстояния, например, в обрабатывающих центрах и металлорежущих станках с ЧПУ.

Линейное перемещение магнитострикционного актуатора осуществляется за счет изменения формы материала, что обеспечивает высокую жесткость. Магнитострикционные материалы не деградируют со временем и не боятся перегрева, при остывании они восстанавливают свои свойства. Однако они требуют высокой напряженности магнитного поля, поэтому актуаторы на их основе потребляют большой ток. Важным преимуществом магнитострикционных актуаторов является высокая скорость непрерывной циклической работы [4].

Список использованных источников

1. Кузнецов А. П. Направления развития металлорежущих станков: системные принципы. Часть 2 // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2020. № 4. С. 36–45.

2. Кузнецов А. П. Направления развития металлорежущих станков: системные принципы. Часть 1 // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. 2020. № 3. С.30–41.

3. Пьезоактуаторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aktuator.ru/piezoactuators.shtml.

4. Магнитострикционные актуаторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aktuator.ru/magnetostrictive.shtml.

УДК 629.1

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ПРОХОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

Веремейчик Н. С., Басалай Г. А.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: nikita.veremeychik.tab.s@gmail.com

Summary. *The main stages of the process of building a mine shaft are considered. The principle of operation and experience of using a mechanized tunneling complex in the construction of mine shafts in Belarus are described.*

Строительство шахтных стволов является ответственной и энергоемкой операцией на первой стадии освоения месторождения полезных ископаемых подземным способом. Шахтный ствол служит транспортной артерией между поверхностью и плодородными пластами (горизонтами). Через его одновременно с подъемными сосудами (скипами, клетями), а также энергетическими кабелями осуществляется подача свежего воздуха, для поддержания жизнедеятельности людей, работающих в шахте. Поэтому от его надежности зависит эффективность работы рудника.

Строительство шахтных стволов имеет ряд особенностей по применяемому оборудованию, а также по способу строительства. Процесс возведения шахтного ствола можно разделить на четыре этапа:

– подготовка технологической площадки и монтаж проходческого комплекса;

– опережающее крепление водоносных пластов вокруг возводимой скважины;

– проходка ствола, которая включает в себя разрушение массива породы по забою, транспортирование отбитой породы на поверхность, а также крепление стенок методом бетонирования;

– обвязка шахтного ствола от забоя до устья.

При проходке шахтных стволов во всем мире широко используется способ замораживания горных пород, который открыли еще в конце XIX века. Его суть в том, что через пробуренную скважину подается носитель, который замораживает вокруг себя породу, насыщенную влагой.

Традиционно разработка ведется с использованием буровзрывного способа с последующим транспортированием породы наверх. Она загружается в бадью при помощи грейферной установки. Однако, этот способ не является сегодня эффективным.

Впервые в Беларуси при подготовке к освоению разработки месторождения калийных солей на Нежинском месторождении использован импортный проходческий щит фирмы SBR. Стволопроходческий комплекс (SBR) предназначен для маханизированной проходки стволов с нуля в мягких и средней твердости породах. В его состав входит комплекс оборудование по фрезерованию забоя, заглублению, а также оборудование по пневматическому транспортированию породы на поверхность. Помимо фрезерования и транспортирования этот проходческий щит выполняет функцию крепления стенок методом бетонирования.

Проходческий щит оснащен телескопической стрелой и вращающейся фрезой. Это позволяет создавать переменные диаметры ствола от 7 до 12 метров. Телескопическая стрела позволяет вести проходку полного диаметра ствола на глубину один метр в несколько заходов выдвижения телескопа. Во время этого процесса фрезерования не нужно опускать всю установку. На первом этапе цикла резания фреза создает вруб глубиной до 0,2 метра. Затем по часовой стрелке обрабатываются другие секторы круга от центра забоя до стенок ствола. Через каждые пять из этих циклов ствол углубляется на один метр, щит опускается на один метр, и цикл резания начинается заново. Отбитая порода всасывается из забоя ствола с помощью пневматической системы и транспортируется в всасывающий бункер.

Этот способ, несмотря на сложность оборудования, является наиболее эффективным при строительстве шахтных стволов. В частности, при проходке ствола на Нежинском участке в Республике Беларусь при применении стволопроходческий комплекс SBR достигнута производительность, которая является существенным технологическим прогрессом. Большая часть решений является инновационными, так как проходка ствола с применением данного оборудования представляет собой высокотехнологический процесс. При этом дальнейшее совершенствование способов ведения работ с применением новых технологий и конструкций.

В результате, средняя скорость проходки двух стволов глубиной каждого около 900 м на Нежинском месторождении с использованием стволопроходческого комплекса составила около 3 м/сут, при этом максимальные темпы составили до 7,5 м/сут.

УДК 622.1(075.8)

МЕТОДИКА ЗАДАНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ КРИВОЛИНЕЙНОМУ УЧАСТКУ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА

Вишневская А. А., Басалай Г. А.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: linka.5806@gmail.com

Summary. *A technique for the formation of a project for setting the direction of a curved section of a mine working for the effective operation of a tunneling machine in preparing a long-wall face for a treatment complex is given. The calculation of allowable load modes on the executive bodies was carried out and the recommended operating speeds of the combine were determined when driving a curved working.*

В настоящее время на рудниках ОАО «Беларуськалий» широкое применение получили столбовые системы разработки очистными комплексами. Столбовые системы разработки характеризуются независимым ведением очистных и подготовительных работ в пределах выемочного поля. На момент начала функционирования очистного забоя все подготовительные выработки, соединяющие забой с системой откаточных и вентиляционных выработок шахты, должны быть пройдены на полную длину.

Следует отметить, что в панели шахтного поля могут располагаться две лавы. Тогда во время подготовительных работ переход с одной лавы на другую осуществляется по криволинейному участку с определенным радиусом закругления и углом поворота, указанным в проекте. Задача маркшейдера заключается в том, чтобы, руководствуясь проектом произвести разбивку кривой в натуре, т. е. указать направление для проведения выработки на закруглении. Задание направления криволинейному участку выработки реализуется одним из следующих способов: способом перпендикуляров, способом радиусов и способом продолженных (коротких) хорд [1, с. 154–160].

Следует отметить, что проходка криволинейных горных выработок оказывает значительное влияние на исполнительный орган комбайна. Этот процесс сопряжен со значительным изменением нагрузочных режимов на исполнительных органах комбайна. Особенно это проявляется тогда, когда радиус кривизны криволинейной выработки незначительный и составляет десятки метров. В этом режиме комбайн с соосными роторами [2, с. 12–35] работает со значительным диапазоном толщины стружки, которая получается при движении резцов от внутреннего борта по радиусу к внешнему борту, и тем самым, существенно уменьшается производительность машины. Это говорит о том, что от направления, указанного маркшейдером, зависит эффективность работы проходческого комбайна.

В связи с этим в нашей работе рассмотрен реальный проект проходки криволинейного участка на одном из рудников Беларуськалия и проведен расчет для наиболее характерного режима работы комбайна по минимальному радиусу закругления R = 25 м и углом поворота выработки равным $\theta = 180^{\circ}$ способом перпендикуляров. Средняя ширина выработки в свету – S = 3,3 м. Методика определения основных параметров задания направления криволинейному участку горной выработки состоит в следующем.

1. Составление проекта криволинейного участка выработки начинается с определения количества сторон проектного полигона. При определении количества сторон полигона необходимо обеспечить прямую видимость между пунктами опорной сети, поэтому вначале определяем величину центрального угла β , опирающегося на одну сторону проектного полигона.

2. Определяем число сторон проектного полигона (с обязательным округлением полученного числа до целого в сторону увеличения): n = 5.

3. Корректируем значение центрального угла: $\beta = 36°$.

4. Определяем длину стороны проектного полигона: l = 15,451 м.

5. Определяем углы поворота на промежуточных пунктах проектного полигона.

В результате, углы на первом и последнем пунктах полигона равны

$$\beta_1 = \beta_3 = 180^{\circ} - \frac{\theta}{2n} = 180^{\circ} - \frac{180^{\circ}}{2 \cdot 5} = 162^{\circ}00'00''.$$

6. По полученным данным строим проект задания направления криволинейному участку выработки (рис. 1).

Для вентиляционного штрека R = 25 м.

Для конвейерного штрека R = 25 м (радиус вентиляционного штрека) + 3 (ширина выработки) + (ширина забоя лавы).

Для транспортного R = 25 м (радиус вентиляционного штрека) + 3 (ширина выработки) + (ширина забоя лавы) + (ширина выработки равный 4.0; 4.3; 4.5) + (целик равный 2.3; 2.5; 2.7).

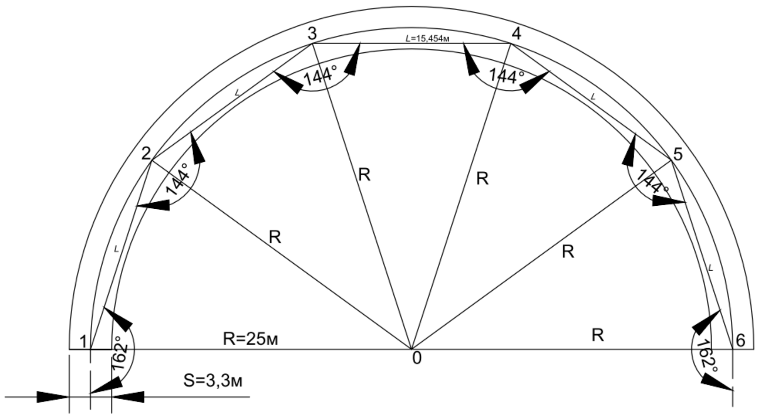


Рисунок 1 – Фрагмент проекта задания направления криволинейному участку горной выработки способом перпендикуляров

В работе также исследован технологический процесс проходки криволинейных выработок комбайнами с соосными роторами [3, с. 147–183], проведен расчет допустимых нагрузочных режимов на исполнительные органы и определены рекомендуемые рабочие скорости комбайна при проходке криволинейной выработки.

Список использованных источников

1. Кологривко, А. А. Маркшейдерское дело. Подземные горные работы: учеб. пособие / А. А. Кологривко. – Минск: Новое знание; М.: ИНФА-М, 2011. – 412 с.

2. Казаченко, Г. В. Горные машины. В 2ч. Ч. 2. Машины и комплексы для добычи полезных ископаемых / Г. В. Казаченко, В. Я. Прушак, Г. А. Басалай: под общ. ред. В. Я. Прушака. – Минск, Вышэйшая школа, 2018. – С. 12-35.

3. Казаченко, Г. В. Горные машины: практикум: учебное пособие / Г. В. Казаченко, Г. А. Басалай, Г. И. Лютко. – Минск: Вышэйшая школа, 2020. – 200 с.

УДК 62-529.4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ НА БАЗЕ РОБОТОВ ДЛЯ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ

Власов Ф. В., Каплюк К. А., Яцкевич О. К.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: mstools@bntu.by, Fedechka.vlasov.2000@tut.by

Summary. *Despite the rising popularity of robotic finishing processes and various success stories from the industry, there are still some challenges to overcome to increase acceptance. This study lists questions that require further research to improve.*

В последние десятилетия промышленные роботы используются для выполнения широкого круга производственных задач, таких как сварка, сборка, транспортировка, окраска распылением и выполнение вспомогательных операций механической обработки, такие как удаление заусенцев, полировка, шлифование. Однако только 3–4 % от общего числа промышленных роботов используется непосредственно для механической обработки. Основная причина заключается в возникновении вибраций при обработке из-за невысокой жесткости роботов. В связи с появлением новых роботов повышенной жесткости удалось значительно снизить влияние данной проблемы на точность обработки, благодаря чему роботизированные системы становятся эффективнее для применения в большинстве операций механической обработки, а сотрудники механических цехов уверенно заменяют станки роботами для определенных многоосевых фрезерных применений

Роботы имеют ряд технологических преимуществ:

– рыночная стоимость роботов и их эксплуатация ниже, чем станков с ЧПУ;

– большие кинематические возможности в процессе обработки деталей;

– более высокие скорости перемещений;

– большие возможности их переналадки, что делает эффективным применение роботов в многономенклатурном производстве.

Известен также ряд технологических недостатков роботов:

– недостаточная жесткость;

– недостаточная точность позиционирования;

– сложность программирования.

Одна из основных проблем промышленных роботов – точность позиционирования, обусловлена двумя причинами: систематическими и случайными ошибками.

Систематические ошибки. Данную группу погрешностей делят на систематические постоянные и систематические закономерно изменяющиеся. Систематические постоянные погрешности устраняются калибровкой робота. Систематические закономерно изменяющиеся связаны с износом инструмента, а также могут быть связаны с влиянием теплового фактора.

Случайные погрешности. Основные причины возникновения данных погрешностей обусловлены ограниченной жесткостью робота-манипулятора, факторами окружающей среды, ограниченной пропускной способностью контроллера и трением в суставах робота. Силы резания, действующие на выходное звено, могут смещать руку манипулятора, приводя к ошибке положения. Жесткость промышленных роботов-манипуляторов в 50 раз меньше, чем обычных станков с ЧПУ, и из-за сил резания на выходном звене могут возникать вибрации.

Получение высокого качества поверхности детали после обработки и соответствие геометрических размеров требованиям чертежа являются обязательными при механической обработке, а их достижение возможно при высокой точности позиционирования робота и отсутствии отклонений от требуемой траектории движения инструмента. Это достижимо, если силы резания не превышают допустимых значений, приводящих к отклонению траектории робота. Для минимизации сил резания и вибраций при обработке необходимо проводить исследования, которые позволят установить оптимальные технологические режимы для конкретной операции.

Для отслеживания положения в ходе выполнения операции обработки поверхности в промышленных роботах используют устройство контроля силы взаимодействия с деталью для возможности корректировки траектории движения в режиме реального времени на основе полученных данных о силах резания. Такие устройства позволяют обеспечить постоянство усилий при обработке, что дает возможность адаптировать систему к отклонениям между запрограммированной и фактической траекториями на поверхности заготовки и повысить качество обработки.

Среди вариантов для исследования выбрана следующая компоновка роботизированной ячейки: инструмент осевой небольшого диаметра (сверло, фреза) вместе со шпинделем установлен на выходном звене робота, а деталь установлена на толе и закреплена. Данное решение обеспечивает большую гибкость за счет возможности доступа к большему числу поверхностей детали, в том числе внутренних или расположенных под углом к поверхности базирования. В состав роботизированной ячейки входят: промышленный робот, шкаф управления, силомоментный датчик, шпиндель и инструмент, дополнительное оснащение.

Датчики сил и моментов дают роботу тактильное ощущение прикосновения, посылая обратную связь по силе и моменту для контроля положения робота. Датчик силы и момента измеряет шесть составляющих (Fx, Fy, Fz, Tx, Ty и Tz). Сигналы обрабатываются непосредственно датчиком и передаются с помощью различных протоколов обмена данными.

Для анализа данных в исследовании может быть выбран полнофакторный эксперимент (ПФЭ), при проведении которого учитываются наиболее значимые факторы, возникающие в процессе резания (частота вращения шпинделя с инструментом, подача, глубина резания). Выходными параметрами при этом являются составляющие силы резания Px, Py, Pz и момент, действующий по оси X (Mx).

Полученная в результате такого эксперимента математическая модель может использоваться при анализе процесса роботизированной отделочной обработки. После проведения полного факторного эксперимента и выбора оптимальных режимов резания для данного материала детали можно обеспечить наименьшие силы резания и вибрации, а значит и качество обработки.

Проводимые по данной методике исследования при позиционно-силовом управлении роботом на основе применения силомоментного датчика могут подтвердить техническую возможность выполнения той или иной операции еще на стадии разработки. Однако для каждой технологической операции необходимо разрабатывать специализированные алгоритмы управления по выбранному критерию, например, критерию удельного съема материала. Создание подобных алгоритмов является основной научной составляющей по данной работе.

Список использованных источников

1. Дударев А. С. Применение промышленных роботов для технологических операций механической обработки деталей машин // Роль и место робототехнических комплексов в силовых структурах Российской Федерации, пути их развития и проблемные вопросы. – 2021. – С. 68–73.

2. Нуркенов А. Х. и др. Экспериментальное исследование жесткости технологической системы на базе промышленного робота KUKA KR 300 R2500 ULTRA // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2022. – Т. 22. – №. 1. – С. 48–58.

УДК 625.75

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВМЕЩЕННЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ОТВЕТВЛЕНИЙ ДЛЯ НЕПОЛНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ ТИПА «РОМБ»

Гатальская А. В., Шишко Н. И.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: voitexovich99@mail.ru

Summary. *Crossings of highways are the most critical link on public roads in the formation of congestion and traffic accidents, therefore, a professional approach to their design is required.*

Постоянно увеличивающийся темп автомобилизации, рост транзитного транспортного потока через основные магистрали страны, развитие не только больших городов, но и городов-спутников ведет к необходимости своевременно адаптировать транспортную сеть страны к возрастающим нагрузкам и повышению интенсивности движения на дорогах.

Имеющиеся пересечения и примыкания автомобильных дорог в одном уровне в скором времени могут не справиться с возросшей интенсивностью движения, что приведет к образованию заторов, задержек в движении, транспортным потерям и увеличению аварийности в определенных транспортных узлах. Транспортные узлы в одном уровне имеют относительно низкую пропускную способность и значительные неудобства в движении, в особенности на второстепенных направлениях.

При росте интенсивностей движения для решения вопросов повышения удобства и безопасности дорожного движения необходимы проектные решения по реализации транспортных узлов в разных уровнях. Так для условий пересечения неравнозначных автомобильных дорог со значительно отличающимися интенсивностями движения оптимальным решением может стать применение неполной транспортной развязки по типу «ромб».

Неполная транспортная развязка «ромб» – наиболее простой тип дорожной развязки при пересечении дорог в разных уровнях, когда пересекаются неравнозначные дороги. Проектирование данного типа развязки целесообразно в случае, когда одна из пересекающихся дорог имеет явное преимущество в интенсивности движения или по другим объективным причинам. Такой тип пересечения допускает пересечение транспортных потоков на второстепенной дороге, однако улучшить условия движения в прямом направлении можно за счет проектирования на второстепенной дороге накопительных полос торможения. Длина накопительной полосы торможения нормативно должна обеспечивать необходимое расстояние для снижения скорости вплоть до остановки для пропуска встречного транспортного, а также должна иметь рационально подобранную длину участка ожидания.

Недостатками такого типа транспортной развязки можно назвать снижение скорости транспортного потока, поворачивающего налево со второстепенного направления, а также снижение безопасности движения в местах пересечения транспортных потоков.

Компактность транспортной развязки «Ромб» является весомым аргументом для ее применения, так как сокращается площадь отводимых земель, а соответственно и стоимость строительства.

Также с целью обеспечения безопасности дорожного движения в местах пересечения транспортных потоков на второстепенной дороге применяются различные технические средства: расстановка соответствующих дорожных знаков, нанесение разметки и использование других технических приемов.

Большую роль в увеличении пропускной способности в перспективе для транспортного узла неполного типа играет возможность его модернизации с наименьшими затратами и в кратчайшие сроки. Ввиду этого при проектировании совмещенных односторонних соединительных ответвлений для транспортной развязки по типу «ромб» необходимо рационально назначать план трассы соединительных ответвлений, который состоит из плана трассы левоповоротного и правоповоротного ответвления. Имеется совмещенная проезжая часть ответвлений, а также отдельный план трассы для каждого левоповоротного и правоповоротного участка. В планировочных решениях по назначению угла примыкания совмещенной односторонней части соединительных съездов необходимо отталкиваться от возможности последующей модернизации участка плана трассы съездов, имеющих точки пересечения потоков на второстепенной дороге. Выбор значения угла примыкания совмещенного одностороннего съезда должен быть обоснован и может находиться в пределах указанных значений, также закономерно проектирование элементов закругления в соответствующих величинах по радиусу сопряжения и выбору длины переходной кривой (табл. 1).

Таблица 1 – Данные для определения рациональных параметров закругления

Длина переходной кривой L, м	Радиус закругления R = 200 м			Радиус закругления R = 120 м			
	90	80	70	75	60	55	50
Угол примыкания γ,°	26	24	21	35	29	27	22

Так как движение всех поворачивающих потоков предусматривается по четырем совмещенным односторонним съездам, образующих на примыканиях к второстепенной дороге два узла с организацией в них левоповоротного движения в одном уровне именно эти места с потенциальным риском возрастающей аварийности в первую очередь должны быть модернизированы. При увеличении интенсивности движения левоповорачивающих потоков целесообразно преобразование пересечения в одном уровне в кольцевую проезжую часть.

Проектирование кольцевой проезжей части основывается на рациональном выборе диаметра центрального островка и назначению количества полос движения кольцевой проезжей части, соответствующего суммарной интенсивности движения в транспортном узле.

Немаловажным является и проектирование оптимальных траекторий движения въезда и выезда автомобилей на кольцевую проезжую часть, что обеспечивается углом примыкания проезжей части съездов к кольцу.

При преимущественном движении налево кольцевое соединение более выгодно, так как повышается безопасность дорожного движения в местах пересечения транспортных потоков. Немаловажно и то, что в зоне пересечения в одном уровне устройство кольцевых пересечений будет с минимальными затратами ресурсов, так как по вертикальной планировке данная территория транспортного узла находится в приблизительно равных отметках по высоте.

Модернизация транспортной развязки неполного типа по такому принципу является универсальным и многоступенчатым приемом в проектировании, так как кольцевые пересечения так же можно улучшать – изначально применение упрощенного кольцевого пересечения, а при дальнейшем росте интенсивности движения левоповорачивающих потоков – проектирование турбокольцевого пересечения со спиральными полосами движения, обеспечивающими минимальное количество конфликтных точек.

УДК 621.9.011:517.962.1

КОНЦЕПЦИЯ КОНВЕРТ-УСИЛЕНИЯ ПОЛИМЕРБЕТОНОМ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ 5-ОСЕВОГО МНОГОЦЕЛЕВОГО СТАНКА С ЧПУ

Довнар С. С., Макаренко К. Д., Гринкевич А. Г., Хруцкая Т. А.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: stanislaw.dovnar@gmail.com

Summary. *Load-bearing system (LBS) of cubic-shaped multipurpose 5-axis CNC machine is investigated. Results of FEM-simulation are involved. Low stiffness of the machine could be improved by polymer concrete pouring into cavities of cast-iron structural parts. More perspective design pattern is to embrace machine LBS by concrete envelopes, inserted one-inside-other. It should provide outer LBS. Therefore, intensive precise machining would be possible. Implementation of the multi-envelope concepts leads to consequent changes into design and assembling technics.*

В работе предлагается концепция усиления несущих систем (НС) технологических машин, например, станков. Концепция заключается в охвате исходного, примерно кубического машинного модуля (рис. 1) одним или несколькими «конвертами» из усиливающего материала, например, полимербетона. Конверты могут быть вложены друг в друга (рис. 2) по телескопической схеме (схеме «матрешка»). Конверт-усиление не требует переработки внутренней НС машинного модуля. Деформации стенок модуля ограничиваются. Тем самым повышается его статическая и динамическая жесткость.

Примером может быть станок (рис. 1) из гаммы 5-осевых многоцелевых станков с ЧПУ ОАО «СтанкоГомель», производящая на глобусном столе ***1*** многостороннюю обработку деталей ***W*** с помощью ползуна ***2*** (с мотор-шпинделем). Высоко расположенный ползун вместе с суппортом ***3*** и траверсой ***4*** обуславливают поднятый центр тяжести (ц.т.) и небольшую виброустойчивость станка [1]. Структурные детали (СД) станка являются маложесткими решетчатыми чугунными отливками. Эти обстоятельства ведут к опасным резонансам станка. Например, могут возбуждаться от сил резания колебания стенок ***5*** (рис. 1, а), несмотря на заполнение станины ***6*** полимербетоном.

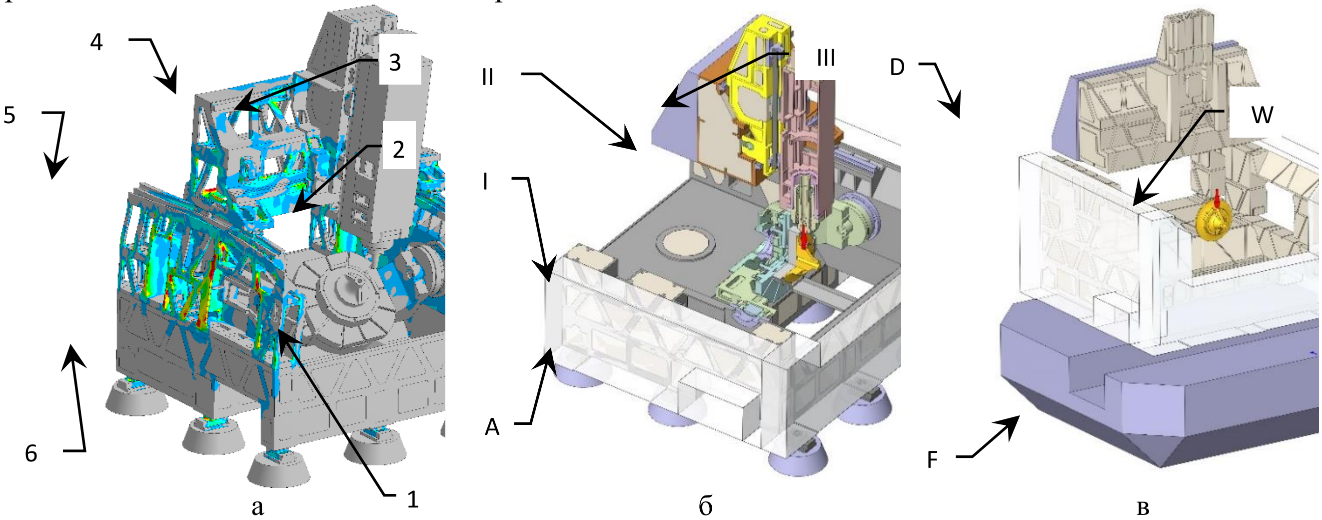


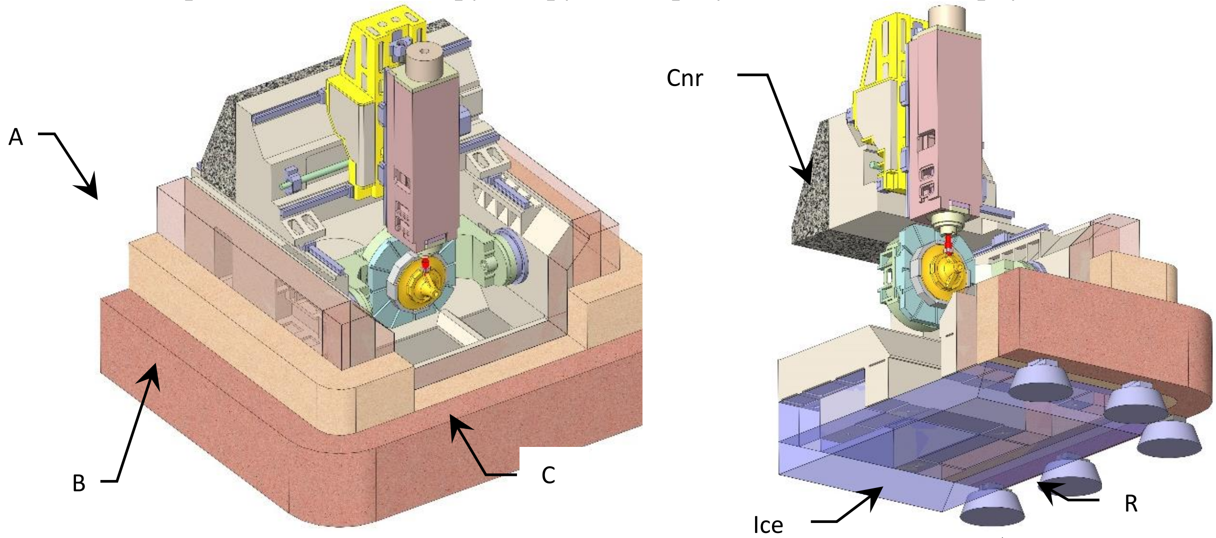
Рисунок 1 – Несущая система 5-осевого станка: а – картина эквивалентных напряжений σ_e для исходной НС в ходе фрезерования (×1800; 31 Гц); б – станок в разрезе после усиления бетонированием; в – совокупность созданных бетонных деталей

Типовой путь усиления НС станка заключается в заполнении СД полимербетоном [2]. На рис. 1 (б) показана заливка полостей стенок ***I***, траверсы ***II*** и суппорта ***III***. Дополнительно, в рамках предлагаемой концепции следует создать трехсторонний конверт ***A***, сцепленный с исходной НС станка. Конверт можно выполнить тоже из полимербетона. Конверт ***A*** не ограничивает создание дополнительной траверсы ***D*** и оптимизацию фундамента ***F***.

Результирующая система усиления станка представлена на рис. 1 (в). Чугунные СД условно не показаны. Конверт ***A*** становится своего рода наружной несущей системой. Облик станок принципиально не меняется

На рис. 2 представлен более развитый вариант конверт-усиления НС станка. Здесь исходным условием является то, что для большей части СД чугунный каркас заменен на полимербетонный массив. Так, траверса ***Cnr*** стала полностью бетонной. Это касается также станины и стенок.

Предлагается (рис. 2, а) снаружи станка создать три конверта ***A***, ***B*** и ***C***. Они выполнены из полимербетона, вложены друг в друга и образуют для станка виброустойчивое гнездо.



а б

Рисунок 2 – Конверт-усиление станка полимербетоном в случае исполнения НС без большинства чугунных деталей: а – вид сверху; б – вид снизу в разрезе

Регулируемые опоры станка ***R*** рационально разместить (рис. 2, б) по краю тройного конверта. Под станком открывается пространство, которое может быть заполнено, например, ледяной плитой ***Ice***. Здесь лед может выполнять две функции – части несущей системы (элемента жесткости) и термостабилизатора (резервуара холода), предохраняющего станок от нагрева и точности температурных деформаций. Разумеется, ледяная плита должна охлаждаться под управлением системы ЧПУ. Сочетание полимербетона и льда представляется интересным, поскольку полимербетон обладает малой теплопроводностью по сравнению с чугуном. Это способствует устойчивости ***Ice*** и хорошему сцеплению бетона и льда.

Эффективность концепции конверт-усиления в смысле повышения жесткости станка следует проверить путем МКЭ-анализа. Реализация концепции связана с затратами на дополнительный материал и увеличение площади станка. Требуется пересмотр техники монтажа-демонтажа глобусного стола с его приводами. Однако, в результате податливый и склонный к возбуждению резонансов станок может быть превращен в прецизионную машину, устойчивую к вибрациям при интенсивной обработке резанием.

Список использованных источников

1. Довнар С. С., Колесников Л. А., Яцкевич О. К., Авсиевич А. М., Шашко А. Е. Повышение статической жесткости несущей системы 5-осевого станка с ЧПУ. – «Технология – Оборудование – Инструмент – Качество» : тезисы докл. 36-ой междун. науч.-техн. конф. (Минск, 7 апреля 2022 г.). – Минск: Бизнесофсет, 2022. – с. 28–31.

2. Довнар С.С., Авсиевич А.М., Яцкевич О.К., Колесников Л.А., Яворский А.В. Динамический МКЭ-анализ усиления бетоном несущей системы 5-осевого токарно-фрезерного станка. – Минск – Шанхай – Чанчунь: стратегия прорывного сотрудничества : сборник материалов научно-практической конференции (Минск, БНТУ, 21 апреля 2022 г.) – Минск: БНТУ, 2022. С.110–113.

УДК 622.6(075.8)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА СТРЕЛОВИДНОГО ТИПА

Душкевич Д. В., Хомич К. И., Седляров Т. Д.
Научные руководители – Басалай Г. А., Казаченко Г. В.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: daniil_vd@icloud.com

Summary. *The condition of balancing state of a tunneling machine of a swept type under the action of external forces on the cutter and friction forces between the tracks and the working soil is considered.*

В горной промышленности широкое применение нашли проходческие комбайны стреловидного типа [1, с. 61–72; 2, с. 130–139], в которых исполнительный орган в виде одной фронтальной или двух профильных конусных шнек-фрез в сборе с электромеханическим приводом, установленных на поворотной стреловидной рукояти.

Достоинствами таких комбайнов являются:

– возможность варьирования в широком диапазоне размерами и формой выработки;
– высокая маневренность;
– возможность селективной выемки полезного ископаемого;
– механизация вспомогательных операций;
– возможность установки крепи возле забоя выработки;
– хороший доступ к породоразрушающему инструменту.

В проходческих комбайнах стреловидного типа применяются гусеничные движители. Обеспечивающие высокую устойчивость и маневренность при работе, а также возможность транспортирования машины по выработкам своим ходом.

В процессе работы комбайна возможна потеря его устойчивости в выработке при увеличении интенсивности рабочих процессов, поэтому должны учитываться при проектировании этих машин и выборе режима их работы. Потеря устойчивости проходческого комбайна со стреловидным исполнительным органом (ИО) возможна например, при работе на крепкой породе, при нижнем положении разрушаемой пачки и подаче ИО справа налево (встречное фрезерование). Авторами проведен анализ устойчивости комбайна типа КИД-220 при проходке выработки в пластах горной породы на разрабатываемых месторождениях калийных солей.

При обработке забоя исполнительным органом, совершающим движение в плоскости, параллельной почве выработки, на опорно-поворотное устройство действует значительный сдвигающий момент. Этот момент определяется выражением

$$N_{\text{п}} = \frac{2k_{\text{п}} \cdot N_{\text{р}}}{\omega_{\text{к}} \cdot D_{\text{ср}}} (l_{\text{к}} + l_{\text{п}} \sin \alpha_{\text{с}}). \tag{1}$$

где $l_{\text{п}}$ – расстояние между центром опорно-ходового устройства и осью, вокруг которой поворачивается исполнительный орган (стрела);

$\alpha_{\text{с}}$ – угол поворота стрелы.

При гусеничном опорно-ходовым устройстве (рис. 1) комбайн находится в равновесии под действием внешних сил и сил трения между гусеницами и почвой.

Если внешние силы привести к центру опорной поверхности, то систему уравнений равновесия можно записать в форме

$$\begin{cases} P_x + T_x = 0; \\ P_y + T_y = 0; \\ M + L + \left(T_{1y} + T_{2y}\right) d/2 = 0; \end{cases}, \tag{2}$$

где

$$P_x = -P_п \cos\alpha_с; \qquad P_y = -P_п \sin\alpha_с; \qquad M = -\cos\alpha_с \left(P_п l_с + P_x l_п\right);$$

$$\mathrm{T_x} = 2\int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \int_{-\left(\frac{d-b}{2}\right)}^{\left(\frac{d+b}{2}\right)} \mathrm{d}\,T_x; \qquad T_y = 2\int_{-a/2}^{a/2} \int_{-(d-b/2)}^{(d+b/2)} \mathrm{d}T_y; \qquad L = 2\int_{-a/2}^{a/2} \int_{-(d-b/2)}^{(d+b/2)} \mathrm{d}L,$$

$\mathrm{d}T_x$, $\mathrm{d}T_y$ – проекции элементарных сил трения;

$\mathrm{d}L$ – элементарный момент сил трения относительно центра O опорной поверхности.

Представленная система (2) позволяет исследовать устойчивость комбайна с учетом его конструктивных параметров, режимов работы и свойств фрезеруемой горной породы.

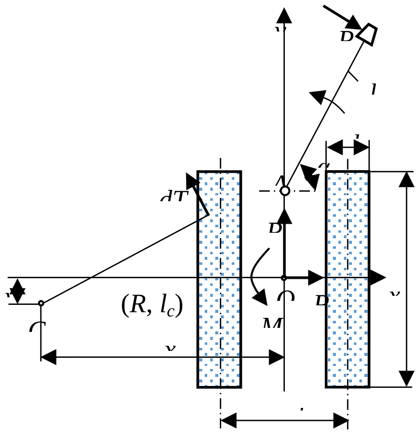


Рисунок 1 – Равновесие опорно-ходового устройства
проходческого комбайна стреловидного типа

Список использованных источников

1. Казаченко, Г. В. Горные машины. В 2ч. Ч. 2. Машины и комплексы для добычи полезных ископаемых / Г. В. Казаченко, В. Я. Прушак, Г. А. Басалай: под общ. ред. В. Я. Прушака. – Минск, Вышэйшая школа, 2018. – С. 12–35.

2. Казаченко, Г. В. Горные машины: практикум: учебное пособие / Г. В. Казаченко, Г. А. Басалай, Г. И. Лютко. – Минск: Вышэйшая школа, 2020. – 200 с.

УДК 625.7/.8

РАЗНОПРОЧНАЯ ДОРОЖНАЯ ОДЕЖДА

Жуковский Е. М.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: zhukovskye@gmail.com

Summury. *The article discusses the road characteristics of roads, the strength of which varies along the width of the carriageway. This stability makes it possible to identify the impact of the traffic structure. These include the occurrence of traffic load and the occurrence of water-thermal factors. The design methods that exist today do not fully take into account these factors. This leads to uneven emergency destruction of road surfaces, while revealing the intensification of defect formation, in particular, evenness worsens, which is an integral indicator of the state of the pavement. In turn, this leads to the calculation of polluting costs from the flow and to the overspending of road construction materials consumed for the required transport and operational condition of the roads.*

Дорожное хозяйство обеспечивает связи между субъектами народного хозяйства и в целом влияет на экономическое развитие [1]. Это вызывает необходимость постоянной поддержки транспортно-эксплуатационного состояния дорог. Для этого проводятся различные ремонтные мероприятия с использованием материалов, описанных выше, при этом разрушенные материалы не используются в полной мере повторно.

В настоящий момент без должного внимания остается вопрос конструирования дорожных одежд с учетом реального воздействия.

Транспортная нагрузка распределяется неравномерно в пределах проезжей части многополосных автомобильных дорог. На первые полосы приходится основное число расчетных автомобилей, так как они преимущественно заняты большегрузными транспортными средствами.

Разрушение дорожных конструкций под воздействием погодно-климатических факторов происходит вследствие нестабильности водно-теплового режима земляного полотна.

Источниками увлажнения земляного полотна являются: поверхностные воды, поступающие в виде осадков через трещины в покрытии; поверхностные воды, поступающие в виде осадков через обочины; поверхностные воды, поступающие к дороге с прилегающей местности через откосы и кюветы; грунтовые воды, поступающие вследствие капиллярного поднятия воды с уровня грунтовых вод.

Наибольшему увлажнению подвержены конструктивные слои дорожной одежды и грунты земляного полотна, находящиеся под правой полосой наката.

Традиционно, дорожная одежда устраивается с одинаковой прочностью на всю ширину проезжей части многополосной автомобильной дороги, с одинаковой конструкцией как для самой загруженной полосы, так и для второстепенных полос.

При этом правила проектирования дорожных одежд [2–5] допускают возможность расчета конструкции каждой полосы движения многополосной дороги отдельно. Для этого используется коэффициент полосности, который показывает распределение расчетных автомобилей в пределах проезжей части. Однако натурные наблюдения, проведенные в Белорусском национальном техническом университете [6–7], показывают, что фактическое распределение траснспортного потока не соответсвует нормативным коэффициентам.

В Белорусском национальном техническом университете разработана методика учета неравномерности воздействия транспротной нагрузки и погодно-климатических факторов на конструкции дорожных одежд при проектировании разнопрочных дорожных одежд [8]. Достижение разнопрочности по ширине проезжей части может быть обеспечено следующими методами: рациональное распределение материалов путем устройства слоев переменной толщины, устройство слоев из различных материалов в пределах полос движения, применение армирующих прослоек. При этом в любом случае прочность первой полосы выше второй.

На рис. 1 показано распределение прочностных показателей разнопрочной дорожной одежды по сравнению с традиционной.

Результаты технико-экономического сравнения показали, что стоимость разнопрочных конструкций как правило сопоставима с традиционными и зависит от конкретного принятого решения.

Применение разнопрочных конструкций позволяет повысить срок службы дорожного покрытия. Так в зависимости от принятого конструктивного решения срок службы покрытия, устроенного из асфальтобетона увеличивается с 12 лет до 15–18.

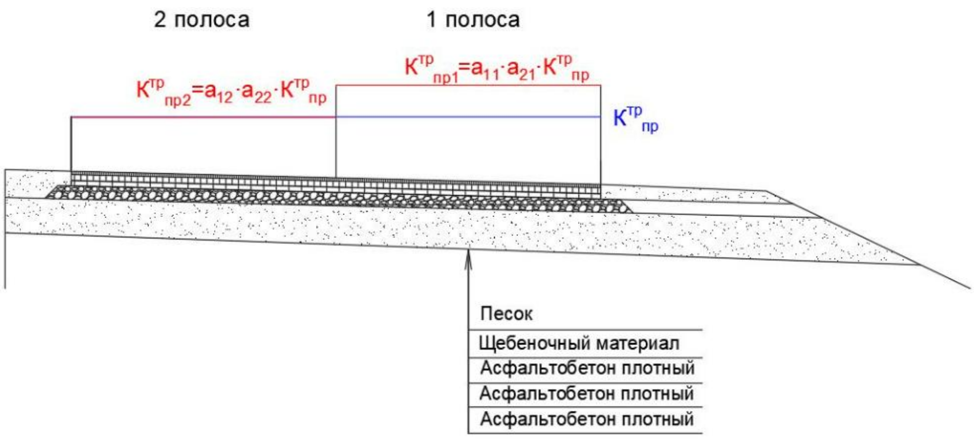


Рисунок 1 – Распределение прочностных показателей разнопрочной дорожной конструкции по ширине проезжей части

Список использованных источников

1. Финансовая диета: реформы государственных финансов Беларуси / К. В. Рудый [и др.] ; под научн. ред. К. В. Рудого. – Мн. : Звязда, 2016. – 464 с.

2. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа : ВСН 46-83. – Москва: Транспорт, 1985.

3. Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования: ТКП 45-3.03-112-2008 (02250). – Минск, 2008. – 114 с.

4. Проектирование дорожных одежд нежесткого типа : СП РК 3.03-104-2014. – Астана, 2014. – 83 с.

5. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования : ПНСТ 542-2021. – М., 2021. – 146 с.

6. Факторы, определяющие характер напряженно-деформированного состояния дорожной конструкции на различных полосах движения транспорта / Е. М. Жуковский [и др.] // Автомобильные дороги и мосты. – 2021. –№2(28). – С. 14–23.

7. Жуковский, Е. М. Анализ воздействия транспортной нагрузки на неравномерное разрушение по ширине нежестких дорожных одежд / Е. М. Жуковский // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение : материалы Международной научно-технической конференции / редкол.: С. Е. Кравченко (гл. ред.) [и др.] ; сост. В. А. Ходяков. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 48–53.

8. Рекомендации по проектированию разнопрочных дорожных одежд : ДМД 33200.024-2022. – Минск, 2022. – 32 с.

УДК 338.2

НЕГАРЕСУРСЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Жуковский Е. М.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: zhukovskye@gmail.com

Summury. *The article deals with the actual problem of responsible financing of highway engineering as a linking branch of the national economy. The possibility of implementing the concept of nega-resources in highway engineering is proposed, since today it has many technologies that are either currently implemented or can be implemented in the near future, the use of which generates more nega-resources. So taking into account nega-resources in the life cycle of transport facilities, as well as creating a system of material incentives based on nega-resources, will ensure the sustainability of highway engineering, and at the same time the sustainable development of the country and the region as a whole.*

Одним из возможных способов стимулирования в дорожном строительстве является использовании концепции негаресурсов.

Концепция негаресурсов была предложена Овчинниковой Н. В. [1], как один из инструментов интернационализации внешних эффектов в природопользовании.

Под негаресурсами понимают такие потенциальные ресурсы, которые формируются в результате совершенствования процессов обращения с конечной продукцией за счет рационализации ее потребления, а также с исходными ресурсами за счет оптимизации отдельных стадий производственного и логистического циклов [1].

Процесс формирования негаресурсов носит организационный (институциальный), а не технологический (традиционный) характер и главным образом связан с возможностью совершенствования общественных институтов, таких как формы организации экономической деятельности.

Так, например, для сокращения выбросов углекислого газа в атмосферу при производстве электроэнергии возможно прибегнуть к традиционному технологическому подходу – установить фильтрующие элементы или перейти на альтернативные источники энергии. Организационным подходом будет являться сбережение электроэнергии за счет изменения условий ее использования, например, изменения технологий и режима производственных процессов, тепловая модернизация зданий. При этом сэкономленная энергия образуют нега-ватт-часы, то есть потенциальные ватт-часы, которые могли бы быть произведены. Таким образом сэкономленная энергия и является негаресурсом [2].

Негаресурсы могут стать отдельным товаром, равноценный исходным ресурсам на рынке негаресурсов. Такой рынок создаст широкие экономические выгоды участникам.

Кроме того, негаресурсы могут быть элементом материального стимулирования граждан и производств для снижения экологического воздействия на окружающую среду[2]. Это может быть организовано в виде системы поощрений и штрафов: так возможна оплата за произведенные негакилометры поездок, негалитры топлива, негаДжоули тепло-энергии и т.д. или штрафы за использование ресурсов сверх установленных норм. Главной задачей на сегодняшний момент является разработка и внедрение методики материального стимулирования на основе негаресурсов.

Рыночные элементы решения экологических проблем могут быть более эффективными, чем командно-контрольные, то есть установление норм и требований для каждого производственного объекта [3–4].

Негаресурсы могут стать основой устойчивого развития, в том числе и в дорожной отрасли.

На сегодняшний день в дорожной отрасли существует реальная возможность реализации концепции негаресурсов. Современные технологии, как используемые сейчас, так и нет, позволяют производить негаресурсы в значительных объемах, причем как материальные, так и энергетические.

Теплые асфальтобетонные смеси. Теплые асфальтобетонные смеси приготавливаются с использованием менее вязкого битума. Температура укладки таких смесей составляет 80°С, что значительно меньше традиционных горячих смесей.

Основными преимуществами данных смесей является сокращение энергетических затрат на приготовление смесей. При этом происходит создание энергетических негаресурсов, таких как, негатонны мазута, некакубометры природного газа, негаватт-часы электроэнергии. Кроме того, за счет меньших температур приготовления снижается скорость старения битума, т. е. тем самым увеличивается надежность и долговечность покрытий, устроенных из таких смесей. Это сокращает потребность в проведении текущих ремонтов, что также создает негаресурсы, хотя и в отдаленной перспективе, например, негатонны ремонтных материалов, негамашино-часы и негачеловеко-часы.

Вспенивающий эффект битума. Вспенивающий эффект битума – это способность горячего битума образовывать дисперсную систему при взаимодействии с водой, паром или другими веществами, что приводит к росту свободной энергии всей системы и тем самым улучшает смачивающие и адгезионные свойства битума. Реализаций вспенивающего эффекта битума может осуществляться как с использованием специального оборудования, так и непосредственно в асфальтосмесительной установке.

Основным негаресурсом, в независимости от технологии реализации вспенивающего эффекта битума является создание негатонн битума, поскольку данные технологии позволяют сократить расход битума без ущерба качеству асфальтобетонных смесей. Кроме того, вспенивание непосредственно в смесителе позволяет сократить затраты энергоресурсов на подготовку материалов, тем самым произвести энергетические негаресурсы.

Разнопрочные дорожные одежды. Разнопрочные дорожные одежды отличаются от традиционных тем, что их прочностные характеристики распределены неравномерно по ширине проезжей части, что позволяет учитывать реальное разрушающее воздействие от комплекса факторов.

Основным способом реализации концепции негаресурсов может стать система материальных поощрений и штрафов. Предлагается при создании дорожными организациями негаресурсов оплачивать им не только фактические затраты ресурсов, но также и произведенные негаресурсы.

Список использованных источников

1. Овчинникова Н. В. Экономические основы интернализации внешних эффектов в природопользовании: автореф. дисс. … д-ра экон. наук. – СПб.: Санкт-Петербургский гос. экон. ун-т, 2007. – 32 с.

2. Шехова, Н. В. Оптимизация строительства энергетических объектов посредством производства негаресурсов / Н. В. Шехова // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Социально-гуманитарные и экономические науки : сборник статей: электронный ресурс / Самарский государственный технический университет. – Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. – С. 202–205.

3. Robert N Stavins. What Can We Learn from the Grand Policy Experiment? Lessons from SO2 Allowance Trading // Journal of Economic Perspectives. – 1998-08-01. – Т. 12, вып. 3. – С. 69–88.

4. Michael E. Kraft. Blue Skies, Green Politics: The Clean Air Act of 1990.Gary C. Bryner // The Journal of Politics. – 1994-08. – Т. 56, вып. 3. – С. 826–828.

УДК 624.21

МОНТАЖ ТРОСОВОЙ СИСТЕМЫ МОСТА «SKYBRIDGE MICHIGAN»

Казак В. О., Ходяков В. А.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: vlad.kazak.2002@mail.com

Summary. *The object of the study is the Skybridge Michigan suspension bridge, the construction of which was completed in October 2022. The article provides information about the installation of a cable system.*

Монтаж тросовой системы начинается с того, что между пилонами моста на земле растягиваются 2 главных каната. Следующий шаг – натягивание главных канатов на пилоны-фермы. Процесс начинается с того, что концы главного каната соединяется с лебедкой, которая позже будет использоваться для натяжения. С помощью крана поднимают канат на пилон-ферму. После того как главный канат находится на ферме с помощью ранее упомянутой лебедки, натягивают канат и фиксируют его в специальном узле при помощи шпилек.

Рисунок 1 – Монтаж главных канатов тросовой системы

Как только главные канаты установлены, происходит монтаж подвесок, на которых позже будет монтироваться прохожая часть. Подвески монтируются вручную строителями, им выдается специальное оборудование для скалолазания, с помощью которого они поднимают подвески с земли для монтажа и передвигаются по главным канатам.

Рисунок 2 – Монтаж подвесок

После монтажа подвесок и прохожей части происходит монтаж двух основных канатов ветряных растяжек, которые находятся ниже проезжей части и установлены под углом 45 °С. Эти растяжки дополнительно притягивают легкую конструкцию балки жесткости к земле и фиксируют ее в горизонтальном положении.

Рисунок 3 – Монтаж канатов ветряных растяжек

Эти канаты предназначены для сопротивления ветровым и другим горизонтальным нагрузкам.

УДК 001.89:026.4:004

ПОИСК НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ СИСТЕМАХ И КАТАЛОГАХ БИБЛИОТЕК

Козлова Л. С., *Тан Дунбо, Бондаренко С. Н.*
ГУ «Бел. сельхоз. библиотека НАН Беларуси»
e-mail: tangdy8@gmail.com, lylenok@tut.by

Summary. *The problems of searching for scientific information using the Internet and catalogs of scientific libraries are described. Library catalogs, features of presentation and organization of information search in them are analyzed.*

Одним из первостепенных требований для проведения научных исследований является умение находить необходимую информацию, адекватную научному запросу, с целью ее дальнейшей обработки, интерпретации и успешного использования в работе. В настоящее время существует большое количество возможностей поиска информации в различных информационно-поисковых системах: в сети интернет, в различных справочно-информационных ресурсах (как печатных, так и онлайн-источниках), а также в электронных каталогах библиотек. Следует отметить, что, несмотря на развитие глобальной сети интернет и наличие в ней огромного количества информационных ресурсов в свободном доступе, библиотеки остаются и в настоящее время основными центрами получения необходимой информации.

В ряде случаев значимое количество необходимой для исследований информации остается неиспользованным из-за отсутствия у пользователей информационно-поисковых систем навыков грамотного поиска. Одна из главных проблем – формулирование правильного поискового запроса. Поисковый запрос – это обычно одно слово или словосочетание, термин или несколько терминов, которые вводятся в строку поиска информационно-поисковой системы. Далее система автоматически обрабатывает заданную тему и предоставляет результаты поиска, содержащие термины запроса. В поисковых системах сети интернет для оказания помощи пользователю в формировании более точного запроса используются

Для того, чтобы необходимая информация была найдена в электронных каталогах библиотек, информационные ресурсы должны пройти содержательную обработку с целью систематизации и представления информации о ресурсе. Процесс содержательной обработки называется индексированием. Индексирование – это процесс перевода содержания документов, запросов, фактов с естественного на информационно-поисковый язык [2].

Информационно-поисковый язык (ИПЯ) – искусственный язык, предназначенный для выражения содержания документов или запросов или описания фактов с целью последующего поиска [2]. Процесс происходит с использованием терминов индексирования (ключевых слов, индексов и т. д.), в результате чего создается поисковый образ документа. Поисковый образ документа, в свою очередь, представляет собой совокупность ключевых элементов документа, по которым возможно осуществить его поиск в системе. Ключевые элементы включают в себя заглавие документа, автора, выходные данные, а также данные смысловой обработки: ключевые слова, индексы классификационных систем, тематические рубрики, разделы знаний (отраслевые разделы) и т. д.

В каталогах большинства библиотек есть возможность поиска по различным элементам поискового образа документа. Обычно электронные каталоги предлагают следующие возможности поиска: по заглавию, автору, по ключевым словам (тематический поиск), виду издания: книги или периодические издания, продолжающиеся издания и статьи из них. В расширенном виде поиск возможно осуществить по дате поступления ресурса, а также выбрать ресурс с наличием или отсутствием полного текста. Возможен поиск по индексам классификационных систем, применяемых для индексирования в библиотеке: УДК или ББК, индексам ГРНТИ. Во многих библиотеках информационные ресурсы систематизируются по тематическим базам данных, по которым также можно осуществить поиск информации. Например, в Белорусской сельскохозяйственной библиотеке существует несколько баз данных, которые являются частью электронного каталога библиотеки и которые объединены по источнику (Например, База данных «Вести НАН РБ – серия аграрных наук» или документы ФАО – Сельскохозяйственной организации объединенных наций), или по теме – База данных «Органическое сельское хозяйство». Кроме того, профессиональный поиск предлагает возможность искать информационные ресурсы по ISBN, ISSN и даже инвентарному номеру, языку документа. В большинстве каталогов существуют подсказки для пользователя, облегчающие поиск – навигаторы, кнопка «помощь», содержащие инструкции по поиску необходимой для пользователя информации.

Несмотря на то, что одним из инструментов обработки и систематизации информации являются индексы классификационных систем (сюда относятся, индексы Универсальной десятичной классификации, индексы ББК – библиотечно-библиографической классификационной системы и т. д.) поиск по индексам относится скорее к более продвинутому, профессиональному поиску, когда специалист в полной мере владеет данными системами. Также такой вид поиска может оказать существенную помощь при нахождении информации в международных информационно-поисковых системах, когда поиск с помощью вербальных средств недоступен из-за незнания иностранных языков. В большинстве же случаев поиск информации осуществляется в электронных каталогах и других поисковых системах с помощью вербальных информационно-поисковых языков на родном языке пользователя. Например, при проведении анкетирования среди пользователей РНТБ было выявлено, что большинство из них при поиске информации предпочитает тематический поиск поиску по УДК [1].

Поэтому для научной обработки ресурсов в большинстве библиотек используют нормированные термины – то есть термины, которые признаны наиболее корректными и употребимыми в той или иной предметной области. Для качественного поиска информации пользователям необходимо освоить правила формирования правильного поискового запроса, а также навыки использования лингвистических инструментов, которые применяются для кодирования информации и соответственно, могут быть применены для поиска. Сюда относятся отраслевые тезаурусы и специализированные терминологические словари, авторитетные базы данных, содержащие специализированные термины (ключевые слова). Представленная в таких базах данных лексика является нормированной. Осуществляется анализ каждого термина, описание его с точки зрения корректности, частоте употребления в научной отрасли, а также приводятся связи с синонимичными понятиями. При поиске информации от синонимичных понятий приводятся отсылки к нормированному термину, а также к документам, содержащим это понятие. Такие термины, как правило, содержатся и в специализированных предметных словарях – тезаурусах.

Существует достаточное количество возможностей, предоставляемых ресурсами сети интернет и электронными каталогами библиотек, повышающих качество информационного поиска, однако каталоги библиотек остаются тем не менее, одним из самых значимых средств поиска научной информации. Поэтому ученому для работы с информационно-поисковыми системами рекомендуется овладеть навыками поиска и поисковым лингвистическим инструментарием, что является залогом успешной научно-исследовательской работы.

Список использованных источников

1. Гендина, Н. И. Лингвистические средства библиотечно-информационных технологий: учебник / Н. И. Гендина. – Санкт-Петербург: Профессия. 2015. – 440 с. – (Учебник для бакалавров).

2. Ванюшина, С. П. УДК в научно-технических библиотеках Беларуси / С. П. Ванюшина // Інструментарый індэксатара і яго прымяненне у бібліятэках Беларусі = Инструментарий индексатора и его применение в библиотеках Беларуси / Нацыянальная бібліятэка Беларусі; [склад. Пугачева С. А.; пад навук. рэд. Кузьмініч Т. В.]. – Мінск, 2016.

УДК 621.9.047.7

ИМПУЛЬСНАЯ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗМЕРНОЙ И ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Королёв А. Ю., Нисс В. С., Будницкий А. С., Паршуто А. Э., Сорока Е. В.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: budnitskiy@park.bntu.by

Summary. *To reduce energy consumption and increase the efficiency of the process of electrolytic plasma treatment (EPT) for the purpose of modifying and polishing the surface of products made of metallic materials, their dimensional processing while maintaining high intensity, processing quality and environmental safety, a new pulse method has been developed that combines the advantages of both electrochemical and and electrolytic-plasma process. The method is based on the use of a unipolar pulsed mode with a pulse duration of 0.5–10 ms and an amplitude of more than 200 V, in which the electrochemical stage, the transitional stage, and the stable EPO stage alternate sequentially within each pulse. An increase in the efficiency of the developed process is achieved due to the main intensive metal removal during the implementation of the electrochemical stage with low energy costs and optimization of the duration of the electrolytic-plasma stage, which ensures high surface quality.*

Для снижения энергоемкости и повышения эффективности процесса электролитно-плазменного обработки (ЭПО) с целью, модификации и полирования поверхности изделий из металлических материалов, их размерной обработки при сохранении высокой интенсивности, качества и экологической безопасности разработан принципиально новый импульсный метод (импульсная ЭПО), совмещающий преимущества как электрохимического, так и электролитно-плазменного процесса. Разработанный метод импульсной ЭПО основан на применении униполярного импульсного режима с длительностью импульсов 0,5–10 мс и амплитудой более 200 В, при котором в пределах каждого импульса последовательно чередуются электрохимическая стадия, переходная стадия и устойчивая стадия ЭПО [1].

Повышение эффективности разработанного процесса импульсной ЭПО достигается за счет основного интенсивного съема металла при реализации электрохимической стадии с низкими энергетическими затратами и оптимизации продолжительности электролитно-плазменной стадии, при которой обеспечивается высокое качество поверхности. Повышение частоты следования импульсов при снижении их длительности позволяет увеличить электрохимическую составляющую процесса и обеспечить более интенсивный съем металла с поверхности, удалить значительные неровности поверхности и т.п. Снижение частоты следования импульсов при одновременном увеличении их длительности позволяет увеличить электролитно-плазменную составляющую процесса и достигнуть низкой шероховатости при общем снижении энергоемкости процесса.

Использование импульсного технологического напряжения сделало возможным независимо управлять каждой стадией процесса. Расчет энергетических затрат показал, что в процессе импульсной ЭПО съем металла в шесть раз больше, чем при традиционной ЭПО. При этом удельная мощность в импульсном процессе больше только в 2,9 раза. Таким образом производительность импульсного процесса ЭПО, оцениваемая по съему металла, в два раза выше по сравнению с традиционным процессом на постоянном токе.

Проведенные исследования показали, что при импульсной ЭПО происходит более интенсивный съем съем материала с обрабатываемой поверхности, чем при традиционных методах электрохимического и электролитно-плазменного полирования. Причем основной вклад в съем материала вносит электрохимическое воздействие токового импульса, возникающего в начальной стадии импульса, а электролитно-плазменная стадия обеспечивает полирование поверхности детали, но обеспечивает в несколько раз меньший удельный съем. Удельный съем металла при электрохимической стадии может быть больше, чем при электролитно-плазменной стадии в шесть раз (по результатам эксперимента съем для цилиндрического образца в 20%-ном электролите равен $16{,}2 \cdot 10^{-5}$ г/мм^2·мин). Причем величину съема можно изменять в меньшую сторону путем уменьшения паузы между импульсами. Это приводит к уменьшению амплитуды токового импульса и его длительности.

Больший удельный съем позволяет быстрее удалять мелкие дефекты металлообработки, например заусенцы. С целью проверки параметров снятия заусенцев были подготовлены детали в виде цилиндров диаметром 2 мм со шлифовкой торцов, и детали, вырезанные лазером из стали AISI 316. Для более быстрого удаления заусенцев подходит режим с большей амплитудой электрохимического импульса, когда длина импульса и паузы по 2 мс, амплитуда напряжения импульса 200 В. Электролит с большей концентрацией сульфата аммония способствует увеличению амплитуды электрохимического импульса и ускорению снятия заусенцев за счет увеличения проводимости электролита.

В процессе экспериментов определено, что специальная предварительная очистка поверхности деталей перед обработкой не требуется. Обезжиривание поверхности, очистка от загрязнений и окалины осуществляется непосредственно в процессе обработки. Разработанный процесс не требует точного поддержания определенной температуры электролита. Наиболее стабильное протекание процесса, как и в случае с традиционным электролитно-плазменным полированием, наблюдается при достаточно высокой температуре электролита – около 90 °С. При этом в процессе обработки происходит мощный локальный разогрев электролита в прилегающей к поверхности анода области и даже при меньшей средней температуре электролита, в этой области самопроизвольно устанавливается близкая к оптимальной температура. Далее в результате теплообмена температура остального объема электролита также повышается и поддерживается на необходимом уровне.

Список использованных источников

1. Технология полирования с применением комплексного электрохимического и электролитно-плазменного воздействия в управляемых импульсных режимах / А. Ю. Королёв, В. С. Нисс, А. Э. Паршуто // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: мат. Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 25–26 апреля 2019 г. – Могилев: БРУ, 2019. – С. 51–52.

УДК 625.074

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В КАЧЕСТВЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ В АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЯХ

Корончик А. В., Жуковский Е. М.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: alexkoron@yandex.by

Summary. *The main purpose of the article is an indication of the problem of the emergence and accumulation of large-tonnage waste from the production of the pulp industry, which is quite large-scale within the state. The conditions and technical possibilities of using cellulose fiber waste in mixtures containing a large amount of bitumen – stone-mastic asphalt (SMA) concrete.*

При производстве бумаги и картона на фильтрах водоочистных сооружений целлюлозно-бумажных комбинатов оседает и накапливается так называемый «скоп» – масса, состоящая из целлюлозных волокон, глины, различных органических и неорганических примесей.

Согласно общегосударственному классификатору Республики Беларусь (ОКРБ) утвержденным постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь) от 9 сентября 2019 г. № 3-Т «Об утверждении, введении в действие общегосударственного классификатора Республики Беларусь», отход относится к Блоку 1 «Отходы растительного и животного происхождения», при этом скоп имеет 4 класс опасности и код 1841000, относясь к разделу 8 Отходы целлюлозы, бумаги, картона, находясь в группе 4 Отходы производства бумаги и картона [1].

На картонно-бумажных производствах Республики Беларусь ежегодно образуется более 1000 тыс. т отходов производства изделий из дерева и бумаги, основной источник отходов как правило приходится на полиграфическую деятельность и тиражирование информации записанных носителей согласно официальной статистической информации Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Таблица 1 – Временной ряд данных за 2016–2020 г. образования отходов производства по показателям

Вид экономической деятельности	Единица	2016	2017	2018	2019	2020
Производство изделий из дерева и бумаги; полиграфическая деятельность и тиражирование информации записанных носителей	1000 т/год	756,7	1,244.1	1,301.8	1,511.5	1,409.6

Скоп представляет собой осадок сточных вод после первичной очистки, органическая часть которого составляет около 50 % и представлена в основном целлюлозными волокнами. Минеральная часть содержит до 90 % каолина. Гранулометрический состав представлен преобладанием фракций <0,025 мм (около 50 %). При проведении исследования использовали скоп, образующийся на ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин» с влажностью 39–40 % и плотностью 0,35 кг/м^3 [2].

На данный момент в Республике Беларусь в качестве стабилизирующей добавки применяются добавки согласно СТБ 1769-2013 «Добавка стабилизирующая волокнистая для асфальтобетонных смесей. Технические требования, приемка и методы испытаний» [3].

В качестве альтернативы применяемым добавкам может быть рассмотрена стабилизирующая добавка на основе отходов целлюлозы, общий вид которого представлен на рис. 1 в двух формах:

а б

Рисунок 1 – Общий вид отхода (скопа) целлюлозно-бумажной промышленности: а – распушенный скоп; б – гранулированный скопгранулированный скоп

В табл. 2 представлены результаты пробных испытаний щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей включающие целлюлозные гранулы применяющиеся сейчас при производстве смесей на территории Республики Беларусь и технологического скопа ОАО «СКБЗ Альбертин».

Таблица 2 – Результаты испытаний

Добавка Показатель	Традиционные гранулы	Скоп	Относительное изменение, %
Водонасыщение, %	4,93	4,37	21,5
Средняя плотность, г/см^3	2,40	2,45	2,0
R_0 , МПа	1,96	2,24	14,3
R_{50} , МПа	1,01	1,20	18,8
Стекание вяжущего, %	0,13	0,08	62,5

На основании полученных данных можно сделать предварительный вывод о том, что необходимо проведение комплексного исследования в целях промышленного применения скопа в качестве стабилизирующей добавки в щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесях.

Список использованных источников

1. ОКРБ 021-2019 «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь».

2. Пищ, И. В. Керамические поризованные блоки с использованием отходов бумажного производства / И. В. Пищ, В. А. Бирюк // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы международной научно-технической конференции, Могилев, 19–20 апреля 2007 г. – Могилев : Белорусско-Российский университет, 2012. – Ч. 2.– С. 111–112.

УДК 62-229.323

РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОЗАЖИМНЫХ ПАТРОНОВ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

Кот Е. В., Якимович А. М.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: 4475646@gmal.com

Summary. *This article discusses various types of hydraulic chucks, the features of their use in modern metal-cutting machines, their design features.*

В металлорежущих станках широкое распространение находят гидрозажимные, так называемые гидравлические патроны (Hydravlik Dehnspannfutter) предназначенные для зажима режущих инструментов с цилиндрическим хвостовиком (концевые фрезы, сборные твердосплавные сверла, метчики и др.).

Гидравлические инструментальные патроны относятся к зажимным устройствам с упруго-деформируемой зажимной частью.

На рис. 1 представлены различные гидрозажимные патроны.

Рисунок 1 – Гидрозажимные патроны

По принципу работы (конструкции зажимного устройства) выделяют 2 конструктивные схемы (рис. 2).

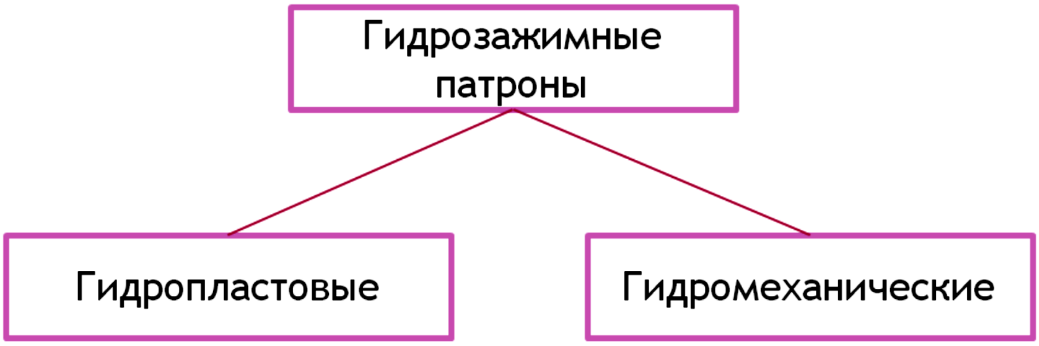


Рисунок 2 – Классификация гидрозажимных патронов

В гидропатронах реализуется технология, альтернативная термопатронам. В гидропатронах зажим инструмента осуществляется за счет давления жидкости.

Принцип работы гидромеханического патрона представлен на рис. 3.

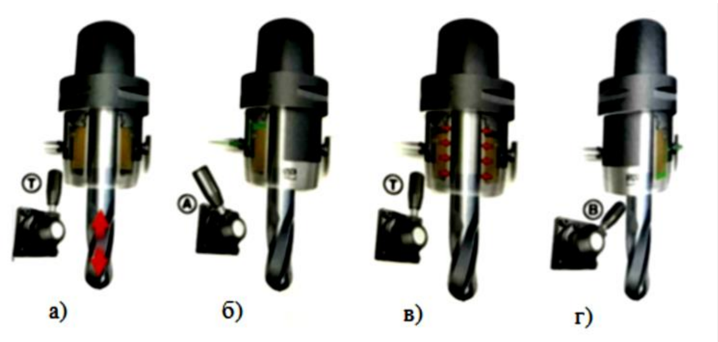


Рисунок 3 – Положение рукоятки золотника при зажиме гидромеханического патрона: а – рукоятка золотника в положении Т при установке в патрон и перемещении инструмента; б – подача давления в полость цилиндра для зажима инструмента (рукоятка золотника в положении А); в – рукоятка золотника в положении Т после закрепления инструмента; г – подача давления в противоположную полость цилиндра для разжима инструмента (рукоятка золотника в положении Б).

Также широко применяются гидромеханические и гидропластовые патроны. Гидромеханический патрон представлен на рис. 4.

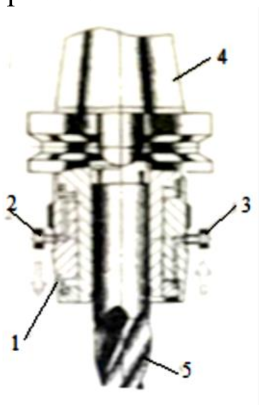


Рисунок 4 – Гидромеханический патрон

Принцип работы гидромеханического патрона основан на деформации стенок корпуса *4*. Для этого втулка *1* с конусным отверстием, с очень маленькой конусностью, под действием высокого давления гидравлической жидкости, подаваемой через штуцер *3*, перемещается вверх к хвостовику патрона. Из-за большого самоторможения втулки патрон может работать на очень высоких частотах вращения без опасности самораскрепления инструмента. Однако, если в патроне применяются переходные втулки и сменные цанги, то частота вращения патрона ограничена 8000 об/мин. Для разжима инструмента давление подается к штуцеру *2*, втулка перемещается вниз.

Гидропластовый патрон представлен на рис. 5.

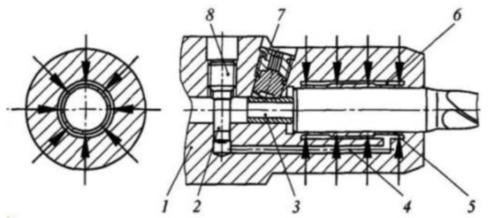


Рисунок 5 – Гидропластовый патрон

Гидропластовые патроны аналогичны по конструкции силовым фрезерным (роликовым патроном), но вместо давления роликов на упругий деформируемый корпус в них используется давление жидкости (эластомера).

В корпусе *1* патрона выполнены полости *6* и осевые каналы *4*, которые заполнены специальной жидкостью. Плунжер *2*, выполняющий роль насоса и перемещаемый винтом *8*, создает давление жидкости, которое деформирует мембрану *5*. В результате осуществляется зажим цилиндрического хвостовика инструмента. Осевое положение инструмента обеспечивают регулировочным винтом *3*, перемещаемым поворотом винта *7*.

На сегодняшний день лидерами в производстве гидрозажимных патронов являются фирмы SHUNK, EROGLU, KELCH, KEMMELER, HOLEX, HAHN+KOLB (Германия); ISCAR (Израиль); ZZC (Китай); TAEGU TEC (Южная Корея).

УДК 625.75

ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СЪЕЗДОВ ПОЛНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ ТИПА «КЛЕВЕРНЫЙ ЛИСТ»

Кудласевич А. В., Шишко Н. И.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: lika.kudlasevich@mail.ru

Summary. *Transport hubs at different levels are complex engineering structures that require detailed development of each element, especially considering traffic conditions and safety.*

На пересечении транспортных магистралей, имеющих высокую значимость и соответственно значительные интенсивности движения предусматривается проектирование транспортных развязок полного типа. Как инженерное сооружение транспортная развязка включает в себя пересекающиеся дороги, соединительные ответвления различной конфигурации, путепроводы, эстакады, переходно-скоростные полосы и их отгоны, необходимые элементы обустройства и технические средства организации дорожного движения.

Полные транспортные развязки исключают конфликтные точки пересечения потоков в одном уровне, что способствует повышению безопасности и комфорта движения в транспортном узле. Транспортная развязка по типу «полный клеверный лист» является оптимальным проектным решением при пересечении дорог высоких категорий, также учитывая возможные варианты улучшения планировочных решений такого транспортного узла и стадийности реализации этих модернизаций.

Этот тип транспортной развязки может отвечать высоким требованиям по интенсивности движения и обеспечению безопасности дорожного движения. Однако, значительные площади занимаемых территорий могут существенно сказаться на итоговой стоимости возведения такого объекта.

Планировочные решения по реализации движения с изменением направления в таком транспортном узле связаны с проектированием во всех четырех четвертях соответственно односторонних левоповоротных и правоповоротных соединительных ответвлений. Конфигурация соединительных ответвлений представлена сочетанием закруглений малого радиуса и прямолинейных участков, обеспечивающих заданные расчетные скорости движения на съездах.

Как правило, левоповоротные ответвления проектируются петлевого типа с расчетными скоростями не более 40 км/ч, что обеспечивает достаточно несвободные условия движения автомобиля ввиду движения по закругление малого радиуса. При применении левоповоротных съездов с большими расчетными скоростями увеличивается общая длина плана трассы съезда и занимаемая территория. Улучшенные типы левоповоротных ответвлений – полупрямые по «типу 1» и по «типу 2», имеющие расчетные скорости 70 км/ч и более в плане трассы имеют более комфортные параметры для движения, однако значительно увеличивается длина такого ответвления и появляется необходимость проектирования дополнительных путепроводов на пересечениях с дорогами. В таком случае транспортная развязка «полный клеверный лист» переходит в разряд полных улучшенных транспортных узлов.

Говоря о безопасности движения в зоне транспортной развязки следует детально уделить внимание траектории движения на левоповоротных съездах, так как даже при применении улучшенных типов съездов радиусы закруглений не превышают 200 м. При общей длине трассы съезда свыше 500 м в соответствии с действующими нормативами необходимо устройство двухполосной проезжей части с шириной полосы движения 3,25 м или 3,5 м, что позволит осуществить опережение тихоходных транспортных средств. Маневры опережения с учетом особенностей плана трассы на левоповоротных съездах могут стать причиной возникновения дорожно-транспортных происшествий. В качестве проектного решения, исключающего возможность совершения опасных маневров в зонах закругления малого радиуса на съездах, предусматривается проектирование отгона второй полосы движения на проезжей части односторонних левоповоротных съездов только в зоне прямолинейного участка плана трассы с отгоном ширины проезжей части по длине переходной кривой, сопрягающей прямую и круговую кривую в плане трассы.

Тем самым, левоповоротный соединительный съезд будет иметь стандартные нормативные значения по ширине проезжей части на участках с малыми радиусами – 5,0 м, в двухполосная проезжая часть полноценно будет предусмотрена на прямолинейных участках. Таким образом можно потенциально снизить риски возникновения аварийных ситуаций и повысить безопасность движения на сложных участках транспортного узла.

УДК 625.75

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МАРКЕТИНГЕ

Кутолова Д. Д.
Институт Бизнеса БГУ
e-mail: kutalavad@gmail.com

Summary. *Artificial Intelligence is actively developing and becoming part of our daily lives. Marketers also keep up and actively use AI in their activities. Big Data Analysis, Chatbots, Personalization, Content Generation, Native Advertising are the modern trends of using AI in marketing and advertising. Belarusian developers are also using AI in their projects.*

Развитие компьютерных технологий привело к появлению множества работ связанных с попытками облегчить работу человеку или создать системы, которые могут заменить человека в разных сферах деятельности. Одним из таких изобретений является искусственный интеллект.

Искусственный интеллект (ИИ) – это быстро развивающаяся отрасль компьютерных технологий, занимающаяся созданием умных машин, способных выполнять задачи, которые обычно требуют человеческого вмешательства [1].

Искусственный интеллект помогает, например, как в разработке беспилотных автомобилей, в основе которых лежат радар, определитель дистанции, GPS и специальные камеры, эти данные анализируются ИИ для принятия решений на дороге, так в распространении умных помощников, таких как Siri и Алиса, которые могут запускать поиск информации, давать поручения, планировать дела. Люди используют искусственный интеллект ежедневно Gmail и Google Docs предсказывает то, что вы хотите напечатать с помощью ИИ, Яндекс.Карты рассчитывают самый быстрый маршрут до конечного пункта, учитывая загруженность трафика, в определенное время суток, и проведение дорожных работ, на основе искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект внедряют во все сферы, в том числе в маркетинг и рекламу. Ежегодно крупнейшие мировые лидеры цифровой индустрии такие как Microsoft, Google, Amazon, Facebook, инвестируют в разработку и внедрение искусственного интеллекта в свои продукты [2].

Обозначим современные тенденции внедрения искусственного интеллекта в маркетинге:

1. *Анализ Big Data.*

В распоряжении каждой большой компании находиться огромное количество информации о пользователях: данные о их покупках, запросы, личные предпочтения, активности.

Чтобы все это структурировать используют искусственный интеллект. Он структурируют и выбирает именно те данные, которые необходимы для решения маркетинговой задачи.

Искусственный интеллект применяется для прогнозирования с использованием большого количества информации. На основе такого анализа, маркетинговые прогнозы становятся основой при построении эффективной стратегии.

2. *Поддержка пользователей с помощью чат-ботов.*

На данный момент чат-боты – это один из эффективных способов общения с пользователями. Потребители могу общаться с ботами, которые предоставляют возможность получить ответы на самые разнообразные запросы, получить персональные рекомендации, даже совершить покупку прямо внутри мессенджера.

Чат-боты помогают значительно снизить время ожидания ответа от служб поддержки, а операторы могут сосредоточиться на более сложных задачах.

3. *Глубокая персонализация.*

В настоящее время цель большинства компаний – удовлетворение потребностей и удержание клиентов, компании стараются найти индивидуальный подход к потребителю. Искусственный интеллект анализирует, какой контент получает больший отклик у целевой аудитории и с учетом их интересов предлагает персонализированную рекламу и релевантные предложения.

Повышение релевантность предложений становятся главным приоритетом, причем 80 % тех, кто относит себя к категории постоянных покупателей, говорят, что совершают покупки только у тех брендов, которые персонализируют их покупки. 47 % потребителей B2C отмечают, что бренды могли бы лучше ориентироваться на их предпочтения, а 56 % потребителей ожидают, что все их взаимодействие с брендами или продавцами будет персонализировано [3].

4. *Генерация контента.*

Развитие искусственного интеллекта позволяет создавать различный контент. Он может создавать реалистичные портреты людей, одностраничные сайты стартапов. Так же с помощью ИИ есть возможность создавать персонализированные видеоролики для каждого сегмента аудитории отдельно. ИИ пока не может соперничать с человеком по составлению текстов, однако, он отлично генерирует идеи для контента.

5. Нативная реклама.

Нативная реклама вытесняет баннерную рекламу. Большинство пользователей уходят от радио и ТВ, где нативной рекламе нет места. В интернет-пространстве контент может быть проанализирован с помощью искусственного интеллекта. Определяя содержимое, его эмоциональный контекст, чтобы индивидуально встроить в наиболее подходящий к ситуации рекламный контент. Нативная реклама не скрывает своей коммерческой направленности, но при этом несет пользу потребителю, не мешает и не раздражает.

Искусственный интеллект активно используется в белорусских проектах. Крупные зарубежные компании стали основывать на территории Белоруссии свои R&D офисы («Яндекс», Teqniksoft, Profitero). Белорусские компании, целью которых является разработка и внедрение ИИ популярны как на зарубежных рынках, так и на отечественных. Например, такие маркетплейсы как Каталог Onliner.by, Deal.by, Яндекс.Маркет, используют товарные рекомендации на сайте, помогая брендам повысить средний чек. Так же в американском стартапе Flo, основанном беларусами используются чат-боты, благодаря которым пользователь может получить индивидуальную консультацию по возникающим вопросам и получить аналитический прогноз. В минском офисе компании «Яндекс» разрабатывают решения для беспилотных автомобилей, распознавания речи, поисковых технологий [4].

Беларусь имеет все возможности для дальнейшего развития и применения искусственного интеллекта в маркетинге своих проектов. Белорусская ИТ-сфера может служить примером, помощи государства в развитии стартапов связанных с ИИ, а также внедрении их в отечественных проектах.

Таким образом, искусственный интеллект уже начал менять сферу рекламы. Несмотря на существующие ограничения, искусственный интеллект совершил революцию и внес изменения во все сферы жизни. Он используется в десятках направлений маркетинговой деятельности. ИИ изменил наш образ жизни, влияя на наше потребление информации и то, как мы принимаем решения о покупках.

Искусственный интеллект упрощает предпринимателям и потребителям находить взаимопонимание и налаживать контакт. Благодаря платформам интерактивного маркетинга команды могут давать персонализированные рекомендации без привлечения дополнительных сотрудников или увеличения времени ожидания для клиентов.

Список использованных источников

1. Artificial Intelligence [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://builtin.com/artificial-intelligence. – Дата доступа: 30.10.2022.

2. Способен ли искусственный интеллект совершить революцию в индустрии рекламы? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://adindex.ru/publication/opinion/internet/2018/06/ 5/171591.phtml. – Дата доступа: 30.10.2022.

3. How AI is changing advertising [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ibm.com/watson-advertising/thought-leadership/how-ai-is-changing-advertising. – Дата доступа: 30.10.2022.

4. Forbes: Беларусь становится мировым центром по разработке ИИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tvnews.by/tech/13604-forbes-belarus-stanovitsja-mirovym-centrom-po-razrabotke-ii.html. – Дата доступа: 30.10.2022.

УДК 621.396

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК РЛС ПРИ ИСПЫТАНИИ НОВЫХ СИСТЕМ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ВООРУЖЕНИЯ

Лысый А. Н.
ОАО «КБ Радар» – управляющая компания холдинга «Системы радиолокации»
e-mail: a.lysyj@kbradar.by

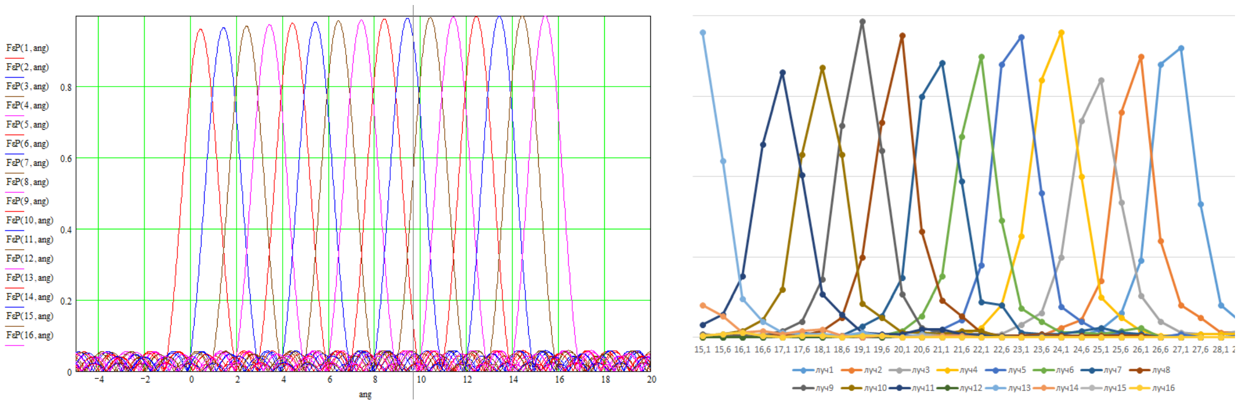
Summary. *One of the approaches to solving problems that arise when testing new models of radar weapons is considered. The proposed approach is based on the use of computational programs in the framework of combined test methods. Calculation programs make it possible to make a preliminary assessment of the relevant parameters and, on the basis of these a priori estimates, prepare a measuring range and calibrate measuring and recording instruments.*

Важными моментами оценивания эффективности применения сложных систем вооружения по назначению является выбор показателей эффективности для ее количественного представления и разработка модели эффективности. Оценивание значений показателей может быть выполнено разными методами, как экспериментальными, так теоретическими. Среди всех возможных методов особо выделяют метод натурных испытаний, обеспечивающий получение результатов в реальных условиях эксплуатации исследуемых систем и применения их по назначению. Однако натурные испытания связаны со значительными затратами материальных ресурсов и времени и не могут быть проведены во всем комплексе условий применения сложных систем вооружения из-за существующих ограничений. Как правило, ни методы аналитических исследований, ни метод натурных испытаний, ни методы статистического моделирования в отдельности не позволяют провести всесторонние исследования эффективности функционирования сложных систем вооружения. Это заставляет обращаться к комбинированным методам оценивания показателей эффективности, совместно использующим аналитические методы, метод статистических испытаний моделей и натурные испытания реальных систем.

Главная цель, которая достигается с помощью комбинированных методов, заключается в использовании по возможности всей информации о вероятностных характеристиках системы, полученной при различных видах исследований и на разных этапах их проведения, для более точного оценивания показателей эффективности или для получения их значений с требуемой точностью, но при возможно меньшем числе экспериментов с системой и ее моделью.

В настоящее время в Республике Беларусь принимаются на вооружение как новые образцы, так и «глубоко» модернизированные РЛС. При этом в связи с отсутствием испытательных полигонов остро встает проблема проведения натурных экспериментов. В таких условиях целесообразно использовать при проведении испытаний комбинированные методы оценивания показателей эффективности.

При проведении испытаний новой РЛС успешно использовались программы расчета параметров антенных систем, позволившие получить априорные данные уже на этапе планирования натурных исследований на измерительном полигоне. В частности, проводилась оценка параметров диаграммы направленности приемной антенны S-канала. Антенна представляет собой антенную решетку из нескольких вертикально расположенных излучателей и формирующую в угломестной плоскости 16 парциальных лучей. Предварительный расчет диаграммы направленности производился в среде математического моделирования. Результаты расчетов на углах места от 0º до16º представлены на рис. 1. Некоторая неравномерность парциальных лучей вызвана конструктивными особенностями антенной решетки. В дальнейшем были проведены натурные измерения диаграммы направленности на углах места от 0º до 12º с использованием измерительного полигона, развернутого в границах доступного участка местности. Данные измерений представлены на рис. 1.



а б

Рисунок 1 – Диаграмма направленности приемной антенны S-канала :
а – расчетная диаграмма направленности; б – измеренная диаграмма направленности

Полученные результаты позволяют утверждать, что расчетные данные хорошо согласуются с экспериментальными, что свидетельствует об адекватности использовавшихся математических моделей. При этом различия в расчетной и измеренной диаграммах направленности обусловлены влиянием конкретного участка местности полигона (расположенными на нем местными предметами, сооружениями, растительностью и т. п.). Эти влияния обуславливают определенные искажения диаграммы направленности. (рис. 1, б). Оценить искажения можно на этапе предварительных измерений с использованием эталонных антенн с известными параметрами.

УДК 621.9

ПРОБЛЕМЫ СТАНКОСТРОЕНИЯ В БЕЛАРУСИ И РОССИИ

Максименко А. А., Мельник Ю. А., Гордиенко А. В.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: mstools@bntu.by

Summary. *The present condition of the machine tool industry in the Republic of Belarus and Russian Federation and measures to address the problems were considered.*

Станкостроение – фундамент машиностроения, и производство станков позволяет не только быть в авангарде мирового прогресса, но и по своему усмотрению допускать государства в высокотехнологичный мир. Лидер в станкостроении гарантированно находится в первом дивизионе мировых промышленных держав, тогда как чистый импортер станков никогда не пробьется в клуб промышленных стран, не освоив производства станков. Среди развитых стран мира нет чистых экспортеров или импортеров станков: часть продукции всегда потребляется страной-изготовителем, поэтому понять, кто входит в число крупнейших экспортеров или импортеров, можно лишь по соотношению между производством и потреблением станков внутри страны.

По данным за 2015 год Китай импортировал порядка трети станочного парка, США – свыше 60 %, Германия и Япония – 43 и 19 % соответственно. Беларусь ввозила 90 % от собственного производства станков в стоимостном выражении, Россия – 81 %, Казахстан – 100 %. Вклад станкостроения в ВВП РФ в 2016 году составлял 0,02 %, тогда как в Китае – 0,2 %, в Японии – 0,33 %, в Германии – 0,37 %.

По данным семилетней давности первое место по поставкам станков в страны ЕАЭС занимал Китай с долей порядка 25 %, затем Германия с 20 %, далее шли Италия, США и Тайвань. Россия была восьмым в мире импортером станков с объемом закупок до двух миллиардов долларов США в год. Суммы, затраченные на импорт станков и комплектующих к ним, исчисляются десятками миллиардов долларов. Оценить точно объемы импорта станков Россией и Беларусью с 1991 года не представляется возможным из-за «белых пятен» в статистике и особенностей статистического учета.

Половина станков в России устарела как морально, так и физически. В 2018 году Россия экспортировала станков на 97 миллионов долларов, тогда как Германия на 2 миллиарда долларов. Около 40 % спроса на станки в России создает гражданское авиастроение, порядка 30 % – автомобилестроение, порядка 6 % – станкостроение, тяжелое машиностроение. Россия является практически чистым импортером станков, которые производят мировые лидеры станкостроения, хотя СССР активно экспортировал станки, а РСФСР и БССР были союзными центрами станкостроения.

Распад СССР с последующими сменой экономической модели и разрывом кооперационных связей, а также деиндустриализацией привели к катастрофе в станкостроении России и Беларуси. В результате создалась ситуация, когда главными проблемами являются хронический дефицит денежных средств и узость внутреннего рынка промышленных товаров даже в рамках ЕАЗС, не говоря уже о Союзном государстве России и Беларуси: слабое машиностроение не позволяет качественно увеличить объемы производства станков; в свою очередь, недостаточные объемы выпуска станков вынуждали закупать их за рубежом.

Интеграция между Россией и Беларусью в станкостроении основана на следующих факторах:

– Соглашении между правительствами РФ и РБ о производственной и научно-технической кооперации предприятий оборонных отраслей промышленности от 20 мая 1994 года;

– Соглашении между Ассоциацией «Станкоинструмент» и ОАО «МЗОР» от 2012 года о сотрудничестве предприятий станкостроительной и инструментальной промышленности РФ и РБ в рамках Союзного государства. Однако информации о результатах этого сотрудничества в открытых источниках нет;

– двусторонних соглашениях о сотрудничестве между различными предприятиями станкостроительных отраслей РФ и РБ [1].

Кроме того, в рамках ЕАЭС был создан Евразийский инжиниринговый центр по станкостроению, работа которого началась в 2017 году на площадке МГТУ «СТАНКИН» [2]. Однако сведений о его работе тоже не удалось найти.

На фоне экономических санкций, которые были усилены в 2022 году, Беларусь и Россия активизировали интеграционные процессы, в том числе связанные с переориентацией сбыта продукции машиностроения. Для белорусских станкостроительных предприятий российский рынок является приоритетным. Россия также заинтересована в сотрудничестве с Беларусью и развитии импортозамещения, в частности, в станкостроении.

По словам премьер-министра Республики Беларусь Романа Головченко, ключевая задача станкостроения Беларуси состоит в быстром освоении производства станков и обрабатывающих центров нового типа. По словам главы правительства, без кооперации с российской стороной достигнуть подобных целей будет очень сложно. Поэтому рассматривается вопрос о формировании в ближайшее время межгосударственного станкостроительного кластера с мерами государственной поддержки. Белорусская сторона заключила большое количество контрактов и отработала планы поставок с Татарстаном и Башкортостаном. Башкортостан имеет компетенции в сертификации станочного оборудования, там создан единственный в России центр сертификации станков. В Татарстане есть предприятия, которые являются большими потребителями станков. Белорусские банки вскоре присоединятся к российской системе госзаказа, а промышленные компании Беларуси уже подключились к российской цифровой платформе МСП.РФ [3].

Есть надежда, что необходимость действовать в условиях плохой геополитической ситуации приведет к эффективным решениям и результатам в станкостроении России и Беларуси. При этом необходимо привлечь к решению проблем РАН и НАН РБ, создать мощный центр прикладной науки (взамен уже несуществующего ЭНИМСа) и выращивать компании – национальные чемпионы в станкостроении [4].

Список использованных источников

1. Станковый хребет экономики. Как вернуть утраченные позиции на рынке станко- и подшипникостроения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docviewer.yandex.by/view/3639640/.

2. Евразийский инжиниринговый центр по станкостроению будет создан на площадке МГТУ «СТАНКИН» в Москве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://promvest.info/ru/tehnologii-i-oborudovanie/evraziyskiy-injiniringovyiy-tsentr-po-stankostroeniyu -budet-sozdan-na-ploschadke-mgtu-stankin-v-moskve/.

3. Головченко раскрыл, как Россия и Беларусь будут развивать станкостроение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://eurasia.expert/golovchenko-raskryl-kak-rossiya-i-belarus-budut-razvivat-stankostroenie/?utm_source=yandex.by&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.by&utm_referrer=yandex.by.

4. Станкостроению нужны национальные чемпионы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stimul.online/articles/interview/stankostroeniyu-nuzhny-natsionalnye-chempiony/.

УДК 621.892.1

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРОКА ЗАМЕНЫ ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА

Мелешко А. В., Булавка Ю. А.
Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой
e-mail: nv.meleshko@gmail.com

Summary. *The development and implementation of an express method of engine oil analysis will greatly simplify the lives of motorists, since with the help of an express test it is possible to determine not only the quality of engine oil at the present time, but also to assume the approximate time that engine oil can still last. In order to determine the approximate operating time of the engine oil, it is necessary to make some calculations, the results of which will allow you to accurately judge the quality or use the application being developed.*

Жизнь современного человека невозможно представить без автомобиля. Число автомобилей на душу населения растет ежегодно. По данным на 2020 года в Беларуси на 1 000 человек приходится 343 автомобиля, а в Китае 219 автомобиля.

Длительность эксплуатационного срока автомобиля зависит от бдительности автовладельца, регулярности проверки масла в двигателе и своевременной замене масла. Во время эксплуатации автомобиля в камере сгорания происходят окислительные химические процессы, в результате которых топливо взаимодействуя с кислородом воздуха может образовывать агрессивные по отношению к внутренним узлам соединения. Присадки, содержащиеся в составе моторного масла, основная задача которых обеспечение бесперебойной работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС), начинают разлагаться и перестают нейтрализовать образующиеся кислоты и диспергировать слипающиеся шламовые соединения, что приводит к развитию коррозии и интенсивному износу узлов трения.

Последствием несвоевременной замены смазочной субстанции могут быть следующими:

– перегрев мотора автотранспортного средства;
– повреждение элементов турбокомпрессора;
– проворот шатунных вкладышей;
– преждевременный износ важных системных деталей двигателя.

Каждое из повреждений двигателя внутреннего сгорания требует основательного ремонта. Чтобы этого часто не происходило, рекомендуется своевременно заменять моторное масло в системе ДВС. Опытные автомобилисты производят замену моторного масла ориентируясь не на пробег двигателя по спидометру, а по моточасам работы двигателя, так как эксплуатация автомобиля по городу (частое стояние в пробках) существенно влияет на состояние масла в двигателе.

Традиционными методами оценки качества свежего и отработанного моторного масла являются определение щелочного и кислотного числа методами потенциометрического титрования при помощи электрода, заполненного электролитом, также распространенным методом, используемым в специализированных лабораториях, является определение качества масла на основе полученных дынных ИК-спектров, которые описывают качественный состав. Однако для проведения данных анализов необходимо специальное дорогостоящее лабораторное оборудование и реактивы, обученный персонал, что ограничивает возможность использования данных методов диагностики для индивидуального потребителя (автомобилистов) и транспортных компаний.

Для самостоятельной диагностики состояния моторного масла в системе смазки двигателя можно использовать экспресс-тест по бумажной хроматографии по капельной пробе, который позволяет сделать вывод о качестве масла и принять решение о необходимости и сроках его замены. Данный способ является достаточно простым, но эффективным, и опосредовано позволяет продлить срок службы двигателя и его составных частей. Кроме моторного аналогично можно контролировать качество турбинных, компрессорных, трансмиссионных и гидравлических масел и подобных им. Для проведения данного теста необходима проба масла и пористая белая бумага или фильтр. Данный экспресс-тест эффективно может применяться в процессе периодических технических осмотров транспорта, а также предупредить возможность применения низкокачественных масел. После высушивания пробы необходимо провести визуальный и числительный тест по размерам и цвету образовавшегося пятна.

Нами разработан программный продукт в виде мобильного приложения для диагностики состояния моторного масла в системе смазки двигателя внутреннего сгорания на базе методики бумажной хроматографии по капельной пробе. Суть предлагаемого процесса заключается в диагностике моюще-диспергирующих свойств масла с помощью фильтровальной бумаги, либо пористой белой бумаги. Для проведения данного теста необходимо после прогрева двигателя автомобиля до рабочей температуры 90℃ достать щуп и разогретое масло нанести на бумагу (фильтр), размещенную горизонтально на невпитывающем материале. После нанесения образца на фильтр необходимо высушить пробу при комнатной температуре в течение суток или при температуре 100 °С не менее часа [1–2]. Результат подготовки пробы для диагностики состояния моторного масла в ДВС проведен на рис. 1.

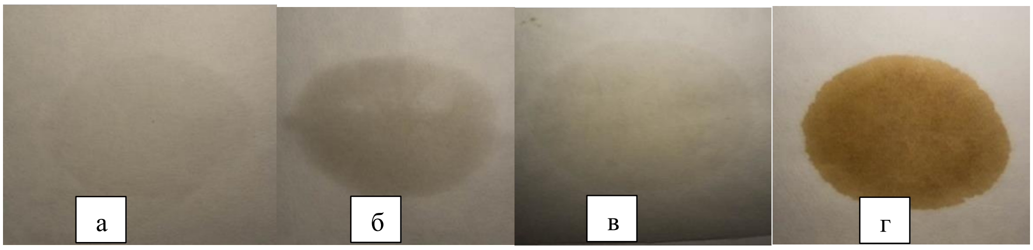


Рисунок 1 – Подготовка пробы для диагностики состояния моторного масла в ДВС:
а – свежее моторное масло для дизельного двигателя; б – моторное масло для дизельных двигателей прошедшее 2 000 км; в – свежее моторное масло для бензиновых двигателей; г – моторное масло для бензиновых двигателей прошедшее 15 000 км

Далее скачав и открыв программный продукт в виде мобильного приложения навести камеру мобильного телефона на образовавшееся пятно. Проведя сканирование пятна приложение выполняет автоматический расчет по отдельным зонам диффузии коэффициента моюще-диспергирующих свойств и коэффициента механических примесей, а также визуальную диагностику состояния пробы моторного масла, включающую в себя поэтапную оценку внешнего вида и размера четырех характерных зон, сравнение цвета капли с шаблонами. В конечном итоге мобильного приложения выдаст характеристику текущего состояния моторного масла и рекомендации о необходимости его замены. Для более точного анализа состояния моторного масла необходимо вводить данные о типе двигателя, марки моторного масла, его основе и другие параметры. В целом, использование в повседневной жизни автомобилистов программного продукт в виде мобильного приложения для диагностики состояния моторного масла в ДВС при различной степени пробега автомобиля позволит защитить двигатель внутреннего сгорания автомобиля от излишнего износа и преждевременных поломок.

Список использованных источников

1. Мелешко, А. В. Экспресс-методы определения срока замены отработанного моторного масла / А. В. Мелешко, Ю. А. Булавка // Электронный сборник трудов молодых специалистов полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой [Электронный ресурс]. – Новополоцк: Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, 2022. – Вып. 45 (115). Промышленность. – С. 133–136

2. Мелешко, А. В. Обзор методов определения степени окисления моторного масла / А. В. Мелешко, Ю. А. Булавка // Электронный сборник трудов молодых специалистов полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой [Электронный ресурс]. – Новополоцк: Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, 2022. – Вып. 45 (115). Промышленность. – С. 141–144.

УДК 621.794.61

ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ВЕНТИЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИМПУЛЬСНОГО МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Нисс В. С., Королёв А. Ю., Паршуто А. Э., Янович В. А.
Белорусский национальный технический университет
e-*mail: niss@park.bntu.by*

Summary. *The disadvantages of traditional methods of microarc oxidation are the long processing time (up to 120 min) for the formation of oxide layers of the required thickness with the required properties and, accordingly, high energy costs. Such a long duration of the traditional MAO process is due to the fact that the thickness of the formed oxide layer is determined by the number of technological pulses acting. Thus, the operating frequency of the traditional MDO process is 50 Hz, and technological current pulses follow with a period of 10 ms. The solution to the problems associated with increasing the productivity of the process and a significant reduction in processing time with the same thickness of the oxide layer is the use of fully controlled amplitude and duration of low-frequency multipolar pulses of 0.05–1 kHz with the simultaneous superposition of technological high-frequency pulses (up to 10 kHz) into the anode half-cycle). The use of high-frequency modes of microarc oxidation makes it possible to significantly increase the number of technological current pulses per unit time and significantly reduce the processing time.*

Микродуговое оксидирование (МДО) относится к экологически безопасным процессам, так как позволяет проводить обработку в электролитах с низкой концентрацией неагрессивных компонентов, а также отсутствует необходимость тщательной предварительной подготовки поверхности перед обработкой. Данный вид обработки относится к электрохимическим процессам и отличается от традиционного анодного оксидирования образование локальных электрических искровых и микродуговых микроплазменных разрядов на обрабатываемой поверхности, в результате чего существенно увеличивается скорость формирования тонкого слоя керамикоподобного пористого покрытия с различным элементным и полифазовым составом [1]. Кроме того, процесс ведется при более высоких напряжениях – до 1000 В, причем чаще используется не постоянный, а переменный и импульсный токи. В особенности отмечается, что биполярный импульсный режим отличается мягкостью, регулируемым соотношением амплитудно-частотных значений катодного и анодного токов, что позволяет получать покрытия с большей толщиной, хорошей структурой и низкой пористостью [2].

Метод микродугового оксидирования широко используется для нанесения покрытий на многие вентильные металлы и их сплавы, в том числе на алюминиевые и титановые, широко применяемые в машиностроении. Недостатками традиционных методов МДО являются большая продолжительность обработки (до 120 мин) для формирования оксидных слоев необходимой толщины с требуемыми свойствами и, соответственно, высокие энергетические затраты. Такая большая длительность процесса традиционной МДО вызвана тем, что толщина формируемого оксидного слоя определяется количеством воздействующих технологических импульсов. Так, рабочая частота традиционного процесса МДО составляет 50 Гц, а технологические импульсы тока следуют с периодом 10 мс.

Решением проблем, связанных с повышением производительности процесса и значительным снижением времени обработки при одинаковой толщине оксидного слоя является предложенный нами метод, основанный на использовании полностью управляемых по амплитуде и длительности разнополярных импульсов напряжения 100–500 В низкой частоты 0,05–1 кГц с одновременным наложением в анодный полупериод технологических импульсов амплитудой 600–1000 В высокой частоты (до 10 кГц). Использование высокочастотных режимов МДО позволяет существенно увеличить количество технологических импульсов тока в единицу времени и существенно уменьшить продолжительность обработки (до 3–4 раз). Использование регулируемой длительности и амплитуды технологических импульсов позволяет управлять потоками энергии в зонах пробоя оксидных слоев. Такого рода технологические режимы перспективны для получения оксидных слоев с низкой шероховатостью (Ra до 0,2–0,63 мкм) на алюминии и титане.

Дополнительное наложение на чередующиеся низкочастотные импульсы высоких по амплитуде высокочастотных импульсов в анодный полупериод позволяет обеспечить более легкий пробой пленки за счет повышения суммарного тока в этот полупериод, создает благоприятные условия для организации разрядов не только на оксидных пленках с явно выраженными вентильными свойствами, но и на других металлах. Использование высокочастотных импульсов способствует улучшению структуры покрытий, обеспечивает их мелкокристаллическую строение, приводит к повышению их плотности и микротвердости, уменьшению пористости. При этом высокочастотные импульсы имеют большую амплитуду напряжения, но меньшую мощность, чем низкочастотные импульсы. За счет большей амплитуды именно высокочастотные импульсы инициируют микродуговой процесс в дефектных местах покрытия, что обеспечивает его более плотное формирование.

Установлено, что при регулировании энергии в каналах пробоя формируемые покрытия отличаются более высокой термостабильностью и высокими значениями электросопротивления по сравнению с покрытиями, полученными без ограничения энергии. Соответственно и другие физико- химические свойства покрытий, сформированные с использованием разработанного метода МДО, также могут контролироваться при регулируемой длительности и амплитуде технологических импульсов, что оказывает влияние на такие конечные характеристики МДО-покрытий, как твердость, пористость, пробойное напряжение и т.д. Эти режимы определяются выходными параметрами источника питания для МДО, определяющими начало и окончание микродугового разряда в каждом периоде.

Список использованных источников

1. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборуд.) / И. В. Суминов [и др.]. – М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.

2. Yilmaz M. S., Sahin O. Investigation of the High Energy Single Pulses Affect on Micro Arc Oxidation Process on Aluminium. Proceedings of the 4th World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering (MCM'18). Madrid, Spain – August 16 – 18, 2018.

УДК 666.762.62:666.762.64

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛИТЕЙНЫХ УСТАНОВОК АЛЮМИНИЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Попов Р. Ю., Самсонова А. С.
Белорусский государственный технологический университет
e-mail: misakamadara@yandex.by

Summary. *The possibility of obtaining wollastonite-containing ceramics based on domestic raw materials for the production of heat-insulating ceramics, parts for foundry plants in the aluminum industry has been established.*

В настоящее время волластонитовая керамика является одним из востребованных направлений современной науки как материал многоцелевого назначения. Выбор таких материалов обусловлен их высокой механической прочностью и термостойкостью, а также инертностью к химическому взаимодействию с расплавом алюминия, что повышает популярность применения указанного вида материала для тепловых агрегатов, литейных установок, в особенности в металлургической отрасли. Известно, что Республика Беларусь не располагает производством таких изделий, что приводит к необходимости приобретения их за рубежом. Организация производства технической керамики в Республике Беларусь является первостепенной задачей, которую необходимо решить для существования станкостроительной и машиностроительной отрасли. Изготовление опытных образцов осуществлялось методом полусухого прессования. Подготовленные сырьевые компоненты измельчали до остатка на сите № 05 1–2 %, взвешивали в необходимом количестве, подвергали совместному помолу в микрошаровой мельнице в течении 20 мин. Приготовленная смесь увлажнялась до важности 6–8 %, затем готовый пресс-порошок вылеживался в течении 1 сут. для усреднения по составу и влажности. Формование образцов осуществлялось на гидравлическом прессе при давлении прессования 20–25 МПа. Далее производилась сушка образцов при температуре 100±10 °С в течением 2 ч, после чего осуществлялся однократный обжиг в электрической печи в интервале температур 1000–1300 °С. Скорость подъема температуры в процессе обжига составляла 200–250 °С/ч. Образцы охлаждались инерционно вместе с печью до комнатной температуры. Для получения керамики на основе синтетического волластонита в качестве исходных сырьевых материалов использовались следующие компоненты: мел ОАО «Красносельскстройматериалы», доломитовая мука, циклонная пыль с известкового цеха (г. Климовичи), маршалит, трепел месторождения «Стальное», огнеупорная глина Веселовского месторождения. Образцы керамики, полученные на основе различных кремнеземсодержащих компонентов после обжига при температуре 1150 °С, характеризовались следующими показателями свойств: кажущаяся плотность при использовании доломитовой муки и трепела – 1329–11553 кг/м^3, водопоглощение – 28,4–41,5 %, открытая пористость – 44,1–55,2 %; кажущаяся плотность в образцах, содержащих доломитовую муку и маршалит – 1233–1354 кг/м^3, водопоглощение – 33,0–44,6 %, открытая пористость – 41,2–58,7 %; кажущаяся плотность при введении в состав масс мела и трепела – 1663–1735 кг/м^3, водопоглощение – 20,8–24,0 %, открытая пористость – 36,1–40,2 %; кажущаяся плотность при введении в состав масс мела и маршалита – 1554–1602 кг/м^3, водопоглощение – 27,1–30,1 %, открытая пористость – 43,4–45,0 %. Механическая прочность при сжатии образцов в зависимости от вида применяемого кремнеземсодержащего компонента при температуре 1150 °С: на основе трепела – 13,5–70,6 МПа; на основе маршалита – 1,8–26,9 МПа. Значения ТКЛР синтезированных образцов – от 4,20 до 8,30 $\cdot 10^{-6}$ К$^{-1}$. Рентгенофазовый анализ полученной керамики показал, что качественный фазовый состав представлен волластонитом и псевдоволластонитом, низкотемпературной модификацией кварца, в незначительном количестве фиксируются тридимит, неустойчивое соединение Ca_2SiO_4, а также в некоторых образцах состава присутствуют не связанный кварц и оксид кальция.

УДК 528.7

ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ КАЛИБРОВКА КАМЕРЫ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА ПО СНИМКАМ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ТЕСТ-ОБЪЕКТА

Радцевич Е. И., Андрейчиков В. В., Будкевич К. С.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: radtsevich.elizaveta@gmail.com, mr-andreychikov@mail.ru, karinabudkevich10.08@gmail.com

Summary. *The process of photogrammetric calibration of a mobile phone camera is described in order to determine the elements of interior orientation, including the parameters of photogrammetric distortion of the camera lens. An assessment of the reliability and validity of the experimental data was made.*

В процессе изучения дисциплины «Прикладная фотограмметрия» возникла необходимость выполнения экспериментальной наземной фотограмметрической съемки камерой телефона MI 11 Lite с разрешением 2610×4640 пикселей и фокусным расстоянием 4,74 мм. Так как цифровая камера телефона является любительской, нельзя предполагать долговременную стабильность механических и оптических компонентов, как в случае со специальными метрическими камерами, возникает необходимость ее калибровки с целью определения элементов внутреннего ориентирования, включая параметры фотограмметрической дисторсии объектива съемочной камеры.

Уменьшить влияние дисторсии объектива камеры можно учтя поправки за дисторсию в координаты измеренных точек на снимке, которые описываются следующими уравнениями:

$$\left.\begin{aligned} d_x &= x(r^2k_1 + r^4k_2 + r^6k_3 + \cdots) + (r^2 + 2x^2)p_1 + 2xyp_2; \\ d_y &= y(r^2k_1 + r^4k_2 + r^6k_3 + \cdots) + (r^2 + 2y^2)p_2 + 2xyp_1. \end{aligned}\right\} \#(1)$$

где x, y – координаты точек снимка; k_1, k_2, k_3 – коэффициенты радиальной дисторсии; p_1, p_2 – коэффициенты тангенциальной дисторсии объектива; $r = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2}$ – расстояние от точки изображения до главной точки.

Поскольку достижимая точность измерения в пространстве объекта всегда зависит от текущего масштаба изображения в фотограмметрии, необходимо стремиться к чрезвычайно малой погрешности измерения координат в пространстве изображения. Обычно они находятся в диапазоне от 0,5 до 0,02 пикселей.

Для целей фотограмметрической калибровки камеры мобильного телефона на кафедре «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии» БНТУ создан пространственный тест-объект с определением пространственных координат точек тест-объекта методом прямой геодезической засечки, с помощью электронного тахеометра Nikon 3DR, обеспечивающего измерение горизонтальных и вертикальных углов со СКП 5″.

Съемка пространственного тест-объекта объекта осуществлена многократно с поворотом камеры вокруг оптической оси объектива на 180° с целью повышения надежности и достоверности определения элементов внутреннего ориентирования калибруемой камеры.

Процесс калибровки камеры, то есть уточнение коэффициентов радиальной и тангенциальной дисторсии, выполнен в программном продукте Agisoft Photoscan.

После импорта фотографий в программу выполнено их выравнивание. На этой стадии определяется положение и ориентация камеры для каждого кадра, строится разреженное облако точек. После импорта координат маркированных точек, измерены все маркированные точки пространственного тест-объекта на каждом снимке с высокой точностью. Выполнена оптимизация положения фотографий, с предварительно отключенными снимками, с целью исключения навигационной привязки камер.

Для сохранения данных фотограмметрической калибровки камеры в окне «Калибровка камеры» (рис. 1) выбором пункта «Калибровка камеры» в меню «Инструменты» необходимо перейти на вкладку «уточненная» и сохранить параметры.

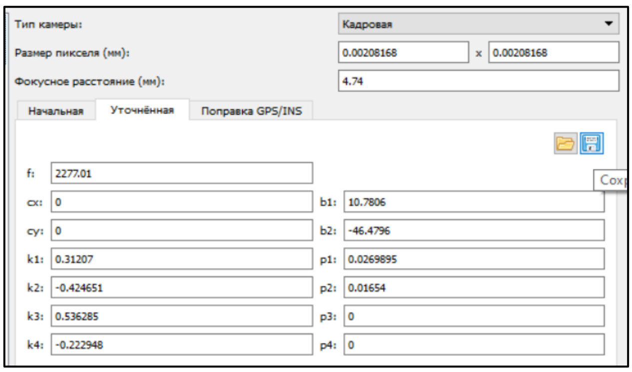


Рисунок 1 – Сохранение параметров калибровки

Заключительным этапом обработки в программе Agisoft Photoscan выполнено формирование и анализ программного отчета об обработке. На рис. 2 представлен фрагмент программного отчета, согласно которому общее значение погрешности координат измеренных на снимке точек не превышает 0,5 пикселя.

Количество	Ошибка, X (мм)	Ошибка, Y(мм)	Ошибка, Z (мм)	Ошибка XY(мм)	Общая (мм)	Фото (пикс)
124	14.2327	10.1682	5.43977	17.4918	18.3181	0.364

Таблица 2. СКО по опорным точкам.

Рисунок 2 – Фрагмент программного отчета об обработке

Однако с целью проведения оценки надежности и достоверности полученных экспериментальных данных произведено дополнительно семь съемок пространственного тест-объекта с последующей калибровкой камер. Выполнено выявление 5 % значений, которые являются недостоверными и оценка сходимости теоретических и практических значений при доверительной вероятности P = 95 % (рис. 3).

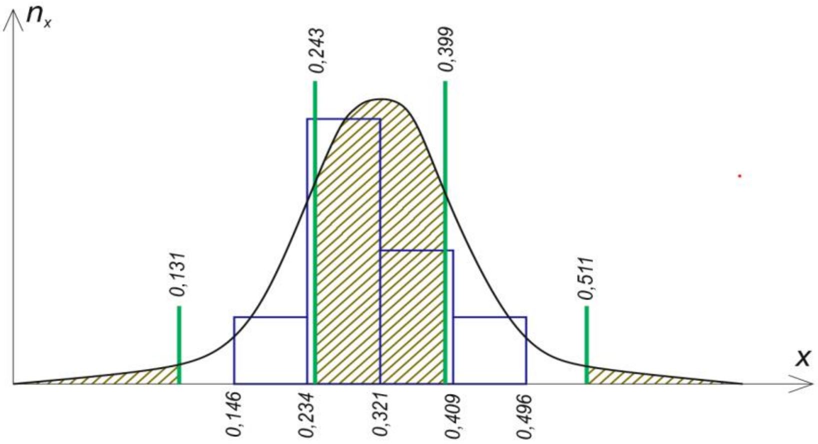


Рисунок 3 – Гистограмма и аппроксимированная кривая распределения изучаемой величины

В результате можно сделать вывод, что сходимость при значении доверительной вероятности P = 95 % признается удовлетворительной, а среднее экспериментальное значение равное 0,321 пикселей признается достоверным, что не превышает 0,5 пикселя и говорит о возможности применения камеры мобильного телефона MI 11 Lite с фокусным расстоянием 4,74 мм для производства наземной съемки с предварительной фотограмметрической калибровкой.

УДК 622.6(075.8)

КУРСОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЩЕЛЕНАРЕЗНОЙ МАШИНЫ ПРИ НАРЕЗАНИИ БОКОВОЙ ЩЕЛИ В ПОЧВЕ ВЫРАБОТКИ

Савчук Д. А., Довидович А. А., Басалай Г. А.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: saw7ukden@gmail.com

Summary. *The analysis of the course stability of a caterpillar slot-cutting machine with an executive body “chain bar” when cutting a side slot in the working soil was carried out.*

При разработке Старобинского месторождения калийных руд подземным способом весьма эффективным мероприятием, повышающим устойчивость горных выработок, оказалось нарезание компенсационных щелей. При их помощи снижается горное давление в толще массива, примыкающего к выработкам. За счет этого уменьшается пучение породы по контуру вырабоки и ее выброс в пространство выработки. Щели нарезаются в почве и кровле выработок, а также в боковых стенках, т. е. фактически по всему их периметру. Естественно, использование компенсационных щелей не позволяет обеспечить полностью крепление горных выработок. Поэтому наряду с их использованием применяются и другие способы крепления. Вместе с тем опыт разработки Старобинского месторождения показал, что нарезание компенсационных щелей в горных выработках – эффективный способ повышения их срока использования при ведении горных работ.

Механизация работ по нарезанию таких щелей осуществляется специальными врубовыми машинами, которые ранее производились в Российской Федерации на Копейском машиностроительном заводе и в Украине. В связи с расширением объемов добычи калийных руд на Старобинском месторождении и освоением новых месторождений по заданию ОАО «Беларуськалий» производство врубовых машин освоено в ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством» [1, 2]. Общим для всех щеленарезных машин является баровый исполнительный орган, который может относительно машины устанавливаться в различных положениях, что дает возможность нарезать компенсационные щели в кровле, почве и боковых стенках выработки.

Эффективная работа фрезерующих горных машин в значительной степени зависит не только от их энергооснащенности, но и от распределения внутренних и внешних опрокидывающих моментов как в продольной, так и в поперечной плоскостях, а также стабилизирующих моментов, формируемых опорными площадками гусениц. Эти вопросы решаются на стадии проектирования при общей компоновке машин методом статического и тягового расчета [3, с. 140–159].

В работе проведен комплексный анализ по обеспечению курсовой устойчивости гусеничной машины с навесным цепным баром при нарезке щели, формируемой в почве выработки с поперечным отклонением относительно продольной оси симметрии машины на расстояние до половины ее поперечной базы. Режим работы цепного бара – встречное фрезерование, т. е. тягово-приводная цепь с зубками движется в рабочей зоне снизу-вверх. При этом учитывалось влияние конструкции гусеничного движителя машины, а также опорно-ходовых элементов исполнительного навесного оборудования. Расчет проводился для технологических условий без возможности применения стабилизирующих распорных устройств на машине о стенки выработки, что имеет место в подземных выработках с большим поперечным сечением.

Установлено, что при заднем расположении механизмов привода гусениц, а также высотном положении приводных звездочек может наступить эффект отрыва передних частей опорных площадок гусениц от несущего основания из-за влияния большого сопротивления передвижению исполнительного органа.

Список использованных источников

1. Казаченко, Г. В. Горные машины. В 2ч. Ч. 1. Основы тории / Г. В. Казаченко, В. Я. Прушак, Г. А. Басалай: под общ. ред. В. Я. Прушака. – Минск: Вышэйшая школа, 2018. – 183 с.

2. Казаченко, Г. В. Горные машины. В 2ч. Ч. 2. Машины и комплексы для добычи полезных ископаемых / Г. В. Казаченко, В. Я. Прушак, Г. А. Басалай: под общ. ред. В. Я. Прушака. – Минск: Вышэйшая школа, 2018. – С. 12–35.

3. Казаченко, Г. В. Горные машины: практикум: учебное пособие / Г. В. Казаченко, Г. А. Басалай, Г. И. Лютко. – Минск: Вышэйшая школа, 2020. – 200 с.

УДК 624.04

ВЛИЯНИЕ ВИДА ОПОРНЫХ ЧАСТЕЙ НА ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ

Ходяков В. А.
Белорусский национальный технический университет,
e-mail: xva609@gmail.com

Summary. *The comparing results of natural oscillations frequencies of the bridge span structure when using different types of bearing parts are presented in the article. Comparative analysis was performed.*

Несколько десятилетий назад в Республике Беларусь началось массовое применение полиуретановых опорных частей. Эти опорные части пришли на замену тангенциальным металлическим и резинометаллическим опорным частям. В процессе многочисленных испытаний мостов и мониторинга эксплуатируемых сооружений при динамических воздействиях транспортных средств возникла теория о том, что применение более мягких полиуретановых опорных частей, значительно влияет на жесткость колебательной системы пролетного строения.

Для исследования этой теории были проведены лабораторные испытания полиуретановых и резинометаллических опорных частей для наиболее точного определения их жесткости. Из серии лабораторных испытаний были выбраны два типоразмера опорных частей максимально схожих по эксплуатационным нагрузкам:

1. Полиуретановая опорная часть ЛПЧ15.400, с размерами (320×170×65) мм, с вертикальной жесткостью, определенной экспериментально, порядка 0,55 ГН/м^3.

2. Резинометаллическая опорная часть РОЧ20х25х6,3, с размерами (200×250×63) мм с вертикальной жесткостью, определенной экспериментально, порядка 10,5 МН/м^3.

Экспериментальные диаграммы деформации этих опорных частей представлены на рис. 1.

Следующим шагом стало сравнение собственных частот колебания пролетного строения моста для различных видов опорных частей.

В специализированном расчетном комплексе SOFiSTiK была создана расчетная схема несущей части пролетного строения по серии 3.503-14 Выпуск 5. Габарит моста Г-11.5 на восьми балках пролетного строения длиной 15 м и расчетным пролетом 14,4 м (рис. 2).

Вес собственных конструкций мостового полотна был принят равным 4 кН/м2 по всей площади пролетного строения.

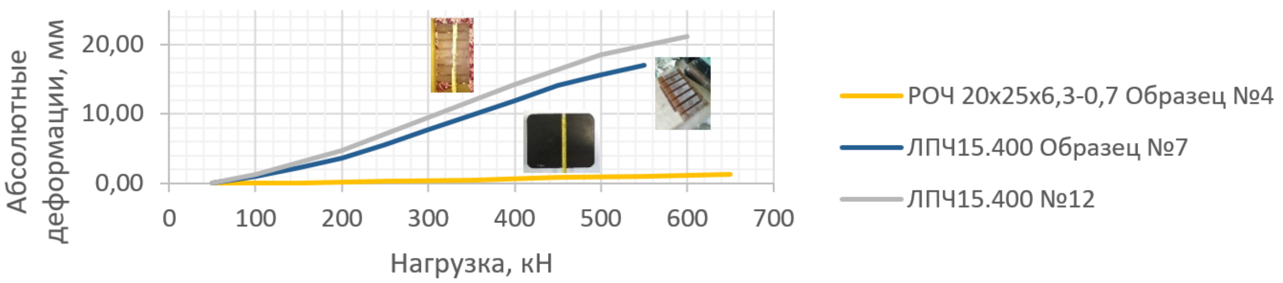


Рисунок 1 – Диаграммы деформации контрольных опорных частей. Получены при лабораторном испытании

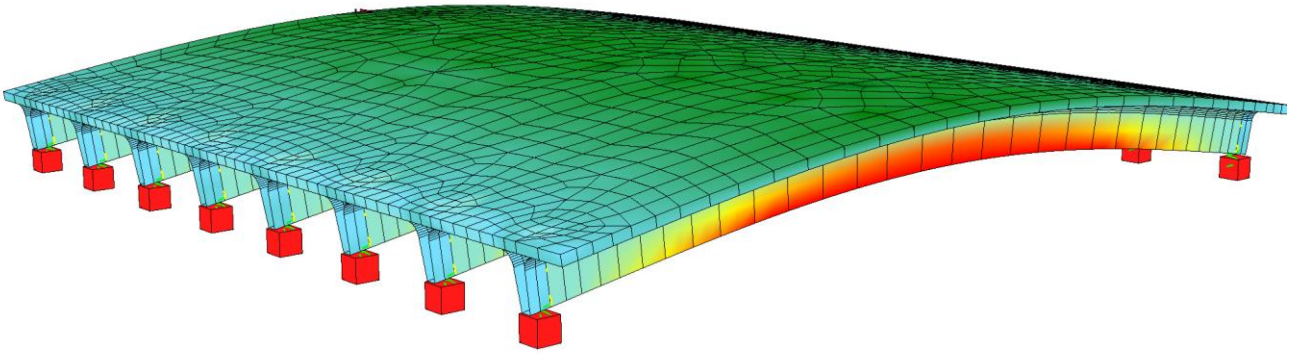


Рисунок 2 – Общий вид расчетной схемы пролетного строения. Первая форма колебаний

Был произведен расчет собственных частот колебаний для упругих в вертикальном направлении полиуретановых и резинометаллических опорных частей. При этом случай с применением металлических опорных частей был принят как эталонный с абсолютно жестким опиранием в вертикальном направлении. Результаты расчета были сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнение собственных частот колебаний пролетного строения для разных видов опорных частей

Вид опорной части	Вертикальная жесткость, МН/м^3	Частота колебания пролетного строения, Гц	Относительное изменение частоты, %		
Металлическая	∞	4,935	0	+1,02	+17,81
Резинометаллическая РОЧ20×25×6,3	10,5	4,885	–1,01	0	+16,61
Полиуретановая ЛПЧ15.400	0,55	4,189	–15,12	–14,25	0

В результате анализа данных, полученных в результате расчета, можно сделать вывод о том, что резинометаллические и металлические опорные части хоть и отличаются по жесткости, но не значительно. Полиуретановые же опорные части сильно выделяются и снижают жесткость колебательной системы пролетного строения на величину порядка 15 %.

Снижение собственной частоты колебания пролетного строения при прочих равных факторах снижает величину критической скорости движения автомобилей, при которой возникает резонанс, что в свою очередь негативно влияет на величину динамических нагрузок на пролетное строение.

УДК 624.19

ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ НЕМЕХАНИЗИРОВАННЫМИ ЩИТАМИ В РАЗЛИЧНЫХ ИНЖИНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Цейко М. Г., Ходяков В. А.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: atexsmc@gmail.com

Summary. *The development of the soil is not mechanized by a shield complex. The main parts of the shield. View of the shield complex in various soils. Release of soil in the face.*

Немеханизированные щитовые комплексы могут применяться в различных условиях, начиная от неустойчивых водонасыщенных грунтов и заканчивая скальными грунтами. В большинстве случаев данные комплексы используются для сооружения тоннеля не более одного километра, либо если механизированный способ проходки тоннеля не может быть применен на данном участке из-за инженерно-геологических условий.

Оборудование для реализации такого способа строительства включает в себя сам проходческий щит (немеханизированный), тоннельный укладчик, технологические тележки для первичного и контрольного нагнетания специального раствора за отделку, также тележки для гидроизоляционных работ, подвижные платформы, погрузочную машину для породы и транспортные вагонетки. Все коммуникации размещаются по ходу призабойного участка тоннеля. На рис. 1 представлена схема данного проходческого комплекса.

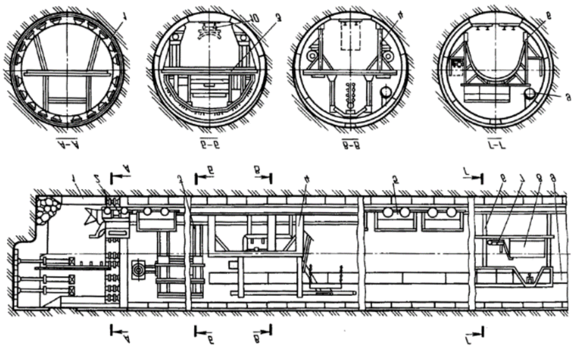


Рисунок 1 – Немеханизированный проходческий щитовой комплекс

При проходке тоннеля в неустойчивых грунтах может происходить вывал грунта из забоя. Если данное происшествие случается, требуется проверка грунта на поверхности, возможно над местом проходки велись какие-то работы с применением тяжелой техники и из-за дополнительной нагрузки от этой техники произошла потеря устойчивости грунта в забое и его вывал.

Если рассмотреть немеханизированный щит подробнее, можно выделить такие части как: ножевое кольцо, которое служит для срезания мягких и сыпучих пород, а также служит для защиты от обвала свода тоннеля до монтажа отделки. Опорное кольцо, служит для установки щитовых и забойных домкратов. Горизонтальные и вертикальные перегородки, которые служат для создания независимых ячеек, что позволяет повысить безопасность ведения работ по всему забою в случае вывала грунта или других чрезвычайных ситуаций. Щитовые гидравлические домкраты служат для перемещения грунта и для вдавливания щитового кольца в грунт с целью разработки породы. На рис. 2 представлены данные части.

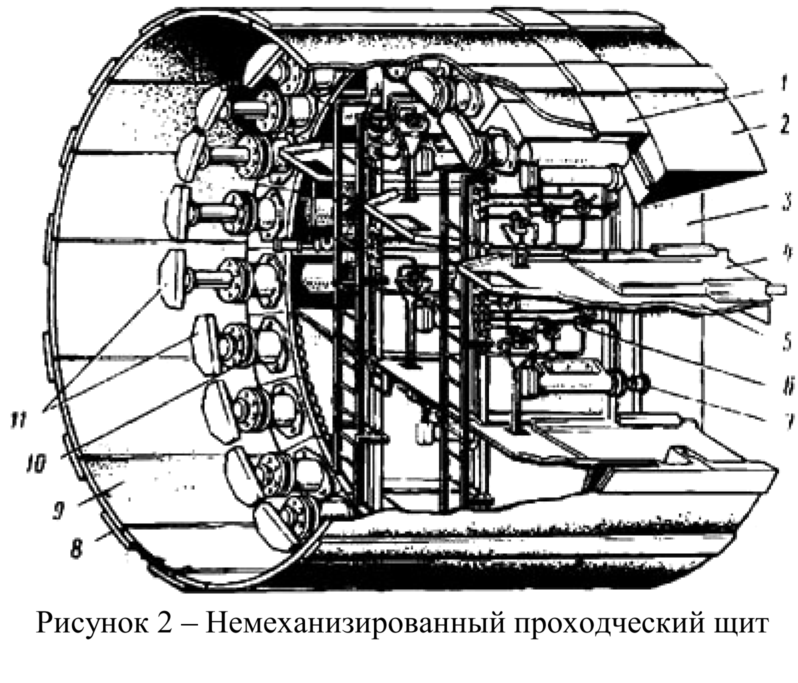


Рисунок 2 – Немеханизированный проходческий щит

Существует два вида немеханизированных щитов. С открытой головной частью, их применяют в песчаных и устойчивых грунтах. С закрытым головной частью используют для проходки тоннелей в плывунах, глинистых и илистых грунтах.

Скорость проходки тоннеля немеханизированными щитами зависит от диаметра щита, количества и типа щитовых домкратов, геологических условий. В среднем за смену щит проходит от 0,8 до 1,2 погонных метров.

УДК 621.9

ОБЗОР КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТАНКОСТРОЕНИИ

Шишлов Д. В., Простаков Д. В., Гордиенко А. В.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: mstools@bntu.by

Summary. *Generalized nomenclature of materials used in the manufacture of metal-cutting tools was considered in view of the requirements for their design. The article shows the advantages of using new structural materials in machine-tool construction.*

Металлорежущий станок состоит из деталей и узлов, которые характеризуются формой, физико-механическими и теплофизическими свойствами и образуют различные структуры металлорежущего станка: компоновочную, динамическую, тепловую, термоупругую и другие. Под влиянием воздействий при эксплуатации параметры деталей и узлов изменяются, что приводит к изменению состояния станка и оказывает влияние на точность обработки. Большое значение имеет выбор материалов для изготовления деталей станка. В табл.1 приведены показатели свойств материалов, используемые при расчетах жесткости станка.

Таблица 1 – Показатели свойств материалов, используемые при расчетах жесткости станка [1]

Характеристика материала	Статическая жесткость	Динамическая жесткость	Тепловая жесткость
Плотность, кг/м^3	+	+	+
Предел прочности при сжатии σ, Н/мм^2	+	–	–
Модуль упругости при растяжении (модуль Юнга) E, кН/мм^2	+	+	+
Модуль упругости при сдвиге-модуль сдвига G, Н/мм^2	+	+	+
Коэффициент Пуассонаμ	+	–	+
Коэффициент демпфирования ς	–	+	–
Теплопроводность λ, Вт/(м·К)	–	–	+
Теплоемкость C, Дж/(кг·К)	–	–	+
Коэффициент теплового расширения β, 10^{-6}/К	–	–	+

Для деталей металлорежущих станков основными материалами служат металлические, минеральные, керамические, полимербетонные, пористые и армированные композиционные. Применяются также комбинации материалов и гибридные структуры.

Важным фактором применения того или иного материала являются его технологические свойства, которые определяют возможность и экономическую целесообразность получения требуемых формы, размеров и эксплуатационных свойств детали.

Чугун и сталь по-прежнему являются наиболее часто применяемыми материалами в станках. Исследования для выявления экономически целесообразных областей применения сварных стальных и литых чугунных базовых деталей, показали, что они определяются приведенными затратами при одном и другом способах изготовления. Характер этих затрат зависит от массы детали, объема производства, трудоемкости изготовления, фондоемкости выпуска продукции. Установлено, что базовые детали простой конфигурации, не требующие больших трудозатрат, целесообразно изготовлять в сварном исполнении партиями до 300 штук в год. Детали сложной конфигурации, требующие больших трудозатрат, целесообразно изготовлять в литом исполнении при любой серийности [2].

Легкая конструкция необходима для подвижных деталей и узлов, а неподвижные базовые детали станка должны обеспечивать высокое демпфирование и жесткость. Даже при использовании мощных приводов высокая точность перемещений не может быть достигнута.

Известны станки с использованием тонкостенных конструкций из стальных листов для получения достаточно легких, но жестких компонентов, представляющих собой ячеистую структуру с направленной ориентацией. Применяются также трубчатые конструкции, в которых для улучшения демпфирования используется трение между металлическими листами.

Относительно мало известны использование алюминиево-магниевых сплавов, легированных никелем и скандием, для подвижных деталей несущей системы станков; углепластика и керамики в шпиндельных узлах прецизионных станков [3]. В особо точных станках применяются материалы с весьма низким тепловым расширением типа инвара [1]. Направляющие подвижных узлов тяжелых станков изготовляют накладными из текстолита, фторопласта и других неметаллических материалов [3].

Применение ЧПУ в металлорежущих станках требует внесения существенных изменений, в частности, в конструкции направляющих. Эта задача решается разработкой и применением закладных направляющих из наполненного фторопласта, пастообразных композиционных материалов на полимерной основе холодного отверждения и литьевых компаундов [4].

Традиционные базовые детали из чугуна все чаще заменяют изготовленными из полимербетона. Они отливаются из гранитной крошки и экологически чистых связующих материалов. Такие станины просты и технологичны в изготовлении. Их преимущество – высокая стабильность размеров и демпфирующая способность, превышающая аналогичный показатель станин из традиционного чугуна в 3,5–5 раз, что также заметно сказывается на снижении шумовых характеристик станка [3–5].

Наилучшая статическая жесткость может быть достигнута для сварных стальных конструкций, заполненных минеральным материалом, а преимущественная динамическая жесткость обеспечивается сварными и литыми деталями, заполненными цементобетоном, кварцевым песком, связанным смолой, или песком, в зависимости от требуемой статической жесткости [1].

Список использованных источников

1. Кузнецов, А. П. О материалах в станкостроении // СТАНКОИНСТРУМЕНТ. – 2019. – № 1. – С. 44–54.

2. Экономическая оценка перевода базовых деталей станков и машин на сварное исполнение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://hssco.ru/ekonomicheskaya-ocenka-perevoda-bazovyx-detalej-stankov-i-mashin-na-svarnoe-ispolnenie/.

3. Новые конструкционные материалы в станкостроении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tops100.ru/stanki/novye-konstrukcionnye-materialy-v-stankostroenii/#:~:text=Прогрессивные%20конструкционные%20материалы%20—%20важнейший,ходовых%20винтов%20—%20экономнолегированные%20стали.

4. Смирнов М. М., Малюгин А. С. Разработка полимерного композиционного материала, не обладающего «СТОП-ЭФФЕКТОМ», для изготовления направляющих прецизионного и особо точного оборудования авиационных предприятий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docplayer.com/46458870-Elektronnyy-zhurnal-trudy-mai-vypusk-51-udk.html.

5. Оссама, А. Снижение виброактивности корпусных деталей металлорежущих станков путем применения композиционных материалов (синтеграна): автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.03.01 / Оссама Мохамед Ерфан Ахмед; Российский университет дружбы народов. – М., 2004. – 20 с.

УДК 621.924

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ПОДАЧИ СОЖ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Шмарловский Д. М., Данилович В. С.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: mstools@bntu.by

Summary. *This paper discusses cutting fluids, their areas of application and classification. The paper also describes the traditional methods of their supply during grinding. Positive and negative aspects of traditional methods. Particular attention is paid to the development trend of the supply-lubricating coolant to improve the quality of grinding.*

Среди многих видов механической обработки шлифование является одним из самых точных и достаточно производительных. Производительность некоторых способов шлифования превышает производительность точения и фрезерования. В ряде случаев шлифование является единственным, безальтернативным процессом высокоточной обработки деталей, когда иные методы не могут быть применены вообще. Современная абразивно-алмазная обработка отличается большим многообразием способов реализации и охватывает диапазон скоростей подач детали от 0,05 до 300 м/мин, круга до 300 м/с и снимаемых припусков от 0,01 до 30 мм

Для отвода из зоны резания выделяющегося тепла, уменьшения трения и удаления отходов шлифования применяют охлаждение различными смазочно-охлаждающими жидкостями (СОЖ). По составу и свойствам СОЖ, применяемые при шлифовании, делят на эмульсии и масла.

Традиционные методы подачи СОЖ при шлифовании:

- свободно падающей струей (поливом);
- через поры шлифовального круга;
- по торцовым каналам;
- струйно-напорным вне зонным способом;
- через вибрирующий волновод;
- контактным способо;
- гидроаэродинамическим способом;
- шлифование в среде СОЖ.

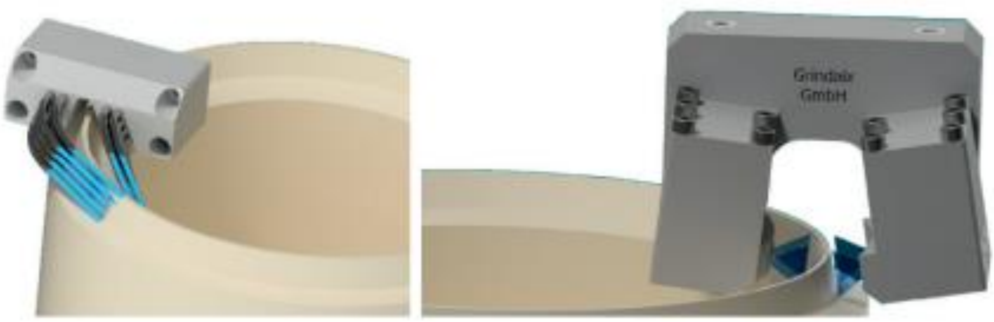
Традиционная комплектация универсальных станков для обычных методов шлифования встраиваемыми компонентами системы СОЖ (числом и конструкцией сопел, параметрами насосной станции, характеристиками фильтрационного оборудования, емкостью бака и др.) рассчитана на усредненную обрабатываемость деталей простых форм из типовых закаленных конструкционных сталей. Применение интенсивных способов шлифования или изменение материала деталей, ее формы, требуемых параметров производительности и качества приводят к необходимости изменений в составе системы СОЖ и встраиваемых компонентов. В связи с увеличением скоростных режимов появляются новые конфигурации подачи СОЖ.

Таким образом, реальной перспективой развития абразивной обработки является новое соотношение скоростей движений инструмента и детали, соизмеримость и встречное направление скоростей.

Управление смазочно-охлаждающими технологическими средствами (*СОТС*) при современном процессе шлифования простирается от их полного отсутствия при сухом шлифовании до исключительно интенсивного охлаждения зоны резания.

Компания Grindaix GmbH, которая создана при лаборатории станков Рейнско-Вестфальской высшей технической школы (г. Аахен), выпускает модульные системы подачи СОЖ в зону шлифования, в том числе насадки, состоящие из наборов сопел-иголок, которые адаптированы к конкретной операции шлифования. Это сопла со специальной геометрией с оптимизированной динамикой потока, в том числе изготовленные с использованием аддитивных технологий.

Рисунок 1 – Наборы сопел, подобранные под конкретную конфигурацию детали



Струйная подача СОЖ Подача СОЖ на гидроочистку круга

Рисунок 2 – Насадки при зубошлифовании конических колес коническим кругом

Станок MFP 100 компании Mägerle может быть оснащен новым 16-кратным автоматическим сменщиком форсунок подачи СОЖ. Это устройство может автоматически загружать то сопло, которое является рациональным для соответствующей операции. Это оптимизирует поток охлаждающей жидкости и сокращает количество отходов.

Проведенный анализ тенденций развития процесса шлифования показывает, что развитие входящих в него конструкторско-технологических субсистем имеет целью повышение эффективности шлифования посредством все большей детерминированности каждой субсистемы, а также рациональное использование СОЖ при высокоскоростном шлифовании требует проведения испытаний или исследований с последующим уточнением техники применения СОЖ.

Поэтому тенденции развития СОЖ при высокоскоростном шлифовании требуют проведения испытаний или исследований с последующим уточнением техники применения СОЖ.

Список использованных источников

1. Ермолаев, В. К. Прогресс шлифовальных кругов с управляемым рельефом / В. К. Ермолаев // РИТМ машиностроения. – 2021. – № 8. – С. 30–39.

2. Старков, В. К. Механизм влияния структурности круга на эффективность шлифования / В. К. Станков // Вестник МГТУ «СТАНКИН». – М.: МГТУ «Станкин». – 2019. – № 1. – С. 38–43.

3. Ермолаев, В. К. Триада глубинного шлифования –синергия его эффективности / В. К. Ермолаев // РИТМ машиностроения. – 2022. – № 3. – С. 34–42.

УДК 621.923-5

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ ШЛИФОВАНИЯ

Ярошук Д. В., Яцкевич О. К.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: mstools@bntu.by

Summary. *In this paper, the temperature measuring methods is considered. The mechanical energy used in the grinding process is almost completely converted into thermal energy. This amount of heat can cause geometric deflections on the workpiece, change its surface area, and accelerate tool wear. Thus, the contact area temperature is an important process variable. However, it is difficult to measure due to rapid temperature changes and resulting steep temperature gradients. In addition, the contact zone is not readily accessible and is generally surrounded by cutting fluid. In principle, the temperature measurement process can be differentiated into thermal conductivity and thermal radiation. The most common methods are analyzed in this scientific work. In our work, special attention is paid to the most common temperature measuring methods and the groups into which they are divided.*

Производительность процесса шлифования и при этом обеспечение заданного качества поверхностного слоя детали невозможно без точного определения количества тепловой энергии, поступающей в заготовку, так как для определения глубины дефектного слоя необходимо знать температуру поверхности в зоне шлифования.

Механическая энергия, выделяющаяся в процессе шлифования, почти полностью преобразуется в тепловую энергию. Поглощенное заготовкой тепло может вызвать отклонение в форме и размерах, структуре поверхности и ускорить износ инструмента. Таким образом, температура зоны контакта представляет собой важную переменную процесса. Однако ее трудно измерить из-за быстрых изменений температуры и возникающих крутых температурных градиентов. Кроме того, контактная зона труднодоступна и в основном окружена смазочно-охлаждающей жидкостью. В принципе, процесс измерения температуры можно разделить на теплопроводность и тепловое излучение [1]. Наиболее распространенные методы показаны на рис. 1.

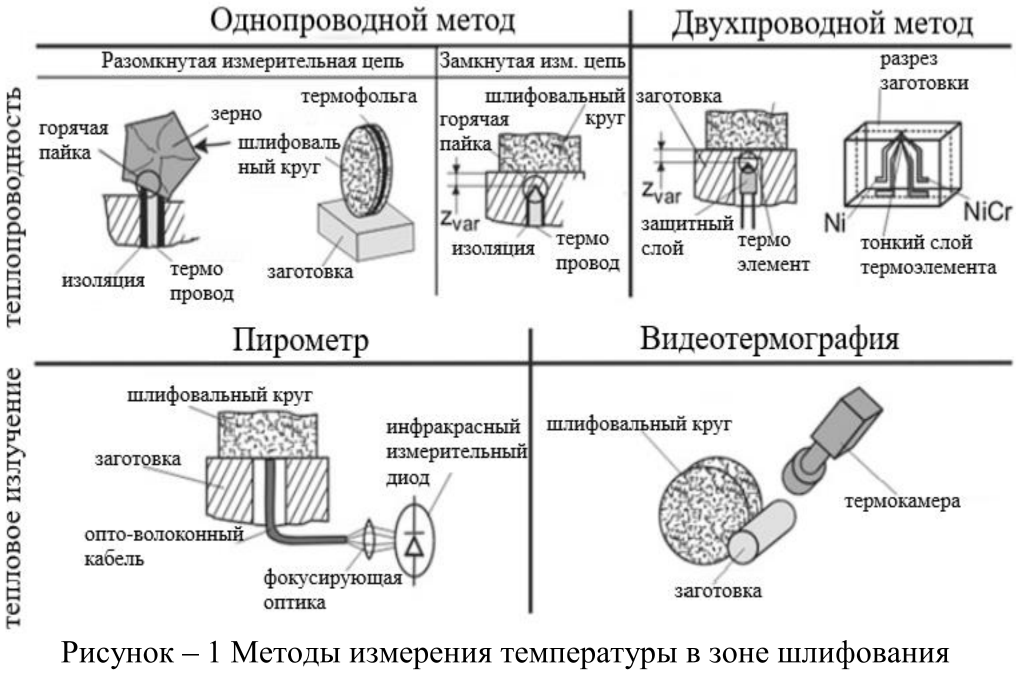


Рисунок – 1 Методы измерения температуры в зоне шлифования

Температуру поверхности при шлифовании можно измерять полуискусственной термопарой, электроды которой расположены на поверхности шлифуемой заготовки, а замыкание электродов осуществляется шлифовальным кругом. Однако в данном случае температура измеряется лишь на входе абразивного зерна в заготовку и только при попутном однопроходном шлифовании. Кроме того, определить температуру удается лишь при прохождении через зону последовательно расположенных и относительно длинных электродов, что фактически позволяет определить лишь среднюю по шлифуемой поверхности температуру.

Может быть использована искусственная термопара, расположенная на некоторой глубине в поверхностном слое заготовки. В данном случае температура на поверхности определяется расчетным путем. Однако, в данном случае точность определения температуры зависит от расстояния между шлифуемой поверхностью и местом установки спая термопары, а также кривизны дуги контакта шлифовальный круг-заготовка и фактических размеров спая термопары (толщины электрода). Кроме того, используемые математические зависимости часто строятся на основе решения одномерной задачи, это упрощает математические уравнения, но снижает точность решения.

Повышение точности определения температуры может быть достигнуто за счет применения нескольких перерезаемых полуискусственных термопар. Температуру измеряют на глубине поверхностного слоя заготовки в двух или более точках с помощью термопар с электродами разной толщины в направлении вектора скорости заготовки. Вычисление температуры поверхности шлифуемой заготовки осуществляют методом экстраполяции по глубине [2].

Для контроля температуры по всей длине контакта абразивного инструмента с обрабатываемой деталью может быть использован бесконтактный способ измерения температуры. Такой способ включает измерение излучения в инфракрасной области приемником, направленным на участок зоны контакта абразивного инструмента с деталью. При этом с помощью контрольно-передающего элемента, содержащего приемник инфракрасных излучений, усилитель-согласователь, модулятор, передающую антенну и автономный источник питания, сигнал с приемника инфракрасных излучений усиливают, преобразуют в высокочастотный сигнал и излучают. Контрольно-передающий элемент монтируют в продольном пазу, выполненном в абразивном инструменте, высокочастотный сигнал, излучаемый передающей антенной, воспринимают, усиливают и регистрируют приемным элементом, состоящим из приемной антенны, приемника, демодулятора, фильтра, выделяющего полезную составляющую, усилителя сигналов, аналого-цифрового преобразователя и прибора регистрации. Предлагаемый бесконтактный способ измерения температуры абразивной обработки позволяет оценить теплонапряженность поверхностного слоя обрабатываемой детали [3].

Таким образом, повышение производительности шлифования и при этом обеспечение заданного качества поверхностного слоя детали невозможно без точного определения количества тепловой энергии, поступающей в заготовку, поскольку для определения глубины дефектного поверхностного слоя необходимо знать температуру поверхности заготовки. В статье рассмотрены методы измерения температуры в зоне шлифования. В связи с необходимостью измерения как можно ближе к точке контакта, заготовка или шлифовальный круг должны быть подготовлены для всех методов, использующих теплопроводность, и для процесса измерения пирометром. Поэтому перечисленные методы измерения применяются только в научных исследованиях. Прямого метода измерения температуры, применимого на практике для контроля процесса, до сих пор не существует. Однако используя расчетные методики можно косвенно сделать выводы о влиянии нагрева на состояние поверхностной зоны в детали.

Список использованных источников

1. Toenshoff H. K., Denkena B. Basics of cutting and abrasive processes. – 2013.

2. Хусаинов А. Ш. Способ определения температуры в зоне шлифования. – 2002.

3. Степанов Ю. С. и др. Бесконтактный способ измерения температуры абразивной обработки. – 2000.

УДК 621.923-5

基于视觉识别的钢包底吹氩控制模型开发

高言 (Gao Yan), 陈玺 (Chen Xi), 陈旭辉 (Chen Xuhui)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail:17814617918@163.com

Summary. *This paper briefly describes the application of visual recognition in the process of refining molten steel by blowing argon at the bottom of ladle. Starting from the basis of metallurgy, cross information science, to a point to try to extend the exploration of a facet of practice.*

As a traditional industry, metallurgical industry has a great demand for emerging technologies. It is difficult to modernize the key step of metallurgical production, argon blowing at the bottom of ladle. In actual production, it has been proved that argon flow is difficult to be accurately controlled, resulting in unnecessary argon loss and poor stirring effect.

As a kind of automatic recognition technology, image processing system will be beneficial to improve production efficiency and production comfort if it is applied to industrial production. Based on the current model of argon blowing in ladles, we optimized the current semi-automatic argon blowing system in ladles by contacting the visual recognition system introduced into China in the 1980s.

First, we collect the data of the factory's production conditions. The images of argon blowing at the bottom of the ladle were collected by a pre-installed high temperature industrial camera, and the images were returned to the front end for processing of the batch core code. The image collected by the industrial camera is a color image, and the color image is composed of three basic colors: red (R), green (G) and blue (B), which makes the recognition calculation complicated. In order to make the recognition simpler and more efficient in the detection process, the image should be gray processed first. In this case, we're using the means method.

In the actual working conditions, the collected data will have many factors that make the identification error. The process of eliminating these factors is called noise processing. The method of Gaussian fuzzy is adopted in this system. The principle of fuzziness can be understood as setting each pixel as the mean of the pixels in its surrounding field. The mean can be the average, median, etc., as shown in the following diagram.

The value of the center pixel in the left picture is 2, and the pixels in the surrounding 3×3 fields are all 1. Take the average value as 1 and set it to the value of the center pixel, which becomes the form of the right picture.

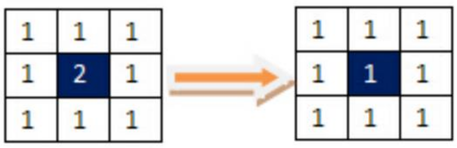


Figure 1 – Pixel

This simple average blur is obviously unreasonable, because in fact an image is basically continuous, which also means that the more adjacent pixels have a closer relationship with each other and the weight should be higher, and the more distant pixels have a more distant relationship with each other, and the weight should be lower. So we should use the weighted average method to blur.

The normal distribution is a bell-shaped curve, so the closer you are to the center, the larger the value, and the smaller the value. The two-dimensional Gaussian function is formulated as follows.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

In order to calculate the weight matrix, it is necessary to set the σ fuzzy radius. Assuming $\sigma = 1.5$, the weight matrix with the fuzzy radius of 1.5 is as follows:

0.0453542	0.0566406	0.0453542
0.0566406	0.0707355	0.0566406
0.0453542	0.0566406	0.0453542

Figure 2 – Pixel

Since the weight values do not add to one, the matrix obtained after normalization is as follows:

0.0947416	0.118318	0.0947416
0.118318	0.147761	0.118318
0.0947416	0.118318	0.0947416

Figure 3 – Pixel

After Gaussian blur, we need to set the threshold of the image and binarization the image, so that the image only has two colors: black and white. Finally, morphological denoising is carried out to complete contour detection. In the end, we all identified the following results:

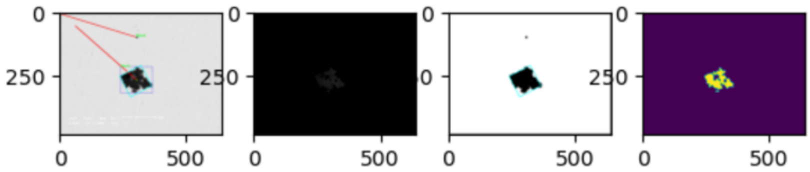


Figure 4 – Result

According to the image processing results, we can know the following points:

1. There is little difference in using the same threshold for different on-site image shooting processing situations. If the accuracy is to be further improved, the deep learning neural network can be used to find the best threshold.

2. Some black noise points outside the slag hole were preliminarily judged to be part of the slag hole even in the first step of detection, but they were not considered into the scope of the slag hole later. This is because the open operation was used, and the noise area was corroded by the open operation because it was too small.

3. When shooting on the spot, the influence of noise should be reduced as far as possible, and the industrial camera lens should be fully wiped, or a more accurate photoreceptor should be adopted, and the shooting method of short time exposure should be adopted.

УДК 2

A METHOD FOR CLUSTERING ROCK DISCONTINUITIES WITH MULTIPLE PROPERTIES BASED ON AN IMPROVED NETTING ALGORITHM

侯钦宽 (Hou Qinkuan)
东北大学（Northeastern University）
e-mail: houqinkuan@qq.com

Summary. *Clustering analysis is fundamental for determining dominant discontinuity properties in rock engineering. This study proposes an improved netting algorithm for identifying discontinuity sets based on multiple discontinuity properties. The new method is believed to be a potentially useful tool for rapidly obtaining dominant discontinuity sets in rock engineering.*

Rock discontinuities are a key factor in controlling rock mass stability. The dominant properties of discontinuities play an important role in the analysis of the deformations and strengths of rock masses. The distribution of discontinuities is complex and random after long-term and uncertain geological activity. Clustering analysis can group random discontinuities into several dominant sets in a specific geological range. The dominant properties of discontinuities are determined to further evaluate the rock mass stability. Therefore, the clustering analysis of rock discontinuities is fundamental for stability evaluation in rock engineering.

Rock discontinuities in the same set have similar properties because their tectonic periods and formation are almost identical. Generally, two methods were considered to identify discontinuity sets in previous studies. One way is to cluster discontinuities according to orientation, and the other is to consider several discontinuity properties, including orientation. In geotechnical investigations of dam foundations, tunnels, and slopes, the discontinuity orientation (dip direction and dip) is not the only factor influencing stability. For example, open and closed discontinuities with similar orientations have very different effects on seepage rates and stability. Therefore, a clustering method considering multiple properties of rock discontinuities is essential for identifying discontinuity sets, and it is more applicable in engineering practice.

The netting algorithm is an unsupervised clustering algorithm based on similarity. The similarity matrix is obtained by calculating the similarity between all data points. In the matrix network, each data point is regarded as a node, and the nodes are connected through longitude and latitude lines to perform clustering. This method has performed well in clustering discontinuity orientations. However, the clustering analysis of multiple discontinuity properties has not been developed. Therefore, this paper develops an improved netting algorithm to cluster discontinuities with multiple properties and obtain dominant discontinuity sets.

To cluster rock discontinuities with multiple properties quickly and accurately, a clustering method based on an improved netting algorithm is proposed, and its main steps are as follows.

1. To obtain sufficient rock discontinuity data, as many systematic measurements as possible should be taken in the field.

2. The orientation is transformed into polar coordinates, and the unit normal vector is expressed in three-dimensional Cartesian coordinates. The properties of rock discontinuities, including trace length, spacing, aperture, infilling material, infilling percentage, roughness, water permeability, and rock strength, are normalized to eliminate the influence of the dimensions on subsequent calculations.

3. The subjective weights are calculated based on the G1 method, and the objective weights are calculated based on EWM. The subjective and objective preference coefficients are obtained based on the optimization model. Then, the combined weights of the discontinuity properties are determined using the additive synthesis method.

4. The similarities between the rock discontinuities are calculated, and a similarity matrix R is established based on the calculation results.

5. The similarity matrix R is restructured. All elements above the diagonal line are deleted because of symmetry. The elements on the diagonal line are replaced with the classified object numbers O_i.

6. The λ-cutting matrix R_λ is constructed by choosing a confidence level λ.

7. The λ-cutting matrix R_λ is restructured. All "1" entries are replaced by the node number "*", and all "0" entries in R_λ are ignored.

8. Clustering grouping is performed in Rλ. The node "*" determines the longitude line and the latitude line on the diagonal line, and the samples connected by the same node become a group.

9.According to the clustering results, the effectiveness evaluation index V_{XB} is calculated. When the rationality of the results is not appropriate, steps (6–9) are repeated by choosing different confidence levels λ.

10. The dominant discontinuity sets are determined based on the clustering results.

Identifying discontinuity sets and determining dominant discontinuity properties are fundamental for rock mass stability evaluation. Clustering analysis with multiple discontinuity properties has a stronger significance than considering only orientation, which better reflects the comprehensive contributions of discontinuity properties to the deformations and strengths of rock masses. Therefore, this paper proposes a new method for clustering discontinuities with multiple properties based on an improved netting algorithm.

In the new method, ten discontinuity properties are considered clustering factors. Meanwhile, a novel weighting method is used to weigh each property, combining the advantages of subjective and objective weighting methods. The results obtained by the proposed method are unique and repeatable. The initial number of sets and the initial clustering centers are not needed in advance; all data are considered potential clustering centers simultaneously. This reduces the subjectivity of human intervention and achieves global optimization. In addition, a distinctive advantage is that the proposed method could effectively filter the noise data to improve the accuracy of the clustering results, and the rejection rate was approximately 26 %.Moreover, the proposed method is believed to be a potentially useful tool for rapidly obtaining dominant discontinuity sets in rock engineering.

УДК 69.003.13

BIM 技术与可持续发展的融合-绿色建筑

李睿（Li Rui）
白俄罗斯国立大学(School of Business of Belarusian State University)
e-mail: rui.li.bsu@outlook.com

Summary. *Green building is one of the important contents of sustainable development, and the research and application of BIM technology plays an important role in realizing the life cycle of green building, this paper analyzes the integration of BIM technology and sustainable development – green building and explores the significance of BIM technology to the sustainable development of green buildings.*

21 世纪以来，建筑业成为中国国民经济的支柱产业。中国建筑业快速发展，建造能力不断增强，产业规模不断扩大，带动了大量关联产业，对经济社会发展、城乡建设和民生改善做出了重要贡献。与此同时，建筑行业的迅猛发展，消耗了巨大的自然资源，淡水、可耕地、天然材料、不可再生能源等日益枯竭，带来温室气体、污染物等的排放量大幅增加。在中国，建筑的总能耗已经占到全社会总能耗的 25.5%左右，建筑造成的恶劣空气质量也危及到了公众日常生活与健康。为应对能源危机、人口增长等问题，绿色、低碳等可持续发展理念逐渐深入人心，而以有效提高建筑物资源利用效率、降低建筑对环境影响为目标的绿色建筑成为全世界的关注重点。环境友好型绿色建筑成为世界各国建筑发展的战略目标。

随着国家政策文件的出台，为行业贯彻实施创新驱动发展战略，培育和发展工程建设领域"新技术、新产业、新模式、新业态"，促进工程建设行业转型升级，推动绿色城镇化、

数字城市和智慧城市建设提供了政策支撑。其中，BIM 技术作为建筑业的新技术、新理念和新手段，在已成为受到业界广泛关注和认可的绿色建筑可持续发展实施系统性方案，是推进绿色建筑可持续发展——降低建筑业资源消耗、减少建筑垃圾排放、消除环境污染、实现节能减排的重要举措。

可持续发展（Sustainable development）的概念：1987 年以布伦特兰夫人为首的世界环境与发展委员会（WCED）发表了报告《我们共同的未来》。这份报告正式使用了可持续发展概念，并对之做出了比较系统的阐述，产生了广泛的影响。有关可持续发展的定义有 100 多种，但被广泛接受影响最大的仍是世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》中的定义。该报告中，可持续发展被定义为："能满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。它包括两个重要概念：需要的概念，尤其是世界各国人们的基本需要，应将此放在特别优先的地位来考虑；限制的概念，技术状况和社会组织对环境满足眼前和将来需要的能力施加的限制。" 涵盖范围包括国际、区域、地方及特定界别的层面，是科学发展观的基本要求之一。中国政府编制了《中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》，首次把可持续发展战略纳入中国经济和社会发展的长远规划。1997 年的中共十五大把可持续发展战略确定为中国"现代化建设中必须实施"的战略。可持续发展主要包括社会可持续发展，生态可持续发展，经济可持续发展。

BIM 的含义：建筑信息模型（Building Information Modeling）或者建筑信息管理（Building Information Management）是以建筑工程项目的各项相关信息数据作为基础，建立起三维的建筑模型，通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。它具有信息完备性、信息关联性、信息一致性、 可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性八大特点。从 BIM 设计过程的资源、行为、交付三个基本维度，给出设计企业的实施标准的具体方法和实践内容。BIM 不是简单的将数字信息进行集成，而是一种数字信息的应用，并可以用于设计、建造、管理的数字化方法。这种方法支持建筑工程的集成管理环境，可以使建筑工程在其整个进程中显著提高效率、大量减少风险。

绿色建筑的概念：绿色建筑不是指一般意义上的建筑绿化，而是指人类为了应对快速发展的经济给环境带来的巨大压力，在建筑方面提出的一个概念，希望在居住的更加健康、舒适和安全的同时能够高效节约资源、能源、土地、水、材料，从而降低对环境的影响。20 世纪 60 年代，美籍意大利建筑师保罗·索勒瑞首次将生态与建筑合称为"生态建筑"，这是"绿色建筑"的起源。在 1992 年举行的联合国环境与发展大会上，与会者第一次比较明确地提出"绿色建筑"的概念。

中国的绿色建筑起源于上世纪 80 年代，那时候中国一直推广的是建筑节能的概念，到 2005 年左右，绿色建筑概念被引入中国并广泛传播。根据中国《绿色建筑评价标准》（GB/T50378-2006）给出的定义，绿色建筑是指在全寿命期内，最大限度地节约资源（节能、节地、节水、节材）、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。这个概念一直沿用至今。与普通建筑相比，绿色建筑在建筑的各个环节都会融入绿色的理念，是集绿色建筑研发、咨询设计、绿色建材、绿色施工、销售、绿色建筑运营、建筑废弃物报废回收为一体的闭口循环建筑产业链环。

目前，世界上已经有近 30 个国家或地区推出了建筑节能、绿色建筑以及可持续建筑的设计标准，让建造绿色节能、可持续性的建筑切实落地。例如，英国皇家测量师学会定义有效利用资源、减少污染物排放、提高室内空气及周边环境质量的建筑即为绿色建筑。美国国家环境保护局定义绿色建筑是在全生命周期内（从选址到设计、建设、运营、维护、改造和拆除）始终以环境友好和资源节约为原则的建筑。中国《绿色建筑评价标准》定义绿色建筑为在全生命周期内，最大限度节约资源、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。

从各国对绿色建筑的定义不难看出，绿色建筑提倡将节能环保的理念贯穿于建筑的全生命周期；主张在提供健康、适用和高效的使用空间的前提条件下节约能源、降低排放，在

较低的环境负荷下提供较高的环境质量；提倡在技术与形式上需要体现环境保护的相关特点，即合理利用信息化、自动化、新能源、新材料等先进技术。

BIM 技术与绿色建筑全生命周期发展理念相吻合，作为建筑业的新技术、新理念和新手段，BIM 技术势必对绿色建筑的发展起到重要的推动作用，引导建筑业传统思维方式、技术手段和商业模式的全面变革，引发建筑业全产业链，全面整合与再造。在中国，依据 BIM 技术数字建模与仿真的特点，BIM 技术将成为绿色建筑科学规划和持续发展的基石，其作用主要体现在以下几个方面：

一是 BIM 技术与绿色建筑可持续目标在时间维度的一致性。BIM 技术致力于实现全生命周期内不同阶段的集成管理；而绿色建筑的开发、管理涵盖建造、使用、拆除、维修等建筑全生命周期。时间维度对应为两者的结合提供了便利。

二是 BIM 技术与绿色建筑可持续目标在核心功能的互补性。绿色建筑可持续目标的达成需要全面系统地掌握不同材料、设备的完整信息，在项目全生命周期内协同、优化，从而节约能源、降低排放，BIM 技术为其提供了整体解决方案。

三是 BIM 技术与绿色建筑可持续目标在应用平台的开放性。绿色建筑需借助不同软件来实现建筑物的能耗、采光、通风等分析，并要求与其相关的应用平台具备开放性。BIM 平台具备开放性的特点，允许导入相关软件数据进行一系列可视化操作，为其在绿色建筑中的应用创造了条件。

结语：BIM 技术与可持续发展融合的绿色建筑在中国的应用非常广泛，绿色建筑理念是推动中国现阶段城市低碳环保发展的重要途径与措施。大力发展绿色建筑技术，引进数字手段，丰富绿色建筑设计内容，不断助力城市的建设，实现中国城市建设的可持续发展。

УДК 69.003.13

BIM 技术在建筑项目管理施工阶段中的运用探究

梁成业 (Liang Chengye)
白俄罗斯国立大学 (School of Business of Belarusian State University)
e-mail: Leoncy1118@gmail.com

Summary. *BIM in the construction phase of the project information can be parameterized to ensure that the construction of the project data and information to achieve automated statistical analysis, BIM application in the construction phase, including technical disclosure, site layout, engineering calculation and so on to improve the construction project management quality and efficiency of management.*

从施工阶段的角度而言，目前 BIM 技术能够在该阶段发挥重要作用，主要实现的信息化工作内容有图纸会审、场地布置、施工模拟、碰撞检查、三维技术交底、工程造价管理等，这些内容围绕着施工阶段的进度管理、质量管理、安全管理、成本管理等核心内容，为项目的顺利建设项目提供了重要的数据信息。

图 1 BIM 技术在施工环节运用内容

设计图纸会审建设工程施工中的图纸会审环节通常是以专业人员通过审核纸质图纸或二维平面图纸之后，结合专业经验发现可能会在施工中出现的问题，通过会审的方式探讨需要明确和解决的问题。这就需要相关人员需要具备有充分的技术经验的空间想象能力，并且

容易出现缺漏。而通过运用 BIM 技术，利用 BIM 模型的可视化优势，可以展现建筑模型中结构、建筑形体等空间造型，包括结构、土建、机电等不同专业之间的交叉形态也清晰可辨，由此更便于相关人员在施工前的图纸会审工作中开展探讨，提高工作效率，减少工作错漏。

与此同时，BIM 模型可以充分发挥信息化和数据分析功能，BIM 工程师可以在 BIM 模型的基础上，运用系统平台或软件进行碰撞测试，从而找出设计中出现的影响施工的问题，形成碰撞报告，便于进行设计调整，由此也减少了在施工中才发现设计错漏等滞后性问题，为施工进度、质量的提高打下了良好的基础。

施工场地布置目前城市基础设施的建设逐步向技术复杂、条件复杂、规模巨大的趋势发展，尤其在城市中的成熟地块，施工场地非常紧张，对于现场布局的协调性和科学性要求非常高，并且还会对周边已有建筑和地下工程产生影响，因此迫切需要实现更科学合理、节约节能的施工现场布局设计模式。

随着 BIM 技术应用的不断深入，其可视性、数据分析等优势又在施工领域中扩大了应用范围，超越了传统施工模式，其中最具有代表性的就是实现三维的场地布置。传统的施工组织中，会先根据施工现场情况绘制施工平面布置图，运用 BIM 技术之后，可以将传统的 2D 模式转换为 3D 模式，并且可以在软件中提前预置施工项目当地的相关规范和标准，实现科学合理的布置。另外运用 BIM 模型的可计算性，还可以实现绿色施工、低碳节能、优化周转、节约用地等目标，通过将 BIM 模型中的数据与施工现场数据相关联的方式，并结合拟定的施工方案和施工组织设计对材料施工材料周转及二次搬运方式、塔吊安装、给排水系统进行精密的设计，从而能够及时的解决问题。

施工流程及工序模拟在设计环节建立的 BIM 模型通过加载优化后运用于施工环节，并结合系统平台可以科学指导施工作业，其中重要的内容是可以通过 BIM 模型进行施工流程及工序的演示模拟。BIM 模型进行施工模拟不仅可以对工法、关键部位、关键环节等微观层面进行模拟，便于进行技术交底，认识工法工艺，其还可以从宏观方面联合时间数据，导入施工进度计划后与模型进行相关联，实现时间节点与模拟建造融合，便于参建单位了解施工进度，并对施工进度计划与实际生产进度进行对比、找出问题后及时纠偏。将实际的生产数据录入后并与模型相关联，也方便结合施工生产环境及动态情况及时进行优化调整，减少了重复工作和返工作业，提高施工质量及施工效率。

多专业碰撞检查 BIM 技术应用以来，在碰撞检测问题的解决上发挥了重要作用，并且累计产生重大经济价值，因此要充分重视 BIM 的多专业碰撞检查功能，挖掘碰撞检查对于施工环节的价值具有重要意义。一般来说常见的碰撞问题有不同专业的数据不一致甚至冲突，例如标高产生冲突、设备安装后无法检修等影响后期运营。传统的碰撞检查主要以人工审阅图纸为主，有时容易出现主观判断失误或疏漏，导致到施工环节才发现出现问题，难以纠正，因此运用 BIM 技术进行主动的排查就凸显了其重要价值，让施工人员可以直接根据优化后的图纸和施工方案进行施工，并且也便于对业主进行展示、对作业人员进行交底，减少返工返修现象，极大的提升了项目管理效率。

三维技术交底质量好坏往往直接影响着建设工程质量，因此要通过技术和管理双重方式进行有效的技术交底工作，加强作业人员的专业技术认知。许多技术交底只停留在形式上，并不能达到对各工程施工操作规程、施工工艺等说明的目的。通过 BIM 的三维模拟展示，可以在进行技术交底的时候进行更为直观的演示，便于技术人员进行工法、流程的介绍，关键节点的处理，重点关注的问题，以及可能涉及的安全质量问题进行解说，强化施工技术人员对于工法、施工工艺、施工流程的理解和操作规范，加强对重点部位和重点工序的管控，使交底双方顺利完成工作，保障后续施工顺利进行。

工程造价管理项目管理的重要内容之一就是工程造价管理，并且由于造价与经济问题密切相关，并且贯穿整个建设过程，由此成为参建单位的重点关注内容。目前我国的建筑项目规模大，技术难度高，因此相对应的造价管理工作内容难度和工作量都与日俱增，因此结合 BIM 模型，可以有效提高造价管理水平，解决诸多建筑工程计量计价问题。运用了 BIM

技术辅助工程造价管理后，造价从业人员可以避免繁重的计算造成的错漏，并且还可以实现不同时空维度的统计分析，从而辅助项目管理人员进行决策，确保了数据的准确性。

结语住房和城乡建设部明确要在建筑工程领域大力推动 BIM 技术在工程建设全过程的集成应用，目前我国的 BIM 技术的应用已经逐步从设计环节向施工环节发展，并开展了运维环节的探索，因此结合不同项目的特点，发挥 BIM 技术的优势，重点关注施工环节的 BIM 技术应用，为今后建筑业信息化、低碳化转型提供了重要助

УДК: 69.003.13

冶金工艺——密闭黑暗空间内腔成像的开发

马闻铎 (Ma Wenduo), 鲁国一 (Lu Guoyi)
东北大学（Northeastern University）
e-mail: 273225191@qq.com

Summary. *There will be a large amount of ash accumulation in the mineral heating furnace when preparing products, but due to the harsh internal environment of the mineral heating furnace [1], it is difficult to directly observe the situation in the furnace. This project uses the inner cavity imaging system to reconstruct the situation in the furnace through computer three-dimensional, so as to better control the situation inside the furnace and effectively extend the life of the furnace.*

This project team originally planned to use C language to design software programs, because the project program is more complex, C language is a difficult structural language, so in the process of project implementation gradually found that it is difficult to write the interface through C language. To this end, we decided to modify the original plan, after searching for information and consulting teachers, we decided to adopt the method of front-end and back-end separation, the main language is JavaScript, and the flat canvas Canvas is used for drawing. And use Vue.js on the front end to build an operable visual interface for users to use, its flexible, easy to use and superb performance characteristics make this framework has become the mainstream front-end framework, we use the back-end framework for Node.js, Node.js is an open source, cross-platform JavaScript runtime environment, often used for cross-platform development or building lightweight servers, although Node servers are not as good as the commonly used Java+ when processing huge amounts of data Spring's back-end development approach, large projects are still Java domain, but in small projects, Node.js better performance due to its three major features, single-threaded, non-blocking I/O and event-driven, while using MySQL, one of the most widely used database systems to store images.

Since the measurement of this system is controlled by horizontal rotating transmission device and vertical rotating transmission device, the main structure of both transmission devices is rotary, so the most suitable measurement coordinate system is the spherical coordinate system, first, the point data collected by the laser rangefinder is imported into the computer, and the point coordinates are solved according to the geometric relationship of the space vector. And through the two measurement methods of curve measurement and point cloud measurement designed by the system, the single-point measurement mode and continuous measurement mode of the laser rangefinder are respectively corresponded, and then the least squares method or B-spline interpolation is used to fit it into a curve. The user can import the Excel file generated by the laser rangefinder externally through the import file button, which is parsed into an array recognized by the system. The defect analysis button can analyze the coordinate data through the curve fitting algorithm to obtain the coordinates of the bumps and concave points, so as to accurately find the location of dust accumulation and eliminate hidden dangers in time

At this stage, the main research problem of the project team is: how to observe the slag hanging situation inside the high-temperature ore heating furnace in real time, and finally, our project team reached an agreement and decided to design a set of devices that can rotate 360 degrees and can image the collected point data through the computer in real time for project research. On the confined dark space cavity imaging device, we completed the three-dimensional drawing and assembly of the monitoring imager parts through the SOLID WORKS2020 version, and performed explosion view operations on the completed parts to obtain simple equipment explosion drawings and equipment disassembly and installation animations, so that the structure can be more concise and convenient to understand, which is conducive to future production and installation. Understand the principle of rotating operation of the device, the determination of the measurement coordinate system and the coordinates of the origin, the measurement path planning, and carry out 360° data collection without dead angle through the motor drive and gear transmission of the device.

In the problem of selecting the best laser rangefinder, we comprehensively compare the laser rangefinders of five manufacturers, based on range, accuracy, price, and intuitively compare the cost performance of each rangefinder through curve fitting, so as to ensure the authenticity and reliability of project data and optimize the selection of laser rangefinders. In the end, it was decided to purchase a red laser rangefinder-keyence laser sensor with a detection distance of 60–5000 mm and a variable diameter of less than 40mm.

The system is equipped with an all-round automatic rotation device that can be equipped with a laser rangefinder, which can freely adjust the length of the robotic arm in extremely harsh environments that cannot be directly detected by artificially such as closed high temperature, and extend the laser rangefinder into the furnace, rotate in all directions according to the planned path, and automatically complete the measurement of the distance from the origin of the laser rangefinder to each point of the furnace. Therefore, compared with the manual detection of the mine furnace, this system can not only ensure the safety of the staff but also ensure the recovery of valuable energy in the furnace, reducing the cumbersome operation process and errors in manual calculation.

This project will develop a lightweight 3D reconstruction software and design a system based on laser ranging technology and grid imaging technology. Through the computer processing of the point data collected by the laser rangefinder real-time imaging and three-dimensional reconstruction, constitute a closed inner cavity shape, and then carry out data analysis, at the same time the user can operate the canvas to zoom in, zoom in, translate and rotate, etc., clearly and clearly observe the structure of the inner cavity of the mineral heating furnace.

In the processing of point data, we chose B-spline curves with excellent properties such as geometric invariance, convexity, convexity, variation reduction, and local support. Although the least squares method is simple and easy to implement, if the fitting mode is not selected properly, it will produce a large deviation.

This system and device are widely used and universal. The project concept is derived from common problems in industrial production, and the results obtained by the experiment can be widely used in various fields and can significantly improve its work efficiency.

References

1. Basic parameters in the operation and design of submerged arc furnaces, with particular reference to production of high-silicon alloys[J]. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy,2018,118(6).

УДК: 69.003.13

赤泥联合钢渣的铁铝分离技术

孙悦（Sun Yue）
东北大学（Northeastern University）
e-mail:2671733743@qq.com

Summary. *This project provides the theoretical and experimental basis for the industrial production of Weiqiao alumina red mud, and at the same time fundamentally solves a series of problems such as waste of resources, environmental pollution and storage costs caused by red mud stockpiling, so as to truly achieve sustainable economic development.*

The experimental raw materials were Weiqiao red mud, steel slag, bauxite and anthracite. The red mud used in the experiment was taken from Shandong Weiqiao alumina plant, and the steel slag was from the leaching slag of the experimental process, and the chemical composition of the red mud is shown in tab.1.The typical composition of slag for different processes in steelmaking. The main physical phases of slag include β-C_2S, C_2MS_2, C2F, FeO, MgO, CaO, Fe_2O_3 and a small amount of pure iron.

Ingredients	Bayer	Sintered	Joint Law	Weiqiao
Fe_2O_3	30～60	7～10	6.1～7.5	56.0486
Al_2O_3	10～20	5～7	5.4～7.5	23.1948
SiO_2	20～31	20～30	20.0～20.5	8.7290
TiO_2	Trace～10	2.5～3.6	6.1～7.7	7.3271
CaO	2～8	46～49	43.7～46.8	2.7468
Na_2O	—	—	—	0.6966
MgO	—	1.2～1.6	—	0.1421
K_2O	—	0.2～2.4	0.5～0.7	0.0781

Figure 1 – Chemical composition content (mass fraction) of the red mud produced by the three processes and Weiqiao

The red mud, steel slag, bauxite and anthracite were crushed, ground through a 200 mesh (75 μm) sieve, dried and prepared for use.The raw ore is reduced in a slag bath under high temperature conditions, and the iron concentrate is obtained by magnetic separation, and the Al element is recovered by alkali leaching. The process includes 3 steps of slag bath reduction, magnetic separation and alkali leaching.

The raw material ore was made by mixing steel slag, red mud, bauxite and anthracite in the ratio of 30:24:15:2, 88:40:33:6, 25:12:15:2, 53:48:32:4 by mass. The raw material ore was put into a graphite crucible and placed in a melt reactor and held at a temperature of 1500 °C for 1 hour, while the material was then allowed to cool with the furnace using the 5 °C cooling method, and the cooled material was removed to obtain the upper layer of calcium aluminate slag and the lower layer of iron ingots.

The samples were placed in a fluid magnetic separator and separated by magnetic separation at a magnetic field strength of 1.59×105 A-1m-1 to obtain magnetic and non-magnetic phases, and the pig iron was analyzed for composition, the iron recovery was calculated, and the iron grade values were determined by microwave digestion.

For the aluminum slag obtained from the slag bath reduction, alkali leaching was performed with Na_2CO_3 solution, and the ground finished calcium aluminate slag was leached by magnetic stirring, and the leached slurry was filtered and washed by liquid-solid separation through a filter extractor, while the dissolved slag was placed in a muffle furnace for drying afterwards.

$Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2FeO + CO_2$

$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$

$Fe_3O_4 + CO \rightarrow 3FeO + CO_2$

$2FeO + C \rightarrow 2Fe + CO_2\uparrow$

$FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$

The process of aluminum dissolution reaction:

$CaO \cdot Al_2O_3 + Na_2CO_3 + 4H_2O \rightarrow 2NaAl(OH)_4 + CaCO_3\downarrow$

$CaO \cdot 2Al_2O_3 + 2Na_2CO_3 + 8H_2O \rightarrow 4NaAl(OH)_4 + CaCO_3\downarrow + CO_2\uparrow$

$12CaO \cdot 7Al_2O_3 + 12Na_2CO_3 + 33H_2O \rightarrow 14NaAl(OH)_4 + 12CaCO_3\downarrow + 10NaOH$

$2CaO \cdot SiO_2 + 2Na_2CO_3 \rightarrow 2CaCO_3\downarrow + Na_2SiO_3 + 2NaOH$

$1.7Na_2SiO_3 + 2NaAl(OH)_4 \rightarrow Na_20 \cdot Al_2O_3 \cdot 1.7SiO_2 \cdot nH_2O\downarrow + 3.4NaOH$

From the analysis in tab. 2 , the aluminum dissolution rate reached the highest value of 73.5 % in the present data at the material mass ratio of steel slag: red mud: bauxite: anthracite = 25:12:15:2. The iron reduction rate reached more than 80 % under all four groups of material ratios.

Material Serial number		Steel slag	Red mud	Bauxite	Anthracite	Aluminum dissolution rate	Iron reduction rate
Quality ratio	1	30	24	15	2	71. 1	Basically above 80%
	2	88	40	33	6	65. 4	
	3	25	12	15	2	73. 5	
	4	53	48	32	4	69. 8	

Figure 2 – Relationship between the mass ratio of materials and the reduction rate of aluminum and iron

УДК 69.003.13

WTHERMOTUBE – NEW HIGH EFFICIENCY AND ENERGY SAVING HEAT DISSIPATION SYSTEM FOR DATA CENTER

谭越中 (Yuezhong Tan), 余茂椿 (Maochun Yu),
崔学荣 (Xuerong Cui), 李宗海 (Zonghai Li)
东北大学（Northeastern University）
e-mail: tyz20011113@163.com

Summary. *Our passive refrigeration technology has been continuously studied, and a number of core technologies using gravity heat pipes for heat dissipation have been put forward. Through the phase change of working medium, efficient heat dissipation can be realized with very little energy consumption, and the working efficiency is extremely high.*

Nowadays, the heating density of data center is increasing rapidly, and the equipment used to solve the heat dissipation problem also consumes huge energy. Therefore, we designed a data center refrigeration and heat dissipation optimization system, which greatly improved the heat dissipation capacity and energy utilization efficiency of the data center. We build this system through eight high-level papers, four patents and six soft works.

The heat dissipation envelope designed by us embeds gravity heat pipe array into the wall, the evaporation section of the heat pipe is located at the lower part of the inner surface of the wall, and the condensation section is located at the upper part of the outer surface of the wall. The working medium in the heat pipe can evaporate under the drive of temperature difference and return under the action of gravity, which can transfer heat efficiently without additional power input. The structural unit is shown in fig. 1.

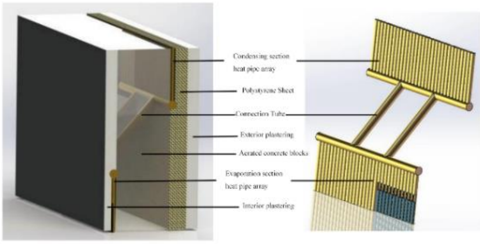


Figure 1 – Control diagram of heat pipe embedded

The structure of the device comprises a chassis containing double capillary short tubes embedded with chips and gravity heat pipes, wherein the evaporation section and condensation section of the gravity heat pipe are respectively connected to the capillary short tubes and the shell of the chassis, the chip is provided with a swing structure, and a direct evaporative cooler is arranged between the chassis and the wall. The physical diagram and structure diagram are shown in fig. 2, and the heat energy flow direction is shown in fig. 3.

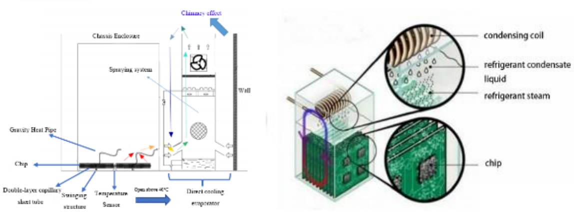


Figure 2 – Structure of chip liquid

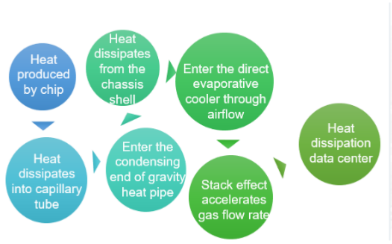


Figure 3 – Heat transfer process of chip liquid cooling heat sink embedded

We combine Tesla valves with liquid-cooled cabinets. Several ear-shaped sub-pipes are arranged on the main pipe of the liquid-cooled cabinet, as shown in fig. 4, so that the whole pipe presents a birdcage structure, as shown in fig. 5. Place the server chip in the birdcage and fill the Tesla valve with coolant. Due to the unique structure of Tesla valve, it can push the liquid in the main pipe to realize self-acceleration without external force assistance, thus improving the heat exchange efficiency. Calculated by comsol, the optimum aspect ratio of Tesla valve is 0.35, and the internal angle is 52°, which is the optimum structure.

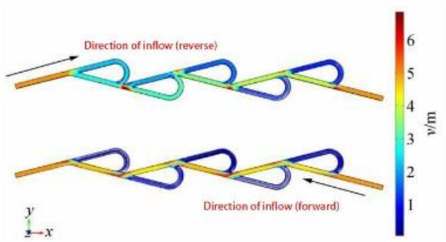


Figure 4 – Schematic diagram of Tesla valve flow field

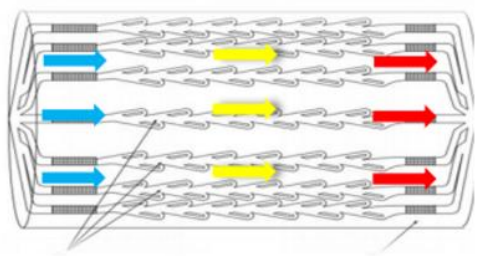


Figure 5 – Birdcace Tesla valve server

The new high-efficiency compound air conditioner consists of a temperature detection device, a unit temperature control device and a new evaporative condenser. We use a variety of refrigeration forms to optimize the three processes of cold capacity preparation, transport and supply, and realize efficient refrigeration on the premise of low energy consumption.

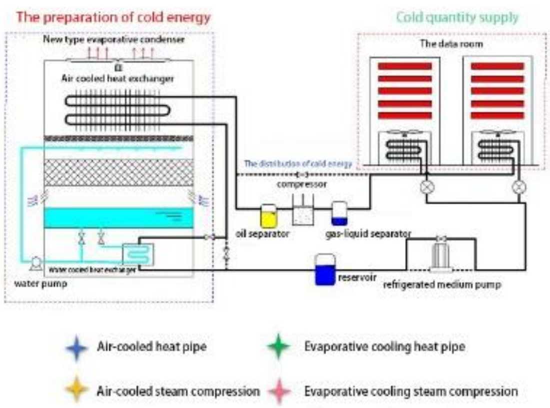


Figure 6 – Functional diagram of new high-efficiency composite air conditioning system

This system is a data center cooling system for multi-energy supply, which takes photovoltaic power generation as the main power source during the day, and use night electric to power the system at night. At the same time, the heat storage device is used to store the heat from waste heat boiler, water source heat pump and biomass particle burner to reduce the use of electricity. Different energy allocation is carried out under different use conditions to realize green energy saving in refrigeration process.

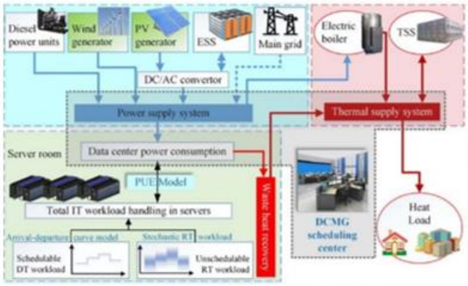


Figure 7 – Microgrid structure diargram of data center

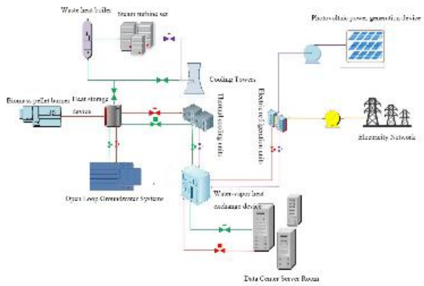


Figure 8 – chematic diagram of multi-energy cooling system

НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ
«ЗДРАВООХРАНЕНИЕ. ВЕТЕРИНАРИЯ. МЕДИЦИНА»

УДК 54.062 + 543.544 (33+7.087.9) + 543.613.3

INNOVATIVE METHOD FOR QUALITY AND SAFETY CONTROL OF ALCOHOLIC BEVERAGES

Sabalenka L. N., Furmanova K. V., Yushkevitch D. V.
Institute for Nuclear Problems of Belarussian State University
e-mail: lidia.sobolenko@gmail.com, furmanova02.02@mail.ru, yushkevitchdv@gmail.com

Summary. *A gas chromatography flame ionization detector (GC-FID) method based on the use of ethanol as an internal standard was developed and compared with the official Chinese method for the determination of methanol in various alcoholic beverages. Both official and developed methods were approbated for the analysis of wide range of alcoholic beverage samples with ethanol concentrations from 6.5 to 70.0 % by volume.*

One of the most important indicators of the quality and safety of alcoholic products is the quantitative content of volatile compounds. Methyl alcohol is one of the most controlled volatile compounds in alcoholic beverages and raw materials for their production at the legislative level in the world.

In accordance with the Chinese official methods for the analysis of alcoholic beverages (GB/T 15038-2006, GB/T 11858-2008, GB 5009.266-2016, etc.) the determination of methanol in alcoholic beverages is carried out by GC-FID. Quantitative calculation of the mass concentration of the methanol is carried out according to the method of an internal standard (IS). The most abundant internal standard substances are *n*-butanol, 4-methylpentan-2-ol and 2-methylbutan-2-ol. 4-methylpentan-2-ol is also used as an IS in the European official methods for the analysis of alcoholic beverages (Commission Regulation (EC) No 2870/2000 of 19 December 2000 laying down Community reference methods for the analysis of spirits drinks, OIV-MA-AS312-03A, etc.).

Unfortunately, the official internal standard method has disadvantages, associated with preparation of standard solutions and manual procedure for the quantitative addition of an internal standard substance into the test sample, that affect the accuracy of the final analysis results.

The authors developed modified internal standard method, based on the use of ethanol as an internal standard. The method avoids the aforementioned disadvantages of the traditional internal standard method. There is no need to add any internal standard to the analysed sample, since ethyl alcohol is an essential compound of any alcoholic beverage. The developed method is applicable to the analysis of any liquid products containing ethanol, which can be analysed using GC systems. The concentration of ethanol in any ethanol product, expressed as the mass of ethanol per liter of absolute alcohol, is the density of ethanol, so the concentration of the internal standard used in the developed method is always known. For this reason, the method allows to obtain the concentration of methanol directly from gas chromatographic measurements in legally required (GB/T 11858-2008) dimension of mass per litre of absolute alcohol (ethanol) units (g/hL of absolute alcohol (AA) or mg/L AA).

Both official and developed methods were approbated for the analysis of wide range of alcoholic beverage samples. As samples (with corresponding ethanol volume concentration in %) were studied: rum (40 %), whiskey (40 %), bourbon (43 %), grain spirit (40 %), brandy (40 %), grappa (40 %), calvados (40 %), gin (47 %), vodka (40 %), slivovice (45 %), tsikoudia (38 %), sake (14.5 %), tequila (38 %), vermouth (15 %), nalewka (18 %), mulled wine (8.5 %), rectified spirit (70 %), cocktail (27.5 %), sambuca (38 %), egg (17 %), herbal (35 %), limon (25 %), cherry (16 %), raspberry (16.5 %) and sloe gin (35 %) liqueurs). 4-methylpentan-2-ol was used as IS for the official method. The comparison of the obtained results was perfomed at a 0.05 significance level, employing the statistical Student's test (*t*-Test: Paired Two Sample for Means) and ANOVA

(Single factor) for both the official and developed methods. As a null hypothesis, the similarity between the concentration for the official and developed methods was taken.

The relative difference between the results, obtained for both official and developed method, was calculated according to the following formula

$$\Delta = \left(C(D) - C(O)\right) / C(O) \cdot 100\ \%, \tag{1}$$

where $C(D)$ and $C(O)$ are the concentrations of an analyte in the studied sample of alcoholic beverage, obtained by the developed and official methods, correspondingly, mg/L AA.

The obtained results of analysis are presented in the tab. 1.

Table 1 – The results of determination of methanol concentration and its standard deviation (*SD*) in alcoholic beverages by both official and developed methods

Table 1

Result	Rum	Whiskey	Bourbon	Grain spirit	Brandy
$C(O)\pm SD$, mg/L AA	22.2±0.5	132±2	88.4±1.2	110±1.6	297±2
$C(D)\pm SD$, mg/L AA	22.3±0.6	130±1	88.9±0.5	111±0.7	297±1
Δ, %	0.7	–0.9	0.6	0.9	–0.2
Result	Grappa	Calvados	Gin	Vodka	Slivovice
$C(O)\pm SD$, mg/L AA	414±5	910±5	4.16±0.09	21.8±0.2	10546±97
$C(D)\pm SD$, mg/L AA	412±2	913±2	4.19±0.16	21.7±0.2	10603±18
Δ, %	–0.6	0.3	0.8	–0.7	0.5
Result	Tsikoudia	Sake	Tequila	Vermouth	Nalewka
$C(O)\pm SD$, mg/L AA	755±50	18.2±1.3	1456±35	17.5±0.1	168±5
$C(D)\pm SD$, mg/L AA	761±20	18.1±1.4	1460±10	17.6±0.2	169±4
Δ, %	0.8	–1.0	0.3	0.6	0.9
Result	Mulled wine	Rectified spirit	Cocktail	Sambuka	Egg liqueur
$C(O)\pm SD$, mg/L AA	25.3±3.0	6.05±0.39	77.3±0.7	2.32±0.04	9.75±0.28
$C(D)\pm SD$, mg/L AA	25.1±2.7	6.03±0.40	76.3±1.5	2.34±0.05	9.81±0.14
Δ, %	–0.6	–0.4	–1.2	0.8	0.7
Result	Liqueurs				
	Herbal	Limon	Cherry	Raspberry	Sloe gin
$C(O)\pm SD$, mg/L AA	19.5±0.1	29.1±0.9	9.77±1.34	127±5	20.5±0.7
$C(D)\pm SD$, mg/L AA	19.6±0.1	29.4±1.0	9.82±1.27	126±4	20.7±0.4
Δ, %	0.4	0.8	0.5	–1.1	0.5

The comparison of the results obtained for both official and developed showed that the relative difference between the values of concentrations is less than ±1.5 %. Both statistical tests (Student's test and ANOVA) confirmed that the difference between the means, obtained for both methods for all the studied samples is statistically insignificant at a 0.05 significance level.

The obtained results show, that the developed method can also be validated for a number of volatile congeners in alcoholic products and ethanol containing products in general. The obtained results can be an occasion for launching the interlaboratory study of the developed modified internal standard GC-FID method in order to improve official methods of analysis and make them simpler, faster, easier, cheaper, more reliable and robust.

Authors have prepared improved version of the National standards of People's Republic of China GB/T 15038 [1] and GB/T 11858 [2] based on the use of ethanol as an internal standard substance. The yellow text highlights the text to be deleted. Green highlights text that needs to be inserted into the documents. The simplicity and accessibility of the implementation of the method in the daily practice of testing laboratories is impressive. Video presentation of the method is presented at open access resources [3].

References

1. Improved document National standard of People’s Republic of China GB/T 15038-2006 Analytical methods of wine and fruit wine [Electronic resource]. – Mode of access: https://elab.bsu.by/download.php?id=309. – Date of access: 24.10.2022.

2. Improved document National standard of People’s Republic of China GB/T 11858-2008 National Food Safety Standards Vodka [Electronic resource]. – Mode of access: https://elab.bsu.by/download.php?id=307. – Date of access: 24.10.2022.

3. Video presentation of the method in Chinese [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.youtube.com/watch?v=uKut-YQaVxg. – Date of access: 24.10.2022.

УДК 612.3:579.2157

МИКРОБИОТА ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА И ЦИРКАДНЫЕ РИТМЫ ЧЕЛОВЕКА

Бибикова М. С.
Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова
e-mail: masha.bibikova.45@gmail.com

Summary. *The paper shows the relationship “microbiota-gut-brain” and the importance of studying the prognostic significance of the nature of the metabolic profile of the intestinal microflora against the background of stress from circadian rhythm disorders. It is recommended to include up-to-date data on the biochemical and physiological features of the intestinal microbiota and its effect on the human body in curricula when teaching biological disciplines such as “Microbiology” and “Normal Physiology”.*

На сегодняшний день в научной среде сформировались определенные взгляды на функционирование микрофлоры и ее значение для организма хозяина. Доказано наличие взаимодействия между микробиотой кишечника и эндокринной, нейро-иммунной, иммунной системой, которое тем не менее недостаточно изучено. Перспективным направлением исследований является изучение оси микробиота-кишечник-мозг и различных расстройств (нарушений циркадного ритма, режима сна). Модификация кишечной микробиоты с помощью пробиотиков, пребиотиков и постбиотиков открывает новые подходы к изменению функций мозга и лечению стрессовых расстройств с учетом новых взаимосвязей «микробиота-кишечник-мозг». В связи с чем, изучение прогностической значимости характера метаболитного профиля кишечной микрофлоры (состава короткоцепочечных жирных кислот) на фоне стресса, влияние на данный профиль микробиома введения биологически активных добавок может послужить научным обоснованием для разработки отечественных биологически активных добавок для коррекции микробиоты кишечника в условиях воздействия стрессовых факторов на организм.

Кишечные бактерии все чаще признаются критически важным органом в организме человека, необходимым для развития и поддержания целостности и барьера кишечника, а также оптимального сбора энергии. Они играют важную роль в контроле метаболизма и иммунитета хозяина [1–2]. Таким образом, неудивительно, что микробиота кишечника и ее метаболиты также потенциально могут влиять на циркадные ритмы хозяина [3]. Метаболизм человека адаптирован к циркадному ритму продолжительностью около 24 часов, который синхронизирован с земным 24 – часовым циклом свет/темнота. Этот ритм управляется мозгом в гипоталамусе, который, в свою очередь, синхронизирует остальные части тела. Этот механизм молекулярных часов играет важную роль в регуляции ритмической экспрессии генов, контролируемых часами, которые, в свою очередь, регулируют синтез, хранение и расход энергии [4]. Цикл свет/темнота – это наиболее мощный внешний, или экологический сигнал для человеческого организма [4]. Круглосуточный образ жизни, состоящий из сменной работы, ранних утренних подъемов, позднего отхода ко сну, смены часовых поясов, может привести к нарушению циркадных ритмов, поскольку наши внутренние часы могут не успевать за противоречивой информацией о внешнем цикле свет/темнота и нашем поведение оптимальным образом [4].

Кишечник влияет на наш энергетический статус, контролируя физиологические функции, такие как пищеварение и всасывание пищи, а также опорожнение желудка – действия, которые также регулируются генами часов [2]. Известно, что состав и разнообразие микробиоты кишечника и, как следствие, ее метаболитный профиль, может изменяться под действием различных факторов, в том числе стресса [2, 4]. Это подтверждается исследованиями проведенными на животных моделях, которые убедительно демонстрируют различия в составе и численности микрофлоры в стрессовых и контрольных группах.

Существенное изменение в составе и количестве микроорганизмов флоры кишечника приводит к развитию дисбиоза, который влияет на гомеостаз хозяина и требует адекватного лечения. Одним из традиционно используемых способов коррекции дисбиоза кишечника является использование в пищу таких биологически активных добавок, как пробиотики – живые микроорганизмы, которые при введении в адекватных количествах приносят пользу для здоровья хозяина и пребиотики – субстраты, которые избирательно используются микроорганизмами хозяина, принося пользу для здоровья. Широкий интерес к пробиотикам и пребиотикам как биологически активным добавкам, способным модулировать функции микробиоты со стороны научного сообщества привел к появлению еще одной группы добавок – постбиотики [1]. Физиологическое действие постбиотиков связывают с биологически активными метаболитами инактивированных бактерий.

Поддержка здоровой микробиоты кишечника за счет пробиотиков, пребиотиков и постбиотиков особенно в условиях неблагоприятных факторов среды в настоящее время признана важным условием для здоровья мозга. Поскольку влияние стрессовых факторов приводит к изменению состава кишечной микрофлоры и ее метаболитного профиля, то введение в рацион добавок с разным механизмом воздействия на микрофлору (пробиотиков, пребиотиков, постбиотиков) приводит к изменению метаболитного профиля микробиоты и способствует ее нормализации в условиях острого и хронического стресса, что повышает устойчивость организма к стрессу в целом.

Таким образом, взаимосвязь микробиоты кишечника и нормального функционирования организма человека на сегодняшний день широко исследуется и освещается в научной литературе, так как в современном обществе существует множество особенностей образа жизни, которые могут способствовать нынешней эпидемии метаболических проблем со здоровьем. Эти особенности включают плохой сон из-за современных факторов стресса, таких как долгий рабочий день, путешествия в несколько часовых поясов и малое воздействие дневного света. Все эти факторы образа жизни не только влияют и нарушают систему циркадного ритма, но и влияют на состав микробиома нашего кишечника. Последние пять лет показали, что микробы, живущие в кишечнике, также демонстрируют циркадный ритм с точки зрения их состава и функции и даже их способности проникать в кишечник и колонизировать его. Нарушение сна и сильное влияние на нарушение циркадных ритмов способствуют этим метаболическим последствиям для здоровья [1].

Список использованных источников

1. Bass J. Circadian topology of metabolism. *Nature.* 2012; 491:348–356. doi: 10.1038/nature11704.

2. Chilloux J., Neves A. L., Boulange C. L., Dumas M. E. The microbial-mammalian metabolic axis: A critical symbiotic relationship. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 2016;19:250–256. doi: 10.1097/MCO.0000000000000284.

3. Leone V., Gibbons S. M., Martinez K., Hutchison A. L., Huang E. Y., Cham C. M., Pierre J. F., Heneghan A. F., Nadimpalli A., Hubert N., et al. Effects of diurnal variation of gut microbes and high-fat feeding on host circadian clock function and metabolism. *Cell Host Microbe.* 2015;17:681–689. doi: 10.1016/j.chom.2015.03.006.

4. Oosterman J. E., Kalsbeek A., la Fleur S. E., Belsham D. D. Impact of nutrients on circadian rhythmicity. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2015;308:R337–R350. doi: 10.1152/ajpregu.00322.2014.

УДК 616-001.514

РОЛЬ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ В ОПТИМИЗАЦИИ КОСТНОГО РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ КОСТЕЙ ГОЛЕНИ

Ванькович П. Э.
Белорусская медицинская академия последипломного образования
e-mail:vankovichpavel@mail.ru

Summary. *The effect of hyperbaric oxygenation in patients with complex segmental fractures of the lower leg bones was studied. The results obtained indicate the optimization of bone remodeling with the predominance of bone-forming processes in it, as a result of which the time of fusion was reduced.*

Применение гипербарической оксигенации (ГБО) способствует не только нормализации нарушенного кислородного режима, но и активизации метаболических процессов в поврежденных тканях, корригирует функции жизнеобеспечивающих систем, что положительно влияет на характер репаративных процессов поврежденных костей и мышц, сокращая тем самым сроки консолидации переломов (А. Ф. Краснов и соавт, 1991).

Нами было обследовано 25 пациентов (5 женщин и 20 мужчин) со сложными сегментарными переломами костей голени. Срок динамического наблюдения за прооперированными пациентами составил 1 год. В возрасте до 50 лет находилось 2 пациента, от 50,1 до 60 лет – 8, от 60,1 до 70 – 15. Средний возраст обследованных составил 55,3±6,6 лет.

Все пациенты прооперированы методом закрытого интрамедуллярного остеосинтеза, затем 10 из этих пациентов было проведено 10 сеансов ГБО в одноместном барокомплексе БЛКС-307 – «Хруничев» (изопрессия составила 60 мин, давление 1,5 АТА), у 15 пациентов ГБО не использовали (группа сравнения).

У всех 25 пациентов в сыворотке крови и в суточной моче в динамике до хирургического вмешательства и в течение года после него определяли маркеры метаболизма костной ткани, и биоэнергетики с расчетом интегральных лабораторных показателей, остеотропные цитокины и минералы, системные регуляторы кальций-фосфатного обмена, маркеры перекисного окисления липидов и антирадикальной защиты клеток, а так же гематологические показатели. Анализ статистически значимых различий проводили параметрически при динамике показателя с нормально распределенной совокупностью (дисперсионный анализ) и непараметрически (критерий Краскела-Уоллиса, тест Манна-Уитни, серийный критерий Вальда-Вольфовица, медианный тест, критерий Колмогорова-Смирнова).

Результаты денситометрии в динамике показали не только сохранение уровня минеральной плотности кости после ГБО-терапии, но и ее значимый прирост на 8,7 % через полгода после операции и на 13,7 % (0,082 = 0,01 г/см2) через год наблюдения. Клинически было отмечено достоверное сокращение сроков сращения костей голени на 32 % (в группе с ГБО – 133,8±21,3 дня, а в группе сравнения 181,3±22,2 день).

Динамика лабораторных показателей коррелировала с данными клиники и денситометрии, показавшими активацию костеобразовательных процессов. Свидетельством ускорения ремоделирования костной ткани под воздействием ГБО явилась динамика фосфатазного индекса (ФИ) сыворотки крови – соотношение активностей костных изоферментов щелочной и кислой фосфатаз. Через полгода после операции его показатели были в 1,7 раза выше, чем в группе сравнения ($p \leq 0,05$). Необходимо отметить, что более высокие значения ФИ при ГБО обусловлены снижением активности тартратрезистентного изофермента кислой фосфатазы (КФтарт) в динамике после операции в 1,4–2,9 раза ($p \leq 0,01$), что соответствовало снижению метаболической активности остеокластов.

Известно, что ключевую роль в дифференцировке, активации и апоптозе остеокластов играют именно локальные регуляторы – члены семейства TNF: RANKL и остеопротегерин (OPG). Обнаруженное в группе с ГБО смещение баланса RANKL/OPG в сторону последнего также свидетельствовало об инактивации либо остеокластогенеза, либо уже зрелых остеокластов. Значимый рост (в 1,7 раза) в сыворотке крови концентрации основного неколлагенового белка остеокальцина (ОК) (специфичного маркера костеобразования) отметили в первые три месяца после операции и в конце наблюдения, на фоне увеличения в 1,7 раза ($p < 0,05$) уровня OPG, через полгода после операции при одновременном многократном снижении концентрации RANKL в ранний послеоперационный период, что свидетельствовало о нормализации нарушенного костного ремоделирования.

Уровень экскреции С-концевых телопептидов коллагена 1 типа (B-CrossLaps) – высокоспецифичного маркера костной резорбции изменялся разнонаправлено: период роста в первый-третий месяц (в 1,9 раза, $p \leq 0,05$) сменился снижением в 1,7 раза через полгода наблюдения.

Также выявлено снижение других маркеров резорбции: экскреция кальция в первые три месяца после операции в группе с ГБО была достоверно ниже в 1,8 раза. Кроме того, экскреция кальция к концу года оказалась значимо ниже дооперационной величины, что, вероятно, обусловлено нормализацией баланса костного ремоделирования в условиях ГБО. Напротив, в группе сравнения по-прежнему отмечена высокая резорбция кости, так как уровень B-GrossLaps был достоверно выше в 1,6 раза, чем до операции, на фоне низких величин ФИ и сывороточной концентрации ОК.

Эти данные в комплексе с динамикой индексов RANKL/OPG и ФИ свидетельствовали о значимом снижении костной резорбции и превалировании формообразовательных реакций через полгода после терапии ГБО. Однако следует отметить, что у этих пациентов в первые три месяца после операции в определенной мере активированы и резорбтивные процессы (по отношению к фоновым исследованиям): снижен ФИ с 15 до 8 ($p \leq 0,01$), в моче в два раза выросла концентрация B-CrossLaps. Данная динамика показателей в ранний послеоперационный период соответствовала ускорению процессов костного ремоделирования под воздействием ГБО, причем как резорбции кости, так и костеобразования. Это важно, поскольку без умеренной стимуляции резорбции невозможна активация костеобразования.

Интерес представляет динамика активности основного маркера антиоксидантной защиты клеток – супероксиддисмутазы (СОД). Проведенное исследование показало активацию СОД в условиях гипероксии: значимый рост по отношению к фоновым значениям (1,7–2,9 раза) и по отношению к группе сравнения в 3,1–5,2 раза, соответственно через полгода и год после операции. В группе сравнения роста активности СОД не выявлено.

Таким образом, проведенное исследование эффекта ГБО-терапии у пациентов со сложными сегментарными переломами костей голени, показало положительное влияние на ремоделирование костной ткани. Полученные результаты свидетельствуют об оптимизации костного ремоделирования с превалированием в нем костеобразовательных процессов, в результате чего сократились сроки сращения. При этом, эффект гипероксии заключался в регуляции экспрессии остеотропных цитокинов (RANKL, OPG), приближая их баланс к физиологическому.

УДК 615.451.16:615.26.1

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ЭКСТРАКТЫ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫЕ ФИЛЬТРЫ

Голяк Н. С., Рачко А. А.
Белорусский государственный медицинский университет
e-mail: goliakns@mail.ru

Summary. *This article presents the results of a study of the fotoprotective activity of liquid extracts from immortelle sandy flowers and St.John's wort herb. The SPF of the studies extracts was calculated.*

Поиск и разработка новых эффективных солнцезащитных фильтров является перспективным направлением современной медицины и фармации. Солнцезащитные фильтры являются наиболее эффективным способом защиты от неблагоприятного воздействия ультрафиолетового излучения (УФ-излучения).

Длительное воздействие УФ-света на кожу человека вызывает дегенеративные изменения клеток кожи, фиброзной ткани, кровеносных сосудов. В связи с этим значительно возрастает риск преждевременного старения кожи, появления фотодерматозов, а в самых серьезных случаях – рака кожи.

На данный момент широко ведутся исследования по поиску растительных солнцезащитных фильтров, поскольку они являются более доступными, не уступают по эффективности синтетическим соединениям, а также обладают более широким спектром действия.

По степени воздействия на кожу человека можно выделить четыре области УФ-излучения: УФ-С (200–290 нм) – коротковолновая, бактерицидная радиация, поглощается в стратосфере, УФ-В (290–320 нм) – средневолновые лучи, вызывающие канцерогенез; УФ-AI (320–380 нм) и УФ-AII (380–400 нм) – длинноволновое, хорошо проникающее в кожу излучение.

Растения содержат большое количество различных биологически активных соединений. Перспективными в качестве солнцезащитных фильтров являются полифенольные соединения (РПС), среди которых выделяют фенилпропаноиды и гидролизуемые танниды. Основной функцией фенилпропаноидов является защита растения от факторов внешней среды и, в первую очередь, от УФ-излучения.

Фенилпропаноиды способны поглощать УФ-излучение, а также влиять на метаболические процессы на клеточном уровне (подавляют экспрессию металлопротеаз, снижают активность циклооксигеназы 2 типа (ЦОГ-2), уменьшают количество активных форм кислорода в цитоплазме клетки), что способствует подавлению воспалительных процессов, стабилизации фибрилл коллагена, препятствует их разрушению, а также предотвращает окислительное повреждение ДНК.

Большое количество РПС с фотопротекторными свойствами содержится в растениях: бессмертник песчаный, гинкго билоба, чай китайский и др.

В качестве объекта исследования в настоящей работе были выбраны цветки бессмертника и трава зверобоя.

В цветках бессмертника песчаного содержатся флавоноиды (нарингенин, салипурпозид, изосалипурпозид, апигенин, кемпферол) и их гликозиды, полисахариды, производные фталевого ангидрида и др. Трава зверобоя продырявленного содержит антраценпроизводные соединения, такие как гиперицин, псевдогиперицин; флавоноиды – гиперозид, кверцетин, изокверцитин, рутин, аментофлавон; ксантоны – 1, 3, 6, 7-тетрагидрокси-ксантон; ацилхлороглуцинолы: гиперфорин с небольшими количествами адгиперфорина; эфирные масла; олигомеры; процианидины и другие катехиновые танины; производные кофеиновой кислоты, включая хлорогеновую кислоту.

Для определения фотопротекторной активности из цветков бессмертника готовили жидкий экстракт методом реперколяции по Босину в соотношении 1:2 (в качестве экстрагента использовали спирт этиловый 70 %). Для получения жидких экстрактов (1:2) из травы зверобоя в качестве экстрагентов применяли кроме спирт этилового (70 %), глицерин (70 %), диметилсульфоксид (70 %), пропиленгликоль (70 %) (по 3 серии для каждого вида извлечения).

Для каждого извлечения проводили спетрофотометрическое исследование с помощью спектрофотометра Cary 50.

Для оценки солнцезащитных свойств экстрактов цветков бессмертника песчаного и травы зверобоя продырявленного регистрировали их спектры поглощения и определяли величину оптической плотности в области 290–400 нм с шагом в 5 нм. Затем рассчитывали значение солнцезащитного фактора (SPF), а также УФА/УФВ (позволяет судить, насколько эффективно исследуемое вещество поглощает УФ-излучение в области А по сравнению с поглощением в области В). Рассчитанные значения представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Средние значения и стандартные отклонения показателей SPF и УФА/УФВ-коэффициента исследованных экстрактов для трех серий жидкого экстракта

Полифенольные соединения	SPF	УФА/УФВ
Бензофенон-3	4,99±0,10	0,33
Экстракт из цветков бессмертника (экстрагент 70 % спирт этиловый)	7,51±0,02	0,87±0,04
Экстракт из травы зверобоя (экстрагент 70 % спирт этиловый)	6,43±0,01	0,90±0,03
Экстракт из травы зверобоя (экстрагент 70 % глицерин)	3,92±0,02	0,83±0,02
Экстракт из травы зверобоя (экстрагент 70 % диметилсульфоксид)	4,78±0,03	0,87±0,01
Экстракт из травы зверобоя (экстрагент 70 % пропиленгликоль)	5,89±0,02	0,92±0,03

Из табл. 1 видно, что солнцезащитный фактор жидкого экстракта бессмертника приблизительно в 1,5 раза больше, чем у бензофенона-3 (синтетический солнцезащитный фильтр, часто встречается в составе солнцезащитных средств). УФА/УФВ-коэффициент больше, чем у бензофенона-3. Солнцезащитный фактор экстрактов травы зверобоя от 3,9 до 6,4, практически такой же, как и у бензофенона-3. При этом УФА/УФВ коэффициент приблизительно в 3 раза больше чем у бензофенона-3.

Таким образом жидкий экстракт цветков бессмертника песчаного обладают хорошей фотопротекторной активностью и могут быть использованы в составе солнцезащитных средств, в качестве альтернативы синтетическим органическим компонентам.

Жидкие экстракты зверобоя также могут входить в состав солнцезащитных средств, поскольку имеют достаточный SPF и УФА/УФБ коэффициент, а также обладает ранозаживляющим действием.

УДК 615.322:615.07:582.929

КАДИЛО МЕЛИССОЛИСТНОЕ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ВИД ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Гурина Н. С., Некрашевич Я. В.
Белорусский государственный медицинский университет
e-mail: bsmu@bsmu.by

Summary. *Melittis melissophyllum L. is a medicinal plant from the Lamiaceae family. M. melissophyllum L. herb contains various groups biologically active substances such as flavonoids, iridoids, essential oil, etc. In folk medicine, M. melissophyllum L. herb is used as a sedative, hypnotic, antispasmodic, antiulcer, diuretic. A wide variety of biologically active substances and a*

wide range of pharmacological activity allow us to consider it as a new promising type of medicinal plant materials.

Кадило мелиссолистное (Melittis melissophyllum L.) – многолетнее травянистое лекарственное, пряно-ароматическое, декоративное и медоносное растение из семейства Яснотковых (Lamiaceae). Кадило мелиссолистное обладает широкими адаптационными способностями и является высокоустойчивым при интродукции видом.

В настоящее время, трава кадила мелиссолистного применяется только в народной медицине, однако содержит широкий спектр биологически активных веществ и обладает рядом фармакологических свойств.

Химический состав кадила мелиссолистного представлен разнообразными группами биологически активными веществ: флавоноидами (апигенин, кемпферол, лютеолин, кверцетин), фенолкарбоновыми кислотами (розмариновая, кофейная, хлорогеновая), иридоидами (мелиттозид, гарпагид, ацетилгарпагид), кумаринами, дубильными веществами, микро- и макроэлементами. Листья и цветки содержат эфирное масло, качественный и количественный состав которого отличается. Основным компонентом эфирного масла листьев является окт-1-ен-3-ол, а цветков – α-пинен. Эфирное масло кадила мелиссолистного обладает спазмолитическим, седативным, антибактериальным, противогрибковым и миорелаксирующим действием.

Результаты исследований показывают, что трава кадила мелиссолистного может выступать в качестве источника гарпагида и 8-О-ацетил-гарпагида, имеющих потенциальное практическое применение. Основными фармакологическими эффектами гарпагида и 8-О-ацетилгирпагида является противовоспалительный, обезболивающий и потенциально противоревматический.

В народной медицине трава кадила мелиссолистного применяется внутрь в виде настоек, настоев, чаев как седативное, снотворное, спазмолитическое, противоязвенное, мочегонное. Настойку из травы применяют при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, болях в желудке и кишечнике, нарушениях менструального цикла, а также при заболеваниях дыхательных путей. Наружно извлечения из травы кадила мелиссолистного применяют для промываний ран.

Большое разнообразие биологически активных веществ, широкий спектр фармакологической активности обусловливают интерес к лекарственному растительному сырью с позиции стандартизации и позволяют рассматривать его как новый перспективный вид лекарственного растительного сырья.

УДК 621.77

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТРУБЧАТОГО СТУПЕНЧАТОГО КОНЦЕНТРАТОРА-ВОЛНОВОДА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

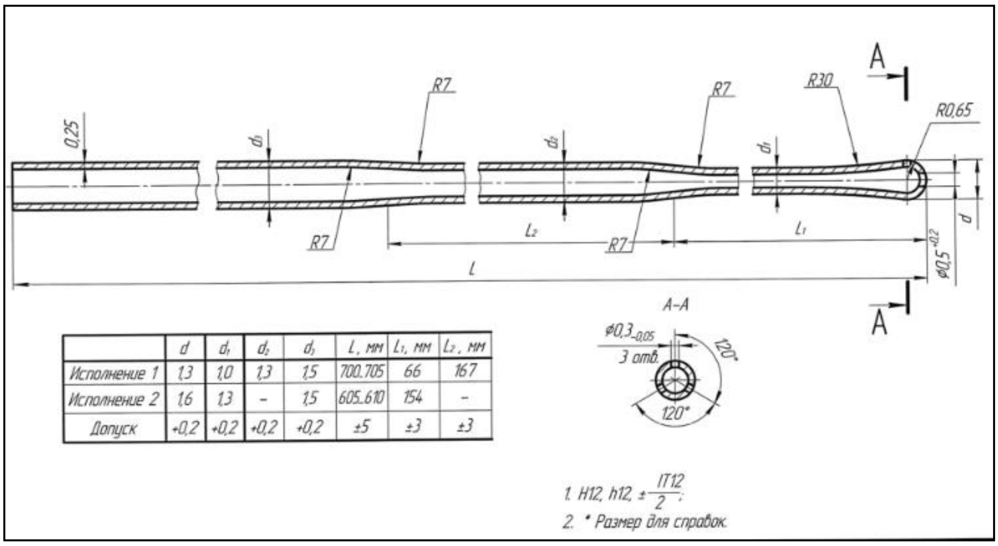
Дай Вэньци, Королёв А. Ю., Будницкий А. С., Минченя В. Т., Алексеев Ю. Г.
Белорусский национальный технический университет

Summary. *Technological foundations for the manufacture of a concentrator-waveguide of complex shape with elements of low rigidity have been developed, which provide the required accuracy of dimensions and shapes, high surface quality, and improved physical and mechanical characteristics from corrosion-resistant steel 12Kh18N9. In practice, a technology for obtaining a stepped tube-type concentrator-waveguide and a treatment technology using an acoustic system in its composition have been introduced.*

Разработка и создание новых изделий медицинского назначения для применения в кардиохирургической практике для лечения сердечнососудистых заболеваний во всем мире постоянно является актуальной.

Для восстановления кровообращения в сосудах и восстановления их эласто-механических свойств учеными Белорусского национального технического университета (БНТУ) совместно с врачами предложен метод и оборудование для ультразвуковой ангиопластики, включающее ступенчатые концентраторы-волноводы [1].

В данной работе предметом исследования является технология получения ступенчатого концентратора-волновода трубчатого типа (СКВТТ), представленного на рис. 1, для ультразвукового воздействия на стенки кровеносных сосудов. Необходимо было технологически обеспечить получение точности геометрических форм и размеров, качества поверхностного слоя и работоспособности СКВТТ.



	d	d_1	d_2	d_3	L, мм	L_1, мм	L_2, мм
Исполнение 1	1,3	1,0	1,3	1,5	700..705	66	167
Исполнение 2	1,6	1,3	–	1,5	605..610	154	–
Допуск	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	±5	±3	±3

Рисунок 1 – Ступенчатый концентратор-волновод трубчатого типа

СКВТТ состоит из проксимальной, дистальной части и рабочего наконечника. Длина – 700 мм. Ступенчатая наружная поверхность с плавными переходами от диаметра 1,5 к 1,3 и к 1,0 мм. А внутренней полости – от 1,0 до 0,5 мм. Рабочий наконечник с наружным диаметром – 1,3 мм, центральным отверстием – 0,5 мм и тремя боковыми отверстиями диаметром 0,3 мм. Шероховатость внутренних поверхностей – 0,32 Ra, наружных – 0,1 Ra. Материал – нержавеющая сталь 12Х18Н9 в упрочненном состоянии. Сложность разработки заключалась в очень малых диаметрах, значительной длине и высоких требованиях к шероховатости изготавливаемого изделия.

Выбраны методы обработки, разработано технологическое оборудование, приспособления и инструмент, проведены исследования и опытно-экспериментальные работы и сформулированы технологические основы формирования геометрии и свойств СКВТТ следующими процессами:

– безоправочным волочением (5–6 проходов) формообразование наружных ступенчатых поверхностей СКВТТ. Технологические режимы отличаются тем, что одновременно обеспечивается формирование поверхностей с заданной точностью и упрочнение материала СКВТТ за счет оптимизации технологического маршрута путем расчета и варьирования степени обжатия и коэффициента вытяжки и установления их влияния на усилие волочения, микроструктуру и микротвердость материала (возрастает с 230 до 350 HV0,2);

– методом раздачи и обжима формообразование рабочего наконечника – сферической дистальной части СКВТТ. Выполнено математическое моделирование и определены закономерности изменения показателей, характеризующих напряженно-деформированное состояние материала при обжатии и раздаче. Технологические режимы, отличаются возможностью получения требуемого профиля без перегрева и разрушения заготовки (усилия деформации 35,8–98,4 Н при раздаче и 311,5 Н при обжиме) и уменьшением усилия деформации до 20–28

Н при раздаче и до 24 Н при обжатии в случае вращения пуансона и матрицы со скоростью 1280 об/мин и 1410 об/мин соответственно [2];

– электрохимической прошивкой микроотверстий диаметром 0,3 мм. Технологические режимы, отличаются повышенным расходом электролита (25 % раствор натрия азотнокислого до 60 мл/мин при напряжении 15 В), что приводит к более интенсивному удалению продуктов электрохимического анодного растворения из межэлектродного промежутка и к стабилизации процесса прошивки, позволяющие выполнять прошивку микроотверстий с требуемой точностью и правильной формы со сглаженными краями [3];

– химической очисткой на проток внутренних поверхностей СКВТТ. Технологические режимы, отличаются составом кислотного электролита (Н3РО4 – 78 %, HNO_3 – 11 %, HCl – 11 %), температурно-скоростными (25 ˚С, 0,4 мл/мин) и временными параметрами процесса (10 мин), позволяющие качественно очистить поверхность без формирования очагов коррозии;

– электролитно-плазменной обработкой наружных поверхностей СКВТТ. Технологические режимы обработки в солевом электролите (4 % раствор сульфата аммония (NH4)2SO4, при температуре – 90 °С), отличаются тем, что в процессе обработки одновременно обеспечивается полное удаление окалины, снижения шероховатости до Ra 0,1 мкм и придание поверхности СКВТТ однородного блеска без существенного съема металла (0,01 мм на сторону) за счет оптимизации времени обработки (tопт 240 с) [4].

По результатам проведенных исследований разработан и внедрен на ГП «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник» технологический процесс получения ступенчатого концентратора-волновода трубчатого типа для ультразвукового воздействия на стенки кровеносных сосудов. В клиниках Республики Беларусь разработана и внедрена технология проведения малоинвазивных операций с использованием СКВТТ, в отличие от открытых хирургических и медикаментозных коррекций, более эффективная и безопасная в плане разрушения внутрисосудистых тромбов, а также способствующая значительному улучшению эласто-механических свойств сосудистой стенки (рис. 2).

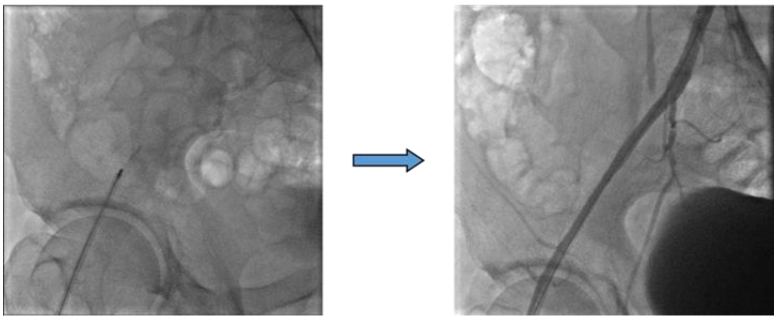


Рисунок 2 – Состояние сосудов до и после ультразвукового воздействия с использованием СКВТТ.

Список использованных источников

1. Устройство для устранения непроходимости кровеносных сосудов // Евразийский патент № 031620. 2019. Бюл. ЕАПВ № 1. / Хрусталёв Б. М., Алексеев Ю. Г., Адзерихо И. Э., Минченя В. Т., Королёв А. Ю., Чур С. Н.

2. Пластическое формообразование наконечника концентратора-волновода для ультразвуковой эндоваскулярной абляции / Дай Вэньци, Ю. Г. Алексеев, А. Ю. Королёв, А. С. Будницкий // Наука и техника. – Минск: БНТУ, 2021. – Т. 20. – № 2. – С. 101–108.

3. Электрохимическая прошивка микроотверстий в трубчатом ступенчатом концентраторе-волноводе медицинского назначения / Ю. Г. Алексеев, А. Ю. Королёв, А. С. Будницкий, Дай Вэньци // Наука и техника. – 2019. – № 5. – С. 386–394.

4. Пластическое деформирование и электрофизикохимическая обработка трубчатых медицинских концентраторов-волноводов / Дай Вэньци, Ю. Г. Алексеев, А. Ю. Королёв, А. С. Будницкий // Наука и техника. – Минск: БНТУ, 2020. – Т. 19. – № 6. – С. 499–506.

УДК 617-089

ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ СПОНДИЛОДИСЦИТОВ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ

Зозуля П. И.
ГУ «РНПЦ пульмонологии и фтизиатрии»
ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»
e-mail: pzozulia@gmail.com

Summary. *The article describes the experience of surgical treatment of 140 patients with inflammatory diseases of the spine of specific and nonspecific etiology.*

Введение. На современном этапе проблема спондилодисцита продолжает сохранять свою актуальность. Отмечается тенденция к увеличению уровня заболеваемости данной патологией, что обусловлено ростом числа лиц с иммунодефицитными состояниями, совершенствованием методов диагностики данной патологии, возрастанием числа инвазивных процедур, а также повышением вирулентности возбудителей инфекций и приобретением ими лекарственной устойчивости к некоторым группам антибиотиков, что обусловлено широким назначением и некорректным приемом антибактериальных препаратов при лечении других воспалительных заболеваний. Отдельной проблемой является стертость клинической картины, поздние сроки диагностики заболевания, невысокая частота выявления этиологического фактора и отсутствие четких подходов к выбору необходимого метода хирургического лечения пациентов со спондилодисцитами.

Цель: представить имеющийся опыт хирургического лечения пациентов со спондилодисцитами специфической и неспецифической этиологии на базе ГУ «РНПЦ пульмонологии и фтизиатрии».

Материалы и методы. С января 2010 г. по ноябрь 2022 г. на базе ГУ «РНПЦ пульмонологии и фтизиатрии» было прооперировано 140 пациентов со спондилодисцитами, из них 95 (67,9 %) мужчины и 45 (32,1 %) женщины. Медиана возраста пациентов составила 56 (минимум – 19, максимум – 82) лет, мода – 52 года. Поражение шейного отдела позвоночника было диагностировано у 14 (10,0 %) пациентов, грудного отдела – у 93 (66,4 %), поясничного отдела – у 33 (23,6 %). Этиологическая структура патологических изменений в позвоночнике при спондилодисците у прооперированных нами пациентов представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Этиология патологического процесса

	Неспецифическое воспаление	Туберкулез	Микобактериоз	Злокачественное поражение	Итого
Абсолютное количество	95	41	2	2	140
Относительное количество, %	67,9	29,3	1,4	1,4	100

В зависимости от характера, выполненные оперативные вмешательства могут быть разделены на две основные группы: радикальные (с санацией гнойного очага в межпозвонковом диске и/или теле позвонка) и симптоматические (без санации гнойного очага в межпозвонковом диске и/или теле позвонка).

Результаты и обсуждение. Таким образом, за указанный период времени у 140 пациентов было выполнено 159 оперативных вмешательств. К радикальным оперативным вмешательствам относили изолированное выполнение передней секвестрнекрэктомии с декомпрессией спинного мозга с/без дополнительной фиксации титановой пластиной: 54 (33,9 %) вмешательства.

Группа симптоматических операций включала в себя только вскрытие и дренирование пре- (пара-) вертебральных абсцессов (под УЗИ контролем или посредством видеоторакоскопии), заднюю декомпрессию спинного мозга с/без транспедикулярной фиксации тел позвонков. Всего было выполнено 65 (40,9 %) операций данного типа.

Отдельным пунктом выделялись сочетанные вмешательства, когда при выполнении задней декомпрессии спинного мозга осуществлялся дебридмент зоны инфекционного очага в межпозвонковом диске с последующей постановкой аутотранстплантата или сетчатого титанового импланта. Данный тип оперативного лечения пациентов со спондилодисцитами применятся в нашей клинике с 2020 г. По данной методике в настоящее время прооперировано 10 пациентов (6,3 % от всех выполненных вмешательств).

Определенной части пациентов с воспалительными заболеваниями позвоночника были выполнены этапные вмешательства (впервые выполнены в нашей клинике в 2014 г.). Целью данных вмешательств является ранняя мобилизация и вертикализация пациента, что положительно сказывается на качестве жизни пациентов. По данной методике было прооперировано 15 пациентов (18,9 % от всех выполненных вмешательств).

В раннем послеоперационном периоде осложнения развились у 14 (10 %) пациентов. В структуре послеоперационных осложнений отмечены: несостоятельность краев послеоперационной раны 5 случаев, нестабильность транспедикулярного фиксатора 4 случая, гематома послеоперационной раны 1 случай, перфорация полого органа (толстой кишки отломком X ребра, фрагмент которого был взят в качестве аутотрансплантата) 1 случай, гемоторакс 1 случай, сепсис 1 случай, прогрессирование неврологической симптоматики из-за послеоперационного отека спинного мозга 1 случай.

Уровень послеоперационной летальности составил 5,7 % (8 случаев). В структуре послеоперационной летальности превалируют декомпенсация по заболеваниям сердечно – сосудистой системы и синдром полиорганной недостаточности.

Выводы. Таким образом, вопрос выбора необходимого метода хирургического лечения носит индивидуальный характер и является особо важным, так как от этого зависят сроки реабилитации и качество жизни пациента.

УДК 577.121.7:581.9(476.5)

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТЕНИЙ ВИТЕБСКОГО РЕГИОНА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА

Кацнельсон Е. И., Володько А. С., Фомичёва Н. С., Балаева-Тихомирова О. М.
Витебский государственный университет им. П. М. Машерова
e-mail: kate_kaznelson@tut.by

Summary. *In connection with the increasing impact of adverse environmental factors on biological objects, including plants used in agriculture, it is relevant to search for adequate ways to counter modern stressors on biological objects (extreme temperature effects, drought and excessive watering of soils, accumulation of heavy metals and etc.). Among the factors counteracting stress, natural biocompatible biologically active compositions containing endogenous antioxidants are of great interest, since the use of synthetic antioxidants does not always give a positive effect.*

У биологических объектов стресс проявляется как совокупность всех неспецифических изменений под действием любых сильных стрессоров. На каждой стадии развития приспособляемость живых организмов к неблагоприятным условиям выражена в разной степени. Активное избирательное отношение биологических объектов к стрессовым условиям внешней среды выражается в его способности к саморегуляции, оптимизации протекающих в нем биохимических и иных процессов.

Стрессоры при воздействии на биологические объекты формируют неспецифичную ответную реакцию, во многом определяемую либо избыточностью прооксидантных процессов, либо недостаточностью существующих эндогенных антиоксидантных систем. С большой степенью вероятности можно предполагать, что обработка биологического объекта биосовместимым природным антиоксидантным поликомпонентным препаратом, может повысить устойчивость его к действию факторов, вызывающих окислительный стресс или снизить последствия данного воздействия. В качестве такого антиоксидантного экстракта будет использоваться экстракт раннецветущих и дикорастущих растений.

Изучение содержания биологически активных веществ из листьев одуванчика лекарственного, клевера лугового, медвежего лука, первоцвета весеннего и лука шнитта является актуальным, так как состав растений, произрастающих на территории Витебской области, недостаточно изучен. Климат Витебского региона умеренно-континентальный. Основным климатообразующим фактором является влияние Атлантического океана. Воздушные массы, приходящие с запада, приносят летом пасмурную и дождливую погоду, зимой – значительное потепление и оттепель. Приход воздушных масс с континента приводит летом к жаркой сухой погоде, зимой к сильным холодам. Чередование воздушных масс различного происхождения создает характерный для Витебской области (особенно для холодного полугодия) неустойчивый тип погоды. Данные характеристики климата негативно влияют на растения, произрастающие в Витебском регионе. В свою очередь растения выработали механизм действия антиоксидантной системы который препятствует окислительному стрессу.

Лечебное действие некоторых видов растений известно с древних времен. К использованию целительных трав люди приходили инстинктивно или длительным путем проб и ошибок. И любой образованный человек знает, что растения содержат так называемые действующие вещества – разнообразные по своему строению и составу сложные органические соединения. В настоящее время растительное сырью широко захватывает просторы таких сфер, как косметология и медицина. Например, растительное сырье используется при изготовлении различных лекарственных препаратов.

На данный момент нами определены показатели ферментативной и неферментативной антиоксидантной системы биомассы дикорастущих и раннецветущих растений (ферменты – каталаза, пероксидазы, супероксиддисмутаза, глутатионредуктаза; низкомолекулярные компоненты – аскорбиновая кислота, глутатион, пролин, каротиноиды, флавоноиды, токоферол, аминокислоты, пептиды и др.) доказывающие экономическую выгоду использования биомассы растений для изготовления препаратов.

УДК 617.5-089

СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ ОПЕРАЦИОННОГО ПОЛЯ В ПРЕДДВЕРИИ ПОЛОСТИ РТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УСТРОЙСТВА

Кончак В. В., Ядевич И. В., Черченко Н. Н.
Белорусский государственный медицинский университет
e-mail: vladislav.tiomnyj@gmail.com

Summary. *Modeling of wounds in the vestibule of the oral cavity was made on plaster models. The research method was the experimental testing of the instrument. The scope of the device was determined.*

Поражения тканей преддверия полости рта могут быть различными по этиологии (травматические, опухолевые, язвенные, катаральные, гипертрофические и др.), в связи с чем возникает необходимость в оптимальном доступе к месту повреждения для корректной его ревизии, а также для лечения.

При организации операционного поля в мягких тканях челюстно-лицевой области зачастую используется группа инструментов – ретракторов, представленных одно- и двухсторонними роторасширителями, и изогнутые по плоскости шпатели, а также хирургические крючки Фолькмана и Фарабефа. Последние используют для разведения краев раны, образованной рыхлыми, богато васкуляризированными тканями: мышцами; подкожно-жировой клетчаткой. Они могут быть использованы и при необходимости отведения в сторону сосудисто-нервного пучка или его составляющих. Однако, используя вышеописанные инструменты, для проводимой манипуляции требуется ассистент, который будет выполнять ретракцию мягких тканей. Целью данного исследования была разработка инструмента для ретракции мягких тканей преддверия полости рта.

Было произведено моделирование ран в преддверии полости рта на гипсовых моделях. Методом исследования являлась экспериментальная апробация инструмента. Была определена область применения устройства.

Устройство изготавливается из стандартного для хирургических инструментов материала – стали марки 316L (03Х17Н14М3 по ГОСТ) путем штамповки проволочной заготовки, проточки и нанесения резьбы на детали с их последующей полировкой.

Используют устройство следующим образом. Посредством вращения винтового фиксирующего регулятора устройство адаптируют к анатомическим особенностям пациента, вводят в полоть рта, устанавливают назубные фиксирующие элементы над 6-ми и 7-ми зубами. Вестибулярную дугу для ретракции подводят под мягкие ткани в области операционной раны. Затем врач нажимает на фиксирующие скобы большими пальцами рук, дугообразные перемычки раздвигаются, после чего скобы устанавливают ниже экватора коронок опорных 6-х и 7-х зубов, что обеспечивает надежную фиксацию устройства к зубам. Фиксация осуществлена, после которой обеспечивается надежная ретракция мягких тканей в области манипуляционного поля. При этом после установки устройства путем вращения винтового регулятора возможно изменение геометрии операционного поля за счет увеличения или уменьшения отодвигаемого массива мягких тканей.

При экспериментальном применении устройство показало хорошие результаты в аспекте отведения мягких тканей и организации манипуляционного поля. При этом отсутствовала необходимость в удержании массива тканей в области операционного поля ассистентом, что позволяет оптимизировать ход оперативного вмешательства.

Предлагаемое устройство для ретракции мягких тканей преддверия полости рта обладает следующими полезными свойствами: простота в изготовлении, обслуживании и в работе; конструктивное исполнение позволяет адаптировать инструмент под конкретного пациента; изменять размеры манипуляционного поля; устройство не требует специальных мероприятий по стерилизации.

УДК 663.969+615.453.87

НОВЫЕ НАЦИОНАЛЬНЫЕ НАПИТКИ БОГАТЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Курасова Л. Д., Кругликова Н. А.
Белорусский государственный технологический университет,
Национальный детский технопарк
e-mail: larisakurasova99@gmail.com

Summary. *The article presents the results of the development of new compositions of herbal tea. Both official medicinal plant materials (Hypericum perforatum L., etc.) and non-traditional ones (Lavandula angustifolia Mill., Fagopyrum esculentum Moench, Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott, Epilobium angustifolium L., etc.) were used.*

У каждого народа исторически сложились свои кулинарные традиции и имеются свои традиционные напитки. Когда говорят «саке» – все представляют Японию, «водка» – Россию, «шнапс» – Германию, «рецина» – Грецию и т. д. Есть такие же национальные напитки и в Беларуси, например, «крамбамбуля». Однако все выше перечисленные напитки являются алкогольными. Так как в настоящее время все больше внимания уделяется поддержанию здоровья нации, на передний план выходят традиционные безалкогольные напитки. К таким напиткам относится фиточай.

Фиточаи (лат. *phyton* – растение) – чайные напитки из растений, которые широко используются в качестве продуктов питания, а также обладают не только хорошими органолептическими, но и целебными свойствами, в зависимости от состава растительной композиции.

Необходимо отметить, что публикаций, посвященных изучению растений и содержащихся в них биологически активных веществ, с каждым годом становится все больше. Ежегодно линейка фиточайной продукции дополняется новыми композициями.

Наше исследование было направлено на разработку новых композиций фиточая, с использованием как лекарственного растительного сырья, так и растений не являющихся официальным лекарственным сырьем, но давно нашедших применение в народной медицине.

На первом этапе нами были изучены фиточайные композиции, представленные на отечественном рынке. Составлен список трав, используемых в настоящее время, выделены наиболее часто встречающиеся растения, определены основные направления их воздействия на организм человека. В табл. 1 представлена небольшая часть полученных результатов. Затем было проанализировано разнообразие растительного мира Беларуси. И, наконец, собраны данные по содержанию биологически активных веществ в отобранном растительном сырье.

Таблица 1 – Растения, встречающиеся в композициях фиточая для поднятия иммунитета

Растение	Свойства		
	иммуностимулирующие	противомикробные	противовоспалительные
Алоэ ядревовидное	+	+	+
Бадан толстолистный		+	+
Береза повислая		+	
Бессмертник песчаный	+	+	
Брусника обыкновенная	+	+	+
Бузина черная	+	+	+
Девясил высокий	+		+
Душица обыкновенная	+	+	+

На втором этапе из шестнадцати отобранных на первом этапе растений были выбраны двенадцать (критерии отбора: совместимость, качественное и количественное содержание биологически активных веществ): брусника обыкновенная, душица обыкновенная, зверобой продырявленный, липа сердцевидная, мелисса лекарственная, мята перечная, тысячелистник обыкновенный, шалфей лекарственный, шиповник майский, рябина черноплодная, гречиха посевная, лаванда узколистная. Данные растения являются совместимыми, остальные четыре проявили частичную или полную несовместимость в связи с содержанием специфических компонентов и биологически активных веществ, которые в сочетании с компонентами других растений проявляют себя как антогонисты.

На третьем этапе на основе отобранных растений разработали композиции фиточаев и провели их органолептический анализ (критерии анализа: цвет, запах, вкус). В табл. 2 представлены несколько вариантов разработанных композиций с результатами органолептического анализа и выводами.

Таблица 2 – Результаты органолептического анализа разрабатываемых композиций

Композиция	Цвет	Запах	Вкус	Выводы
№ 1 Брусника Душица Липа Мелисса Мята Шиповник	Светло-желтый, ненасыщенный, мутный	Сладковатый, медовый, преобладает характерный запах мяты	Травянистый, кисловатый	Шиповник и липа приглушают насыщенный цвет брусники, а также придают специфический травянистый, кисловатый вкус, который не сочетается с другими травами
№ 5 Брусника Зверобой Душица Мелисса Мята Тысячелистник	Насыщенный оранжевый	Сладковатый с преобладанием мяты мелиссы	Сладкий, свежий	Зверобой и тысячелистник придают сладкий вкус, мята – свежесть, брусника – красивый оранжевый цвет, душица в сочетании с мелиссой придают сладковатый аромат
№ 6 Лаванда Гречиха Арония	Розовый, насыщенный, прозрачный	Сладковатый, легкие ноты лаванды	С легкой терпкостью	Лаванда придает вкусу напитка свежесть, терпкость аронии не ощущается, благодаря предварительной подготовке ягод

На четвертом этапе исследований у композиции, которые показали лучшие органолептические качества, определили ряд фармакогностических показателей (табл. 3).

Таблица 3 – Некоторые фармакогностические показатели композиции №5

Показатель	Значение
Насыпная плотность, г/см^3	0,036±0,002
Фракционный состав	3 мм > 60 %
Влажность, %	8,59±0,23
Зольность, %	2,97±0,18
Дубильные вещества, %	2,26±0,01
Флавоноиды, %	1,15±0,02
Антоцианы, %	0
Аскорбиновая кислота, %	2,16±0,10

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что данная композиция фиточая за счет высокого содержания аскорбиновой кислоты и флавоноидов (в частности, квертецина) обладает иммуностимулирующей активностью.

УДК 666.295.7

ЦЕРИЙСОДЕРЖАЩИЕ ГЛАЗУРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ КЕРАМОГРАНИТА

Кучерова Д. В., Голуб А. О., Левицкий И. А.
Белорусский государственный технологический университет
e-mail: kucherova.11.09@internet.ru

Summary. *The results of the glazed semi-fritted coatings formation using cerium oxides as opacifying agents, for glazing ceramic tiles we presented. It was determinate decorative characteristics and physic-chemical properties of coatings formed at a firing temperature of 1200±2 °C for 60±2 min.*

Получение глушеных глазурей практически на всех производствах при изготовлении керамических плиток обеспечивается введением в состав покрытий от 5 до 12 мас. % оксида циркония (IV), который является наиболее известным глушителем. Хранение и использование такого рода материала требует соблюдения особых мер безопасности, ввиду высокого уровня радиации цирконийсодержащих материалов. В промышленности соединения циркония используются в различных областях, однако ограничение использования его вызвано также высокой стоимостью цирконийсодержащих материалов на мировом рынке.

В связи с этим актуальны исследования составов глазурных покрытий, направленные на поиск эффективных глушителей для получения глазурей белого цвета.

Известно, что использование в качестве глушителя оксида церия (CeO_2) обеспечивает устойчивое глушение стекол и фриттованных стекловидных покрытий [1, 2].

Керамогранит, используемый для исследований, обжигается при температуре 1200±5 °С, продолжительность процесса обжига 60±2 мин и для его производства применяются полуфриттованные составы глазурного покрытия. Выбранный в работе состав покрытия включает следующие составляющие, мас. %: фритту прозрачной глазури марки 2/154 – 20,0–42,5; доломитовую муку класса 4 марки А 17,5–20,0 и диоксид церия 5,0–15,0. Постоянными компонентами, сумма которых составляла 45 мас. %, при установленном в исследовании соотношении, являлись глинозем NO–105; кварцевый песок марки ОВС–050; глина «Гранитик–Веско»; полевой шпат ПШС–0,02–21. Интервал шага содержания компонентов составлял 2,5 мас. %.

В составе глазурных суспензий использовалась фритта, синтезированная в оксидной системе $CaO–MgO–Al_2O_3–B_2O_3–SiO_2$. Варка фритты обеспечивалась в газопламенной печи при температуре 1450±10 ºС. Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) ее составляет $67,2 \cdot 10^{-7} K^{-1}$, температура размягчения – 580 ºС.

Приготовление глазурной суспензии производилось мокрым помолом сырьевых материалов в шаровой мельнице Speedy (Италия) при влажности суспензии 32–35 % и тонины помола, определяемой остатком на сите №0063 в количестве 0,3–0,5 мас. % сырья. Плотность глазурного шликера составляла 1800–1820 кг/м^3.

Приготовленная суспензия выстаивалась в течение 3-х суток, а затем наносилась с помощью фильеры на поверхность высушенного до влагосодержания не более 2 % полуфабриката керамогранита. Далее образцы подсушивались при температуре 120±5 °С в течение 30 мин в лабораторном сушильном шкафу, а затем обжигались в промышленной конвейерной печи FMS–2950 при 1200±5 °С в течение 60 мин в промышленных условиях ОАО «Керамин».

Введение в состав 5,0 мас. % оксида церия обеспечивает получение полупрозрачного покрытия и недостаточную степень глушения. Кроме того при этом не формируется качественное покрытие из-за низкого содержания фритты и доломита, составляющих 20,0–25,0 мас. % и 17,5 мас. % соответственно. Высокая температура плавления CeO_2 обуславливает формирование глазури недостаточной растекаемости и каменистой матовости.

Белизна глазурных покрытий определялась количеством введенного ZrO_2 и не зависит от химического состава глазурной матрицы. Блеск сформированных церийсодержащих глазурей находится в широком интервале значений – 6–10 %. После увеличения содержания фритты и доломита до 42,5 и 20,0 мас. % соответственно, блеск глазурей повысился и составил 39–56 %, глазури относятся к полуматовым покрытиям.

Температурный коэффициент линейного расширения определялся с помощью электронного дилатометра DIL 402 PC фирмы «Netzsch» (Германия) в интервале температур 20–400 °С при постоянной скорости нагрева образцов в печи, составляющей 5 °С/мин. С увеличением содержания ZrO значения ТКЛР покрытия повышались и находились в интервале $(74,3–76,2) \cdot 10^{-7} K^{-1}$. Полуфабрикат керамогранита характеризовался ТКЛР, составляющим $76,8 \cdot 10^{-7} K^{-1}$.

Установлено, что степень глушения глазурного покрытия зависила, прежде всего, от значений показателя преломления диоксида церия, составляющего 2,0, и определялась разностью между показателем преломления стекловидной фазы и глушителя, а также отсутствием растворимости глушителя в расплаве глазури. Это позволяло заключить, что CeO_2 практически инертен по отношению к стекловидной фазе, а также не склонен образовывать с другими компонентами стекол новые кристаллические соединения, способствующие глушению.

Церийсодержащее глазурное покрытие не отличается также высокой растекаемостью, поскольку CeO_2 обладает неактивным поверхностным натяжением глазурного расплава и не обеспечивает высокую степень его разлива. Полученный результат совпадает с данными о влиянии оксида церия на характер поверхностного натяжения силикатных расплавов [1].

Истираемость глазурного покрытия, заглушенного оксидом церия, определялась для образцов с оптимальным его содержанием, составляющим 7,5 мас. % на абразиметре JSO-8 «Gabtec» (Италия). Степень их истираемости составляет 2 по ГОСТ 27180.

Рентгенофазовым анализом, выполненным на установке D8 ADVANCE Brucken (Германия) при CuK – излучении, установлено наличие кристаллической фазы церианита (CeO_2) и небольших количеств анортита ($CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$).

Результаты исследований показали возможность применения оксида церия в составах полуфриттованных глушеных глазурей для керамогранита.

Список использованных источнков

1. Аппен, А. А. Химия стекла / А. А. Аппен. – Л.: Химия, 1970. – 352 с.

2. Штейнберг, Ю. Г. Стекловидные покрытия для керамики / Ю. Г. Штейнберг, Э. Ю. Тюрн. – Л.: Стройиздат, 1989. – 192 с.

УДК 616.71;615.4

3D ПЕЧАТЬ АЛЬГИНАТНЫМ ГЕЛЕМ С ГИДРОКСИАПАТИТОМ

Лазнев К. В. [1], Авдеева Е. В. [1], Матиевский К. А. [2], Мусская О. Н. [3], Крутько В. К. [3]
[1]Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси,
[2]Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси,
[3]Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси
e-mail: avdeeva.katerina86@mail.ru

Summary. *For regenerative medicine, a paste for 3D printing of tissue-engineered frames based on sodium alginate and hydroxyapatite has been obtained, which combines the advantages of both materials. The optimal content of hydroxyapatite in a paste based on alginate gel is 25–33 %. With an increase in the concentration of alginate in the gel from 3 % to 5 %, the rheological properties of the paste improve: viscosity and heterogeneity decrease.*

Восстановление костных дефектов остается серьезной проблемой в клинических условиях и требует костных трансплантатов или материалов, заменяющих кость. С развитием индустрии 3D печати было создано большое количество тканеинженерных каркасов для доклинических и клинических применений с использованием новых материалов и инновационных технологий. Однако существующие биоматериалы часто не отвечают клиническим требованиям структурной поддержки, остеоиндуктивных свойств и контролируемой биоразлагаемости. Коммерческие материалы для FDM-печати, такие как PLA (полимолочная кислота) и ABS (акрилонитрил бутадиен стирол), не соответствуют фазовому составу костных тканей человека. Синтетические материалы на основе гидроксиапатита исключают возможность возникновения инфекционных заболеваний (актуально в случае использования трансплантатов), позволяют регулировать скорость резорбции за счет особенностей синтеза, различных замещений фосфатных и гидроксильных групп в структуре апатита. Гидроксиапатит при взаимодействии с окружающими костными тканями способен постепенно высвобождать ионы Ca^{2+} и PO_4^{3-}, что позволяет использовать его для замещения дефектов костной ткани. Однако кальцийфосфатные материалы обладают малой механической прочностью, медленной резорбцией в тканях организма. Применение альгината натрия в качестве основного компонента при создании универсальных носителей клеточных структур позволяет выращивать живые клетки на поверхности и в объеме напечатанного образца и придает материалам эластичность и прочность. Модифицирование природных и синтетических материалов на основе полимеров является многообещающим подходом к созданию новых тканеинженерных каркасов, которые сочетают в себе преимущества обоих материалов и отвечают различным требованиям, включая биологическую активность, механическую прочность, простоту изготовления и контролируемую деградацию.

На 3D-принтерах Wanhao Duplicator 4S, оснащенном гелевым экструдером (механическая подача геля) и CELLINK (пневматическая подача геля) проведена опытная печать пастой на основе альгинатного геля с порошковым наполнителем – гидроксиапатитом (размер частиц менее 80 мкм). Массовая доля гидроксиапатита в объеме пасты составляла от 10 % до 50 %, концентрация альгината натрия в геле – 3 % и 5 %. Печать велась на целлюлозной подложке (фильтровальной бумаге), пропитанной 0,5 М водным раствором $CaCl_2$. Толщина слоя образца составляла 0,5 мм, скорость печати – 5 мм/с, скорость экструзии – 1,25 мкл/с, максимальное количество слоев образца – 6, каждый слой закреплялся поливом 0,05 М водным раствором $CaCl_2$.

Оптимальное содержание гидроксиапатита в пасте на основе альгинатного геля составляет 25–33 %, при котором обеспечивается удовлетворительное воспроизведение моделей до 5 слоев. С увеличением концентрации альгината в геле от 3 % до 5 % улучшаются реологические свойства пасты: уменьшаются вязкость и неоднородность, вероятно, за счет уменьшения соотношений гидроксиапатит/альгинат и Ca^{2+}/альгинат. Срок хранения паст до частичного расслоения составляет около 2 суток. Полученные модели после высыхания характеризуются значительной объемной усадкой (до 30–50 %), что является важным при выборе условий печати образцов больших размеров и сложной формы.

Работа выполнена при финансовой поддержке ГПНИ «Создание с использованием 3D печати тканеинженерных конструкций на основе стволовых и прогенериторных клеток и биосовместимых носителей, сохраняющих высокую жизнеспособность и функциональную активность in vivo и in vitro», 2021–2025 гг.

ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия» по заданию 2.1.04.7 «Функционализация нанокомпозиционных материалов на основе кальцийфосфатов в условиях взаимодействия с синтетическими полимерами и биополимерами», 2021–2025 гг.

УДК 614.2

РАЗВИТИЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В КИТАЕ

Луговская И. С.
ГНУ «Институт экономики НАН Беларуси»
e-mail: irina.lugovskaya95@gmail.com

Summary. *China has great potential for the introduction of telemedicine. Further development of telemedicine will serve as the basis for modernizing the provision of medical care to citizens. The development of telemedicine based on the improvement of remote medical care for the population, the large-scale use of information and communication technologies which are aimed at accelerating the diagnostic and treatment process. However, the telemedicine industry in China has not yet developed a mature business model, keeping some problems such as unclear pricing policies, unequal payment systems, and large disparities in medical care in different locations.*

Всемирная организация здравоохранения определяет телемедицину как «предоставление медицинских услуг, при которых пациенты и поставщики услуг находятся между собой на расстоянии. Телемедицина использует информационные и коммуникационные технологии для обмена информацией для диагностики и лечения заболеваний и травм, проведения исследований и оценки, а также для непрерывного образования медицинских работников».

Развитие телемедицины в Китае берет свое начало в 1980-х годах. В 1986 году судоходная компания Гуанчжоу провела с помощью телеграфа трансморскую консультацию для пациентов скорой помощи на океанском грузовом судне, что послужило началом телемедицинской деятельности в Китае. В 1997 году в Китае была официально открыта медицинская сеть Jinwei для предоставления удаленных консультаций, которые проводились в режиме реального времени и динамичных телевизионных консультаций в прямом эфире для пациентов с тяжелыми заболеваниями.

За последнее десятилетие произошли значительные изменения в глобальной демографии. Старение населения, более высокая распространенность хронических заболеваний и, как следствие, увеличение расходов на здравоохранение повлекли за собой изучение новых подходов к предоставлению медицинских услуг. Телемедицина является ключевым компонентом этой трансформации здравоохранения, в связи с чем медицинские учреждения всех уровней в Китае начали ее исследовать и развивать. Это позволило здравоохранению выйти за рамки традиционных сфер, подключить поставщиков медицинских услуг к ранее труднодоступным демографическим группам и отдаленным сообществам, так как доступность недорогих телемедицинских услуг в первую очередь необходима для поддержки предоставления медицинских услуг сельскому населению Китая. На сегодняшний день в Китае функционирует свыше 1 600 центров телемедицины.

Национальное здравоохранение Китая и Комиссия по планированию семьи курирует цифровое здравоохранение, «информатизацию» здравоохранения и телемедицину.

В 2014 г. Комиссия выпустила нормативно-правовую базу для телемедицины. В июле 2018 года Комиссия опубликовала спецификацию управления услугами телемедицины (для пробной реализации), в которой особое внимание уделялось «платформам согласования медицинских услуг» и «прямой координации» между медицинскими учреждениями. В руководстве изложен ряд требований, которым должны следовать медицинские работники, пациенты и поставщики платформ, чтобы обеспечить справедливое и прозрачное использование цифровых медицинских платформ для оказания медицинских услуг. В соответствии с руководством медицинские учреждения должны четко разъяснять медицинские услуги и связанные с ними сборы, а также получать письменное согласие каждого пациента (или опекуна или родственника) на получение услуги. Пациенты также должны предоставить согласие при предоставлении своей личной информации. Руководство также требует, чтобы медицинское учреждение заключило соглашение о сотрудничестве в области телемедицины (которое обеспечивается электронными подписями) с поставщиком платформы здравоохранения.

Кроме того, Всекитайское собрание народных представителей одобрило Закон о содействии базовому медицинскому обслуживанию и медико-санитарной помощи, демонстрирующий правовую основу для обмена медицинской информацией, телемедицинских услуг и систем безопасности, который вступил в силу 1 июня 2020 года.

В начале 2020 года, во время вспышки COVID-19, телемедицина в Китае получила более широкое применение и развивалась при поддержке технологии 5G. Благодаря технологии 5G были расширены сценарии применения телемедицины, такие как удаленное ультразвуковое исследование, удаленная хирургия, мобильные обходы палат, удаленный мониторинг, удаленные консультации и удаленная первая помощь. Пандемия также способствовала строительству телемедицинских платформ в Китае на базе больниц, которое достигло нового пика в феврале 2020 года: за один месяц было построено 65 телемедицинских платформ на базе больниц.

Также, была принята программа экономического и социального развития «Здоровый Китай до 2030 г.», которая делает упор на продвижение научных и технологических инноваций в области здравоохранения, укрепление здоровья во всех стратегиях и расширение сектора здравоохранения.

Так, Китай использует большие данные для расширения онлайн-услуг телемедицины, включая дистанционное наблюдение и консультации по вопросам здравоохранения, а также изучение офлайн-услуг для тех, кто испытывает трудности с использованием цифровых технологий, таких как пожилые люди, дети и инвалиды. Тем не менее, индустрия телемедицины в Китае еще не развила зрелую бизнес-модель, сохраняя некоторые проблемы, такие как нечеткая политика ценообразования, неравные системы оплаты и большие различия в медицинском обслуживании в разных местах. Кроме того, основная проблема телемедицины заключается в том, что медицинским работникам легко пропустить симптомы, которые можно диагностировать только в условиях «лицом к лицу», что делает поставщиков медицинских услуг уязвимыми для исков о халатности и страхового покрытия. В то же время пациенты также склонны к неправильной диагностике или пропуску диагноза.

УДК 579.61+615.28

АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ БЕЛАРУСИ

Мошкова А. О., Косило А. Ю.
Белорусский государственный технологический университет
e-mail: mho.2001.07.06.12@mail.ru

Summary. *The article presents the results of determining the antimicrobial activity of Vaccinium oxycoccos, Hypericum perforatum, Sedum telephium and etc.*

Лекарственное растительное сырье и полученные из него продукты могут использоваться только при условии соответствия всем нормам и требованиям. Для этого необходимо провести комплексный анализ сырья, включающий фармакогностический (фитохимический, товароведческий, макро- и микроскопический), химический анализы. Только в сочетании все эти методы могут дать полное представление о качестве сырья и его пригодности для использования.

Антимикробные свойства, в частности дикорастущих растений, изучены в настоящее время еще недостаточно полно. Не выясненными остаются вопросы о влиянии антимикробных веществ отдельных растений при их использовании, не полностью изучено действие данных веществ на микрофлору желудочно-кишечного тракта, а также о влиянии на рост и развитие организма в целом. Только глубокие знания свойств антимикробных веществ дадут возможность широко и повсеместно использовать их, в частности при разработке рационов питания для всех групп населения.

Для изучения антимикробных свойств растительного сырья, широко предсталенного на территории Беларуси, использовали: ягоды клюквы (*Vaccinium oxycoccos,* сбор – сентябрь 2022 г.), листья брусники (*Vaccinium vitis-idaeae*, сбор – осень 2021 г.), трава зверобоя обыкновенного (*Hypericum perforatum,* сбор – июль 2022 г.), листья черной смородины (*Ribes nigrum,* сбор – сентябрь 2022 г.), трава очитка обыкновенного (*Sedum telephium,* сбор – сентябрь 2022 г.).

Антимикробные свойства сырья растительного изучали по отношению к коллекционным штаммам кафедры биотехнологии – *Escherichia coli* и *Pseudomonas fluorescens.*

В качестве испытуемых образцов использовали: отвары брусники и зверобоя; сок ягод клюквы; настойки (спиртовые, 65 %) брусники, смородины, зверобоя, очитка.

Положительный результат (наличие зоны отсутствия роста микроорганизмов) из испытуемых образцов показали сок ягод клюквы, настойка зверобоя и настойка очитка. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты изучения антимикробных свойств образцов растительного сырья

Образец	Зона задержки роста, мм	
	E. coli	*Ps. fluorescens*
Сок ягод клюквы	14	13
Настойка зверобоя	8	7
Настойка очитка	12	11

Наибольшие антимикробную активность по отношению к изучаемым штаммам продемонстрировал образец сока ягод клюквы. Это объясняется высокой кислотностью (органические кислоты – бензойная и хлорогеновая кислоты) клюквенного сока по сравнению с другими образцами. Настойка очитка также проявила хорошую антимикробную активность, что дает нам возможность в дальнейшем использовать данное растение для разработки препаратов обладающих антимикробной активностью.

УДК 577

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕНТОЛА И ЕГО ИЗОМЕРОВ В МЕНТОЛСОДЕРЖАЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТАХ

Орлов Р. В.
Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова
e-mail: romanorlovchem@gmail.com

Summary. *The paper considers the possibility of determining the content of menthol and its isomers in drugs using gas chromatographic retention indices. The chromatographic parameters of n-alkanes (C_5–C_{12}, C_{14}) were determined to establish the retention indices by graphic and calculation methods. The retention indices of the components of the studied drugs were determined.*

Ментол (от лат. *Mentha* – мята) – органическое вещество, важный вторичный метаболит растений семейства яснотковые, получают синтетически или выделяют из мятного эфирного масла. Существует 8 изомеров с довольно близкими свойствами. Широко используется в пищевкусовой промышленности и в медицине.

Газовая хроматография является одним из наиболее успешно применяемых методов исследования многокомпонентных смесей органических соединений, характеризующийся высокой специфичностью и чувствительностью, а также хорошей воспроизводимостью результатов. Одним из способом идентификации неизвестных компонентов многокомпонентных смесей органических соединений может быть использование газохроматографических индексов удерживания. Индекс удерживания Ковача соединения является его важнейшей физико-химической характеристикой.

Объектами исследования были смесь алканов неразветвленного строения: C_5H_{12}–$C_{12}H_{26}$, $C_{14}H_{30}$; спиртовой раствор химически чистого ментола; ментолсодержащие лекарственные препараты: «Рузана», «Корвалол», «Мята перечная».

Определение индивидуальных веществ и их смесей, а также анализ смеси алканов проводили методом газовой хроматографии на хроматографе Хроматэк Кристалл-5000 с пламенно-ионизационным детектором и кварцевой капиллярной колонкой CR FFAP длинной 50 м, внутренним диаметром 0,32 мм, с неподвижной фазой – пленка сополимер полиэтиленгликоля с 2-нитротерефталевой кислотой; толщина пленки – 0,5 мкм (производитель «Хроматек», Россия). Хроматографирование проводили в изотермическом режиме при следующих параметрах: температура термостата – 110 °C; температура испарителя и детектора – 230 °C; расход газа-носителя составлял, см^3/мин: 30, водорода – 20, воздуха – 200. Ввод пробы осуществлялся с делением потока газа-носителя (коэффициент деления 1:40). Объем вводимой пробы составлял 1 мкл.

Обработка результата проводилась с использованием программного обеспечения «Хроматэк – Аналитик 3.0». Базы данных с результатами исследования формировались с использованием MS Excel и проводились расчеты индексов удерживания в соответствии с известными способами.

Для расчета индексов удерживания (RI) необходимо знать приведенное время удерживания, которое рассчитывается с помощью нахождения значения мертвого времени, которое было посчитано с помощью анализа смеси алканов (C5–C12, C14).

При выбранных условиях хроматографирования на полярной кварцевой капиллярной колонке смесь алканов разделяется полностью. Хроматографические характеристики разделения смеси алканов позволили рассчитать необходимые данные для дальнейших расчетов индексов удерживания такие как мертвое время, которое составило 4,148 мин, и приведенные времена удерживания алканов.

Для определения индексов удерживания использовали графический и расчетный способы. Графический способ вычисления индексов удерживания основывается на построении графической зависимости логарифма приведенного времени удерживания углеводородов от количества атомов углерода в них. На основании данных, полученных при анализе смеси алканов, была построена соответствующая графическая зависимость. Величина достоверности аппроксимации на полученном графике составила (R^2 = 0,9999). Таким образом, получили тангенс угла наклона прямой, равный 0,2374. Зная тангенс угла наклона, были рассчитаны индексы удерживания компонентов лекарственных препаратов. Результаты представлены в табл. 1. Хроматографические параметры полученных пиков лекарственных препаратов были использованы для расчета приведенных времен удерживания, для точной идентификации ментола был проведен хроматографический анализ его спиртового раствора, рассчитаны обоими способами его индексы удерживания, которые также приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Индексы удерживания компонентов лекарственных препаратов, определенные расчетным и графическим методами.

N n/n	Экспериментально определенное время удержива-ния, мин (t)	Приведенное время удерживания, мин,(t')	Индекс удерживания, определенный расчетным методом (RI)	Индекс удерживания, определенный графическим методом (RI)	Предпола–гаемый компонент[1]
Спиртовой раствор ментола					
1	33,013	28,865	1612	1611	Ментол
Рузана					
1	32,525	28,377	1610	1611	Ментол
Корвалол					
1	32,812	28,664	1611	1611	Ментол
Мята перечная					
1	4,973	0,825	953	952	Изобутил-формиат
2	5,704	1,556	1067	1067	Диизопентиловый эфир
3	6,655	2,507	1154	1155	Этилбутил-кетон
4	8,000	3,852	1234	1234	Этилтиглат
5	8,331	4,183	1249	1250	Гептан-4-ол
6	20,076	15,928	1501	1501	Уксусная кислота
7	20,891	16,743	1510	1511	Карвоментон
8	21,781	17,633	1520	1520	Туйилацетат
9	25,757	21,609	1557	1556	Ацеталь
10	28,527	24,379	1579	1579	Цис-н-мент-2-ен-1-ол

Окончание табл. 1

11	34,085	29,937	1619	1620	Аромаденд-рен
7	20,891	16,743	1510	1511	Карвоментон
8	21,781	17,633	1520	1520	Туйилацетат
9	25,757	21,609	1557	1556	Ацеталь
10	28,527	24,379	1579	1579	Цис-н-мент-2-ен-1-ол
11	34,085	29,937	1619	1620	Аромаденд-рен

Как видно из представленных данных в лекарственных препаратах «Рузана» и «Корвалол» удалось идентифицировать только ментол, а в лекарственном препарате «Мята перечная» обнаружено 11 эфирных компонентов включая изомеры ментола – карвоментон и цис-н-мент-2-ен-1-ол.

Список использованных источников

1. Индексы удерживания компонентов эфирных масел [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://viness.narod.ru/ret_ind.htm. – Дата доступа: 29.09.2022.

УДК: 617-089

ОРГАНОСБЕРЕГАЮЩИЙ МЕТОД ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ (ИНТРАПЛЕВРАЛЬНОЕ ИССЕЧЕНИЕ НАРУЖНОЙ СТЕНКИ ПОЛОСТИ И УШИВАНИЕ ДРЕНИРУЮЩИХ БРОНХОВ) У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМИ ПОЛОСТНЫМИ ОБРАЗОВАНИЯ ЛЕГКИХ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ

Орлова И. В.

Республиканский научно-практический центр пульмонологии и фтизиатрии,

Белорусская медицинская академия последипломного образования

e-mail: aniriova@list.ru

Summary. *The article presents the results of a retrospective analysis of the treatment of 79 patients with common chronic destructive pulmonary diseases of an inflammatory nature (tuberculous cavities, chronic abscesses), who underwent organ-saving surgery.*

Наиболее частыми причинами возникновения деструкций легочной ткани являются туберкулез и хронический абсцесс легких.

В настоящее время установлено, что в туберкулезных кавернах помимо персистирования специфической туберкулезной инфекции с течением времени неизбежно происходит колонизация неспецифической микрофлоры. Это является одной из важнейших причин периодических обострений сложного генеза с медленным гематогенным, лимфогенным, бронхогенным распространением туберкулезного процесса. Остановить прогрессирование, предотвратить развитие осложнений и риски неблагоприятных событий в жизни пациента возможно при устранении каверны путем хирургического лечения.

Методом выбора для радикального излечения хронических деструктивных процессов в легких является применение хирургических вмешательств резекционного типа: пульмонэктомия, лобэктомия, сегментарная резекция легкого. При ограниченных деструктивных процессах у пациентов, имеющих достаточные дыхательные резервы, эти операции широко применяются во всех торакальных клиниках и дают хорошие результаты.

Однако, достаточно часто поражаются несколько сегментов одного легкого, либо патологические изменения носят двусторонний характер. При распространенных деструктивных поражениях легких дыхательные резервы, как правило, ограничены, что создает противопоказания к резекционным методам хирургического лечения. Неизбежным недостатком данного вида лечения является удаление не только пораженных участков легкого, но и соседних с ними участков функционирующей легочной тканью.

Нами была разработана методика щадящего устранения внутрилегочной полости с ушиванием дренирующих полость бронхов. Суть предлагаемой методики ушивания бронхов, дренирующих внутрилегочную полость состоит в том, чтобы лигатура, перекрывающая бронх, оказалась непосредственно вокруг стенки бронха, на глубине 0,4–0,5 см от устья бронха.

Нами проанализирована результаты лечения 79 пациентов с хроническими полостными образованиями в легких. По типу заболевания они были разделенные на 2 группы: I группа – 51 пациент с фиброзно-кавернозным туберкулезом, из них – 49 мужчин и 2 женщины в возрасте от 22 до 58 лет; продолжительность болезни составляла от 2 до 12 лет. Исходной клинической формой у 26 (50,98 %) пациентов являлся инфильтративный туберкулез, диссеминированный туберкулез отмечался у 24 (47,06 %), очаговый – у 1 (1,96 %).

Во II группу были включены пациенты с хроническим абсцессом – 28 человек, все мужчины в возрасте от 29 до 56 лет (табл. 1).

Таблица 1 – Структура проанализированных случаев, в которых было применено органосберегающее хирургическое лечение

Характер заболевания	Мужчины	Женщины	Излечено	Умерло
Туберкулез	49	2	49	2
Хронический абсцесс	28		28	
ВСЕГО	77	2	77	2

У исследуемых нами 51 пациента с туберкулезом легких не был достигнут планируемый конечный результат консервативного лечения. Периоды улучшения сменялись обострениями, при каждом из которых прослеживалось нарастание патологических изменений.

Хирургические вмешательства направленного воздействия на каверны с целью их устранения создают условия для стабилизации туберкулеза и прекращения обострений, что подтвердилось результатами лечения. Так, излечение достигнуто у 49 (96,1 %) пациентов, летальный исход отмечен у 2 (3,9 %). Неблагоприятный исход наступил вследствие возникновения трудно прогнозируемых осложнений, устранить которые не удалось – тромбоэмболия левой венечной артерии сердца и тромбоэмболия легочной артерии.

Исходно у исследуемых пациентов с хроническим абсцессом отмечалась субтотальная или тотальная пневмония. На фоне лечения сформировалась патологическая внутрилегочная полость с непрекращающимся латентно текущим хроническим воспалением. Применение органосберегающей методики позволило достичь желаемого результата излечения, не используя травматичные объемные вмешательства.

УДК 616-006:001.891.54

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОИНФОРМАТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОНКОГЕНОВ У ЧЕЛОВЕКА И МОДЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Пинчук П. Ю.
ВГУ имени П.М. Машерова
e-mail: polina_mileeva@mail.ru

Summary. *The purpose of this work is to search for oncogenes and identify their homology in mouse (Mus musculus), pig (Sus scrofa) and mollusk (Biomphalaria glabrata) in relation to humans (Homo sapiens). To achieve this goal, a bioinformatic method was used. The results of the work allow us to recommend the studied animals as model organisms for the study of carcinogenesis and biomedical research.*

Онкогены – это мутантные протоонкогены, изменение функции или экспрессии которых приводит к аномальной стимуляции клеточного деления и пролиферации. Опухоли возникают от вирусных инфекций и как следствие мутаций, происходящих случайно или под действием химических канцерогенов или облучения. Так, в современной онкологии различают вирусные онкогены, клеточные онкогены, гены супрессоры и гены апоптоза. При использовании базы данных UniProt были отобраны 8 онкогенов: TP53, RB1, PTEN, ATM, WT1, APC, CDKN2A, RET.

TP53 – ген-супрессор опухолевого роста расположен в 17-й хромосоме и кодирует белок p53. Соматические мутации гена TP53 встречаются при большинстве злокачественных новообразований человека, а наследственные мутации TP53 предрасполагают к развитию широкого спектра ранних онкологий (синдром Ли – Фраумени). Ген RB1 расположен в 13-й хромосоме и кодирует белок ретинобластомы 1. Этот белок контролирует транскрипцию генов, ответственных за клеточную пролиферацию. Отсутствие или дисфункция белка RB1 приводят к сбою в регуляции деления клетки, что провоцирует ее опухолевую трансформацию. Ген PTEN, супрессор опухолевого роста, расположен в 10-й хромосоме и кодирует липидную фосфатазу, которая подавляет формирование серин/треонинкиназы и блокирует гиперактивацию фосфоинозитид-3-киназного пути. Таким образом фермент помогает контролировать процессы пролиферации клеток и усиливать их апоптоз, блокируя неконтролируемое деление. Мутации гена PTEN ассоциированы с развитием синдрома Коудена, болезни Лермитт – Дуклос и синдрома Банаян – Райли – Рувалькаба. Ген ATM кодирует белок – серин/треониновую протеинкиназу. ATM-белок активируется при разрывах нитей ДНК и фосфорилирует несколько ключевых белков. Эти белки, в свою очередь, инициируют остановку клеточного цикла, запускают репарацию ДНК или апоптоз. Мутации в гене ATM являются причиной наследственного заболевания – атаксии-телеангиэктазии. Ген WT1 в норме располагается в 11-й хромосоме. Он кодирует одноименный белок WT1, который участвует в росте, созревании и запрограммированной гибели клеток. Особое значение ген WT1 представляет в эмбриональный период – через действия одноименного белка он участвует в созревании тканей мочеполовой системы, особенно почек и яичек/яичников. Ген APC расположен в 5-й хромосоме в регионе 5q22.2. APC является геном-супрессором опухолевого роста. Мутации в этом гене обнаруживаются у больных семейным аденоматозным полипозом кишечника. Ген CDKN2A является опухолевым супрессором, а кодируемые им белки регулируют клеточную пролиферацию. Мутации гена CDKN2A ассоциированы с различными формами рака, а также с некоторыми сердечно-сосудистыми заболеваниями. Ген RET кодирует белок – трансмембранный рецептор, который участвует в передаче сигналов внутрь клеток. Белок RET принадлежит к семейству рецепторов тирозин-протеинкиназы и необходим для нормального развития нескольких видов нервных клеток, включая кишечные нейроны и часть нервной системы, которая контролирует вегетативные функции организма, например частоту сердечных сокращений. Также этот белок необходим для нормального развития почек и сперматогенеза. Белок RET является протоонкогеном и может подвергаться онкогенной активации посредством цитогенетической перестройки или точечных мутаций.

Для изучения молекулярных механизмов развития онкологических заболеваний и разработки новых противораковых агентов крайне важны исследования, проводимые на модельных организмах. Одним из важнейших критериев отбора модельных организмов для человека является наличие родственных нуклеотидных последовательностей. Лабораторные мыши и крысы уже больше века остаются самыми излюбленными экспериментальными животными. Размер генома мыши составляет 2,5 млрд пар нуклеотидов и содержит 23 139 генов, кодирующих белки, а генетическое сходство ДНК мыши и человека составляет более 95 %. В данной работе для поиска и выявления гомологии онкогенов использовались аминокислотные последовательности мыши (*Mus musculus),* свиньи (*Sus scrofa*) и моллюска (*Biomphalaria glabrata*).

Для определения степени гомологии был осуществлен поиск аминокислотных последовательностей в базе данных UniProt человека и модельных организмов, их парное выравнивание в программе MEGA5 и определение степени гомологии исследуемых белков. Исследование мотивов и строения активных центров белков не входило в задачи данной работы.

В результате биоинформатического сравнения белков модельных организмов наиболее высокая степень гомологии характерна для свиньи (*Sus scrofa*): TP53 – 81,01 %, RB1 – 94,18 %, PTEN – 99,75 %, ATM – 88,39 %, WT1 – 97,77 %, APC – 94,17 %, CDKN2A – 100 %, RET – совпадений не найдено. Однако из-за низкого процента покрытия (14 %) информацию о гомологии белка, который кодирует ген CDKN2A нельзя считать достоверной. Полученные данные доказывают, что свинья является наилучшим модельным организмом для человека, однако эти животные дороги по стоимости и условиям содержания.

Поэтому был проведен сравнительный анализ белков человека и общепринятого модельного организма – мыши (*Mus musculus*): TP53 – 77,11 %, RB1 – 91,61 %, PTEN – 99,75 %, ATM – 83,93 %, WT1 – 96,89 %, APC – 90,02 %, CDKN2A – 72,06 %, RET – 82,62 %. Полученные данные доказывают, что мышь также является адекватным модельным организмом для человека, однако по этическим соображениям и стоимости широкое использование высших млекопитающих во всем мире постепенно сокращается. Поэтому актуальным остается поиск более простых и доступных организмов. Кандидатами на такую роль выступают легочные пресноводные моллюски, в частности *Biomphalaria glabrata*, геном которого аннотирован, и который является ближайшим родственным видом, распространенного моллюска в Республике Беларусь *Planorbarius corneus*. В результате сравнения у моллюска оказались относительно низкие показатели гомологии сравниваемых белков: TP53 – 39,62 %, RB1 – 30,19 %, ATM – 35,09 %, WT1 – совпадений не найдено, APC – 64,37 %, CDKN2A – совпадений не найдено, RET – 57,63 %. Белки, которые кодирует гены APC и RET низкий процент покрытия – 23 %, поэтому данные нельзя считать достоверными. Однако, для белка PTEN процент гомологии составляет 61,88 %, что свидетельствует о возможности достаточно высокой степени достоверности оценки идентичности первичных структур белков.

Таким образом, нельзя утверждать, что легочные пресноводные моллюски подходят на роль модельных организмов для изучения онкогенов у человека, поскольку данных полученным биоинформатическим методом недостаточно. Необходимо проведение лабораторных исследований для более точного результата.

УДК 636.2.082

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ОТБОРА ЖИВОТНЫХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХСЯ БОЛЕЕ ВЫСОКИМ ГЕНЕТИЧЕСКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПО ПРИЗНАКАМ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И ФЕРТИЛЬНОСТИ

Пирханов Г. Г., Жерносеков Д. Д.
Витебский государственный университет имени П.М. Машерова
e-mail: pirhanow1997@gmail.com

Summary. *The most economically important productive characteristics which are necessary for the effective development of the dairy industry are the following: milk yield, production of milk fat and protein, as well as fertility of dairy cows. With the development of technology, much attention is paid to cattle breeding programs based on molecular genetic research methods. In our study, the most important genes responsible for productivity and fertility were examined. The obtained data are planned to be used in experimental studies on the expression of productivity and fertility genes in dairy cows of Belarus.*

Экономическими важными признаками молочных коров является улучшение продуктивности и фертильности. Использование геномики позволяет улучшить отбор животных с необходимыми признаками. Преимущество метода гена-кандидата по сравнению с традиционным отбором состоит в том, что животных можно отбирать точно, в раннем возрасте, на основе признаков, которые трудно или дорого измерить. Обнаружение гена-кандидата зависит от интересующего фенотипа или признака. На основе анализа литературных данных мы выделили следующие ключевые гены-маркеры: гены, кодирующие молочную продуктивность среди которых важное место занимает ген казеина молока (*CASA1*). Полиморфизм этого гена влияет на содержание белка и жира в молоке; ген пролактина (*PRL*), который влияющий на надой молока; ген гормона роста (*IGF-1*), который выполняет ключевую роль при лактации. Ген лептина (*LEP*), который принимает участие в регуляции секреции пролактина [1]. Гены-кандидаты, связанные с фертильностью: ген плазменного белока-А2 (*PAPP2-A2*) и ген кальпастатина (*CAST*), ген *KALRN*, ген *LIF*. Фертильность – сложный признак, который частично регулируется геномном уровне. У молочных коров генетическая ценность в отношении фертильности и продуктивности отрицательно коррелирует в пределах 0,35–0,60 [2, 3]. Неблагоприятная генетическая корреляция между молочной продуктивностью и плодовитостью затрудняет одновременное повышение молочной продуктивности и плодовитости в животноводстве. Быстрое генетическое улучшение признаков молочной продуктивности у молочного скота сопровождалось снижением фертильности коров. Отчасти в результате значительное улучшение надоев молока за последние 40 лет сопровождалось снижением рождаемости.

Наиболее экономически важными продуктивными характеристиками, необходимыми для эффективного развития молочной промышленности, являются: надой молока, выработка молочного жира и белка, а также фертильность молочных коров. С развитием технологий большое внимание уделяется программам селекции крупного рогатого скота, основанным на молекулярно-генетических методах исследования. В нашем исследовании были рассмотрены наиболее важные гены, отвечающие на продуктивность и фертильность. Полученные данные планируется использовать в экспериментальных работах по изучению экспрессии генов продуктивности и фертильности у молочных коров Белоруссии.

Список использованных источников

1. Cai, Z., Guldbrandtsen, B., Lund, M.S. et al. Prioritizing candidate genes for fertility in dairy cows using gene-based analysis, functional annotation and differential gene expression. BMC Genomics 20, 255 (2019). https://doi.org/10.1186/s12864-019-5638-9

2. Ortega MS. Identification of genes associated with reproductive function in dairy cattle. Anim Reprod. 2018 Aug 3;15(Suppl 1):923-932. doi: 10.21451/1984-3143-AR2018-0018. PMID: 36249832; PMCID: PMC9536062.

3. Cai Z, Guldbrandtsen B, Lund MS, Sahana G. Prioritizing candidate genes for fertility in dairy cows using gene-based analysis, functional annotation and differential gene expression. BMC Genomics. 2019 Mar 29;20(1):255. doi: 10.1186/s12864-019-5638-9. PMID: 30935378; PMCID: PMC6444876.

УДК 575.174.4

ДНК-ДИАГНОСТИКА МУТАЦИЙ, ДЕТЕРМИНИРУЮЩИХ НАСЛЕДСТВЕННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

Романишко Е. Л., Киреева А. И.
Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси
e-mail: lenaRamanishko@mail.ru

Summary. *Using the developed by us methods DNA-detection mutations in the FANCI, APAF1, SMC2, GART, TFB1M, SLC35A3, ITGB2, APOB, UMPS, and FXI genes determining hereditary diseases of cattle were identified. Monitoring of cattle populations in Belarus (n = 4617 heads), revealed the frequency of occurrence of animals of hidden carriers of mutant alleles of the genetic diseases: HH0C, which was 3.27 %, HH1C – 2.82 %, HH3C – 3.75 %, HH4C – 0.59 %, HCD1,3 – 2.75 %, HH5C – 2.2 %, CVC – 2.54 %, BLC – 0.62 %, DPC – 0 %, XIC – 0.39 %. DNA diagnostics of foreign and domestic breeding stock will reduce the spread of genetic defects that reduce the reproductive qualities of livestock.*

Основная доля молочного скота в Республике Беларусь приходится на поголовье голштинизированной черно-пестрой породы. Интенсивная селекция, направленной на увеличение молочной продуктивности животных привела к накоплению груза генетических мутаций в популяции, которые могут как приводить к гибели эмбрионов на разных сроках развития (LoF-мутации), так и влиять на качество жизни животного и производимое сырье, что приводит к значительным экономическим потерям. Современные молекулярные методы позволяют проводить ДНК диагностику племенных животных и выявлять животных скрытых носителей генетических дефектов, исключая тем самым их из селекционного процесса. Поэтому нами были разработаны методы ДНК-диагностики мутаций, детерминирующих наследственные заболевания крупного рогатого скота: бранхиспинальный синдром (BY), гаплотип фертильности 1 (HH1), гаплотип фертильности 3 (HH3), гаплотип фертильности 4 (HH4), гаплотип фертильности 5 (HH5), дефицит холестерола (HCD), комплексный порок позвоночника (CVM), дефицит адгезии лейкоцитов (BLAD), дефицит уридинмонофосфатсинтетазы (DUMS) и дефицит фактора свертываемости крови XI (FXID).

В качестве объекта исследования был использован крупный рогатый скот голштинской породы. Материалом для исследования служила ДНК, выделенная из биологического материала – цельной крови, проб ткани (ушной выщип) и спермы. Для идентификации наследственных заболеваний крупного рогатого скота были использованы следующие методы (табл. 1).

Таблица 1 – Наследственные заболевания КРС и методов их идентификации

Заболевание	Ген	ВТС	SNP	Тип мутации	Метод
BY	*FANCI*	21: 21184870-21188198	–	делеции 3329 п.н. (Val876Leufs26X)	ПЦР
HH1	*APAF1*	5: 62810245	rs448942533	C>T (Gln579Ter)	ПЦР-ПДРФ
HH3	*SMC2*	8: 93753358	rs456206907	T>C (Phe1135Ser)	АС-ПЦР-РВ
HH4	*GART*	1: 1997582	rs465495560	A>C (Asn290Thr)	ПЦР-РВ

Окончание табл. 1

HH5	*TFB1M*	9: 92,350,052 – 93,910,957	–	делеция 138 т.п.н.	ПЦР
HCD	*APOB*	11: 77,953,380 – 78,040,118	–	вставка 1299 п.н. (Glyl35ValfsX10)	ПЦР
CVC	*SLC35A3*	3: 43261945	rs438228855	G>T (Val180Phe)	ПЦР-РВ
BLAD	*ITGB2*	1: 144770078	rs445709131	A>G (Asp128Gly)	ПЦР-РВ
DUMPS	*UMPS*	1: 69756880	–	C>T (Arg405X)	ПЦР-ПДРФ
FXID	*FXI*	27: 16310345	–	вставка 76 п.н. (Asp470X)	ПЦР

С помощью разработанных нами методов в период с 2015 по 2022 год был проведен скрининг для изучения наличия спектра генетических дефектов в белорусской популяции голштинского скота (*n* = 4617) (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты скрининга белорусской популяции голштинского крупного рогатого скота на носительство генетических дефектов

Год	**BY**		**HH1**		**HH3**		**HH4**		**HH5**		**HCD**		**CVC**		**BLAD**		**DUMPS**		**FXID**	
	n	**BYC**	**n**	**HH1C**	**n**	**HH3C**	**n**	**HH4C**	**n**	**HH5C**	**n**	**HCD1,3**	**n**	**CVC**	**n**	**BLC**	**n**	**DPC**	**n**	**XIC**
2015	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1101	51	1101	19	1101	0	–	–
2016	58	0	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	620	21	620	2	620	0	251	0
2017	921	32	295	8	297	8	292	3	292	9	291	0	832	12	832	2	850	0	921	4
2018	630	39	304	15	314	9	303	0	300	6	301	7	376	9	376	2	376	0	630	5
2019	288	4	100	1	100	10	100	1	100	2	100	5	287	3	287	1	290	0	288	1
2020	566	10	150	2	150	4	150	1	150	3	422	11	565	5	565	0	20	0	566	1
2021	525	18	170	2	170	7	170	0	170	3	519	18	514	8	514	1	0	0	525	2
2022	190	1	–	–	–	–	–	–	–	–	190	1	190	5	190	1	–	–	190	0

Примечание – BYC, HH1C, HH3C, HH4C, HH5C, HCD1,3, CVC, BLC, DPC, XIC – животные-носители мутантного аллеля в гетерозиготе.

В исследованной выборке белорусского скота были выявлены 13 животных парных носителей двух разных гаплотипов фертильности, которые они получили от одного или обоих родителей. Совместно с «Белплемживобъединением» и областными селекционно-генетическими центрами впервые в Беларуси был сформирован банк данных племенных животных с отметкой о наличии/отсутствии носительства генетических дефектов. Анализ генетической структуры популяции голштинской породы белорусской селекции показал, что частота встречаемости животных-носителей в среднем HH0C – 3,27%, HH1C – 2,82%, HH3C – 3,75 %, HH4C – 0,59 %, HCD1,3 – 2,75 %, HH5C – 2,2 %, CVC – 2,54 %, BLC – 0,62 %, DPC – 0 %, XIC – 0,39 %, по годам на рис 1.

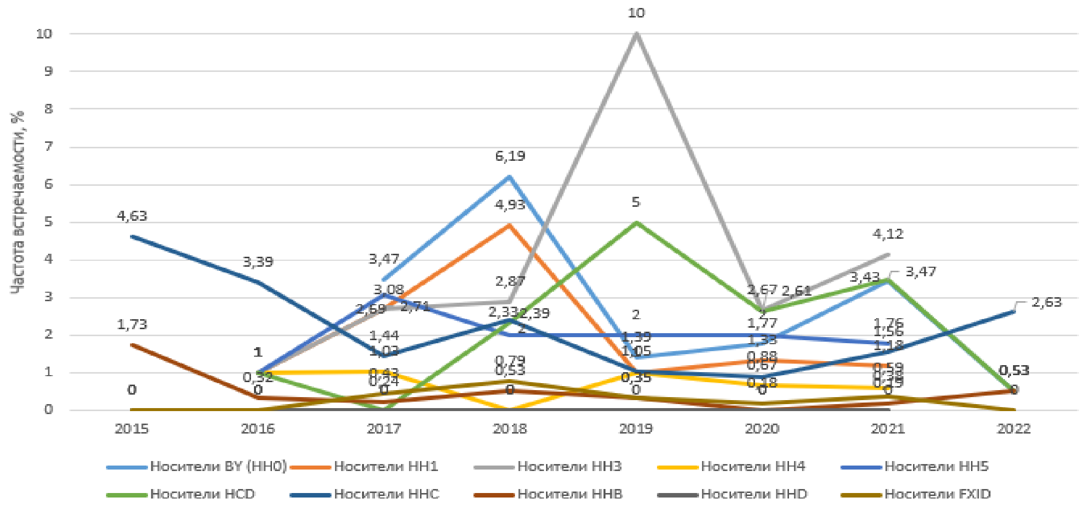


Рисунок 1 – Частота встречаемости животных-носителей гаплотипов фертильности в исследованной белорусской популяции голштинского скота (2015–2022 гг.)

Таким образом, разработанные методы позволяют проводить ДНК-диагностику племенных животных и использовать полученные результаты в селекционно-племенной работе, что позволит при подборе родительских пар снизить вероятность получения среди потомства гомозиготных носителей мутантных аллелей, оздоровить популяцию и, соответственно, значительно снизить экономические потери в животноводстве.

УДК 339.13.025.4

НЕТАРИФНЫЕ МЕРЫ ТАМОЖЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Гвоздь Е. С., Синицына В. С., Жевлакова А. Ю.
Белорусский национальный технический университет
e-mail: vladasinitsina1@gmail.com

Summary. *The article discusses the theoretical aspects of the functioning of the institution of non-tariff regulation measures in the Republic of Belarus, which directly affect the transport and logistics aspect of foreign trade, presents an assessment of the effectiveness of their application and suggests areas for improvement.*

В Республике Беларусь применяются различные способы контроля с целью защиты внутреннего рынка и стимулирования развития национальной экономики. Одним из основных средств реализации политики государства является установление тарифных и нетарифных мер государственного таможенного регулирования.

Под нетарифными мерами регулирования следует понимать совокупность методов и средств государственного регулирования, ограничивающие импорт и экспорт товаров, для защиты экономических интересов государства и обеспечения национальной безопасности страны. Данные меры применяются для поддержания баланса между спросом и предложением, а также с целью оградить рынок от некачественных товаров, не соответствующих требованиям безопасности. Применение нетарифных мер регулирования характерно преимущественно для развитых стран [3].

Нетарифные ограничения ориентированы на достижении тех же целей, что и тарифные методы. Они предоставляют возможность в кратчайшие сроки получить необходимые результаты, решить нужные задачи, при этом надо отметить, что в долговременном плане они не способствуют формированию нормальной конкурентной среды на внутреннем рынке и созданию эффективной структуры производства [2].

К нетарифным мерам регулирования внешней торговли относят:

– запрет ввоза и (или) вывоза товаров;
– количественные ограничения ввоза и (или) вывоза товаров;
– исключительное право на экспорт и (или) импорт товаров;
– автоматическое лицензирование (наблюдение) экспорта и (или) импорта товаров;
– разрешительный порядок ввоза и (или) вывоза товаров.

Государство может осуществлять мероприятия по ограничению импорта товаров посредством применения антидемпинговых, компенсационных, специальных защитных мер, импортной квоты, а также по ограничению экспорта товара посредством введения экспортной квоты.

Количественные ограничения применяются: при экспорте – только в отношении товаров, происходящих с территорий государств-членов; при импорте – только в отношении товаров, происходящих из третьих стран.

Однако данные ограничения не применяются в случае импорта товаров с территории какой-либо третьей страны или экспорта товаров, предназначенных для территории какой-либо третьей страны, если только такие количественные ограничения не применяются в отношении импорта из всех третьих стран или экспорта во все третьи страны.

Осуществление внешнеторговой деятельности может ограничиваться путем предоставления исключительного права. Экспорт и (или) импорт товаров, в отношении которых участникам внешнеторговой деятельности предоставлено исключительное право, осуществляются на основании исключительных лицензий, выдаваемых уполномоченным органом.

Автоматическое лицензирование применяется в целях мониторинга динамики экспорта и (или) импорта отдельных видов товаров. Главной целью автоматического лицензирования является сбор статистической информации по экспорту и (или) импорту конкретной информации, поэтому она не устанавливает ограничения на перемещение товаров через таможенную границу.

Разрешительный порядок ввоза и (или) вывоза товаров реализуется посредством введения лицензирования или применения иных административных мер регулирования внешнеторговой деятельности [3].

В последние годы государствами устанавливаются все более высокие нетарифные барьеры в международной торговле. Например, в качестве отдельной группы нетарифных количественных ограничений выделяют «добровольные» ограничения экспорта – разновидность импортной квоты, которая вводится страной-экспортером для того, чтобы избежать других торговых санкций от страны-импортера.

Развитие нетарифного регулирования внешнеторговой деятельности Беларуси предполагает комплекс связанных между собой действий, включающих его гармонизацию с нормами и правилами, сложившимися на мировом рынке, совершенствование законодательной базы в направлении рационализации политики протекционизма, упрощения порядка лицензирования, оптимизации экологических и других защитных мер.

Таким образом, на сегодняшний день сформированная в Республике Беларусь система мер нетарифного регулирования внешней торговли является одним из важнейших инструментов внешнеторговой политики и позволяет эффективно защищать экономические интересы государства [1].

Меры по совершенствованию нетарифного регулирования в Беларуси с учетом западноевропейского опыта позволят стране провести некоторые изменения во внешнеторговой политике с ориентацией ее на экономический рост, а также адаптироваться к условиям присоединения к ВТО.

Список использованных источников

1. Домбровский М. А. Запреты и ограничения внешнеэкономической деятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. А. Домбровский, Е. В. Чучулина; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь, 2022. – 94 с.

2. Забавский Г. В. Оценка систем тарифного регулирования внешнеэкономической деятельности Республики Беларусь и Европейского Союза: учебное пособие / Г. В. Забавский // Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование. – 2019. – 29-37 с.

3. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/. – Дата доступа: 26.10.2022.

УДК 612.845.5: 004.421

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ РЕКОЛОРИЗАЦИИ ДЛЯ ПОМОЩИ ЛЮДЯМ С АНОМАЛЬНОЙ ТРИХРОМАЗИЕЙ В ВИЗУАЛЬНОМ ВОСПРИЯТИИ ИНФОРМАЦИИ

Синицына В. В.
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
e-mail: vladasinitsina1@gmail.com

Summary. *Analysis of the existing video recoloring algorithms for people with anomalous trichromacy and description of the technical requirements to the designing recoloring algorithms to help people with anomalous trichromacy in visual perception of information.*

Проектирование алгоритмов реколоризации изображений и видео для людей с аномалиями цветового зрения (АЦЗ) на сегодняшний день является актуальной задачей, так как данные аномалии только лишь генетического происхождения свойственны 5–8 % мужского и 0,5 % женского населения Земли [1]. Многие исследователи по всему миру работают над созданием наиболее эффективных алгоритмов и программ для преобразования изображений с целью их последующего корректного восприятия людьми с цветовой слепотой.

Так, предоставление доступа людям с АЦЗ к ранее недоступной в силу особенностей цветовосприятия визуальной информации позволит им не только решать повседневные задачи, но и откроет возможности для задействования в новых профессиональных сферах, что будет способствовать их социализации.

В данной работе анализируются алгоритмы реколоризации для такого наиболее распространенного вида АЦЗ, как аномальная трихромазия. Таким образом, цель работы – определить требования к проектируемым алгоритмам реколоризации для помощи людям с аномальной трихромазией в визуальном восприятии информации.

В качестве поставленных задач необходимо выделить следующие:

– изучить особенности аномальной трихромазии;

– выполнить анализ существующих алгоритмов реколоризации визуальной информации для людей с аномальной трихромазией;

– сделать выводы о требованиях к проектируемым алгоритмам.

Итак, прежде всего следует рассмотреть особенности аномальной трихромазии.

Аномальная трихромазия может быть выражена в следующих формах: протаномалия, дейтераномалия и тританомалия. Значения степеней тяжести данных форм варьируются от 0,1 до 0,9, где 0,1 представляет собой практически полное отсутствие аномальной трихромазии, а 0,9 указывает на наличие тяжелой степени аномалии [2].

На основании анализа существующих алгоритмов реколоризации визуальной информации для людей с аномальной трихромазией были сделаны следующие выводы:

– чаще всего в качестве исходного объекта для выполнения реколоризации выбирается фото или видео;

– преобразование цвета осуществляется для дейтераномалов и протаномалов, лишь в некоторых алгоритмах учитывается тританомалия;

– многие алгоритмы предназначены для помощи цветоаномалам с легкой степенью аномальной трихромазии;

– так как алгоритмы обычно рассчитаны на легкую степень аномалии, то «натуральность» цветов реколоризованных кадров видео остается на достаточно высоком уровне;

– алгоритмы реколоризации выполняются не только на каких-то конкретных объектах изображения или видео, но также на совокупности объекта и его фона, а также на текстовой информации;

– при проектировании алгоритмов не учитывается возможная зависимость выбора наиболее важного для различения объекта от профессиональной деятельности, которой предполагает заниматься в результате открывшихся возможностей компенсации недостатков цветового зрения человек;

– восприятие цвета возможно с физической, психофизической и психологической точек зрения, однако во всех изученных алгоритмах рассмотрение восприятия цвета происходило с психофизической точки зрения, так как она позволяет исследовать реакцию зрительного механизма в данных конкретных условиях;

– чаще всего в алгоритмах реколоризации преобразованию подвергались такие характеристики цвета, как цветовой тон, яркость, насыщенность, светлота, чистота, контрастность цвета изображений или кадров видео;

– в рассмотренных алгоритмах не уделялось внимание источнику освещения и времени суток для наблюдения за объектами;

– в качестве цветовых пространств, которые позволяли осуществить преобразования цветов, так как изначальная цветовая система RGB не позволяла охватить все цветовые значения, использовались LMS, XYZ, L*a*b*, HSI, HSL, HSV, YCbCr и пр. [3–6].

Так, алгоритмы реколоризации будут предназначены для коррекции видео для людей с различными степенями всех форм аномальной трихромазии. При этом «натуральность» цветов кадров реколоризованного видео будет сохраняться при любой степени аномалии. Выполнение алгоритмов будет происходить как на основных рассматриваемых объектах, так и на фоне объектов, на текстовой информации для людей любых профессий. Предполагается, что алгоритмы не будут зависеть от освещения объекта и времени суток. Кроме того, при проектировании алгоритмов будет определено, какие цветовые пространства лучше всего использовать при конвертации информации для той или иной формы аномалии, а также какие характеристики цвета будут при этом изменены.

Кроме того, необходимо принять во внимание и решить проблемы существующих алгоритмов реколоризации: сделать возможным различение большего количества цветов; увеличить скорость обработки кадров видео; сохранить «натуральность» используемых в видео цветов; учесть степень аномальной трихромазии при преобразовании кадров видео; повысить эффективность алгоритмов, представляющую собой показатель возможности различения объектов, которые нельзя было различить до реколоризации, после данного процесса.

Таким образом, с учетом всех вышеобозначенных требований получится разработать корректные алгоритмы реколоризации для помощи людям с любой формой и степенью аномальной трихромазии в визуальном восприятии информации для дальнейшей реализации данных алгоритмов в мобильных приложениях.

Список использованных источников

1. Шиффман, Х. Р. Ощущение и восприятие / Х. Р. Шиффман. – Санкт-Петербург: Питер, 2003. – 222 с.

2. Zhu, Z. Personalized Image Recoloring for Color Vision Deficiency Compensation / Z. Zhu, M. Toyoura, K. Go, K. Kashiwagi, I. Fujishiro, T.-T. Wong, X. Mao // IEEE Transactions on Multimedia. – 2021. – PP (99). – P. 1–14.

3.Yang, S. Quantification and Standardized Description of Color Vision Deficiency Caused by Anomalous Trichromats – Part II: Modeling and Color Compensation / S. Yang, E.K. Wong // EURASIP Journal on Image and Video Processing. – 2008. – 246014. – P. 1–12.

4. Zhu, Z. Image recoloring for color vision deficiency compensation: a survey / Z. Zhu, X. Mao // The Visual Computer. – 2021. – 37. – P. 2999–3018.
5. Ивенс, Р. М. Введение в теорию цвета / Р. М. Ивенс. – Москва : Мир, 1964. – 466 с.
6. Ribeiro, M. Recoloring Algorithms for Colorblind People: A Survey / M. Ribeiro, A. J. P. Gomes // ACM Comput. Surv. – 2019. – 52, 4, Article 72. – P. 72:1–72:37.

УДК 612.845.5: 004.421

MAGNESIUM-ASSISTED CISPLATIN INHIBITS BLADDER CANCER CELL SURVIVAL BY MODULATING WNT/Β-CATENIN SIGNALING PATHWAY

唐子涵 (Tang Zihan), 朱晓瑾 (Zhu Xiaojin)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail: tangzihan7@163.com

Summary. *Magnesium plays a role in the activation of various transporters and enzymes. The present study aimed to investigate the possibility of applying magnesium to enhance the eficacy of cisplatin which is still ranked as one of the major chemotherapeutic drugs for bladder cancer patients. Our indings reveal that magnesium could contribute to cisplatin-based chemotherapy bymoderately regulating the Wnt/β-catenin signaling pathway*.

Bladder cancer is the most frequently diagnose durinary system malignancy with a nestimated 573,278 new cases and 212,536 deaths worldwide in 2020. Although great advances have been made in the management of bladder cancer, there are still undefined molecular mechanisms that inluence the therapeutic outcomes of this disease.

Over the past few decades, cisplatin has been one of the most widely used first-line chemotherapeutic drugs for the treatment of various solid tumors, including lung, ovarian and bladder cancer. Despite positive clinical outcomes, substantial side effects or drug resistance development have been reported in many studies of cisplatin monotherapy. Alternatively, platinum-based combination chemotherapy is considered the preferred initial therapy for bladder cancer. The action of magnesium as an essential mineral micronutrient may lead to it playing a unique role in both cancer development and therapy.

The Wnt/β-catenin signaling pathway is a canonical pathway of signal transduction in physiological and pathological processes. This signaling pathway is intimately associated with various biological processes, including embryonic development, proliferation, apoptosis, and cell cycle distribution. The aberrant regulation of the Wnt/β-catenin cascade leads to the development and progression of cancer. Wnt signaling is controlled by various secreted Wnt glycoproteins that function via autocrine and paracrine pathways in mammalian cells. Aberrations in Wnt/β-catenin signaling are shown to be closely associated with bladder carcinogenesis. Thus, regulating Wnt/β-catenin signaling could contribute to cisplatin-based cancer therapy in the context of adjusting magnesium abundance.

Combination therapy of cisplatin with other drugs is emerging as a promising means to overcome drug resistance and attenuate cytotoxicity. The present study confirmed that cisplatin could inhibit cell proliferation in both UC3 and UC5 bladder cancer cells. In addition, both MgCl2 and MgSO4 was found to strengthen the inhibitory effect of cisplatin on the survival rate of bladder cancer cells, suggesting that magnesium could play an important role in cancer treatment.

Programmed cell death, including apoptosis and autophagy, is closely involved in oncogenesis and metastasis. Therefore, deciphering the signaling pathways underlying programmed cell death could aid the development of novel targeted antitumor therapeutic strategies. In this study, the results of the annexin V-FITC and PI staining indicated that the proportion of apoptotic and necrotic cells in cisplatin-treated cells was increased by MgCl2 treatment. In addition, the ratio of Bax/Bcl-2 was also the highest in cells that received combinatorial treatment with MgCl2 and cisplatin among the examined groups, further confirming the enhanced pro-apoptotic role of combinatorial treatment. Bax is a pro-apoptotic protein and Bcl-2 is an anti-apoptotic protein. It has been recognized that high ratios of Bcl-2/Bax often lead to poor outcomes with decreased rates of complete remission and low overall survival in cancer patients. Additionally, the modulation of Bcl-2 and Bax family proteins using compounds has broad implications in cancer therapy. In this respect, magnesium may be conducive to strengthening the clinical usage of cisplatin. Certainly, the different forms of programmed cell death would jointly determine the fate of cancer cells. Autophagy is an evolutionary physiological mechanism that maintains cellular homeostasis in cells and may mediate autophagic cell death during development and pathogenesis. Growing evidence suggests that crosstalk between apoptosis and autophagy acts as a pivotal factor in cell fate determination. The results of this study showed that combinatorial treatment with cisplatin and MgCl2 promoted LC3-II expression, suggesting that autophagy had been induced.

Wnt/β-catenin signaling is suggested as one of the main driving factors ofvarious types of cancer. The results ofthe present study revealed that the decreased nuclear β-catenin could be further downregulated by combinatorial treatment with cisplatin and MgCl2. In addition, the expression of Wnt5a and c-Myc phosphorylation were also decreased in the combinatorial treatment group, further confirming that the Wnt/β-catenin signaling pathway was largely inhibited. Given its role signaling pathway in the initiation and progression of cancer, the Wnt/β-catenin signaling pathway is still being explored as a target for cancer therapy. In recent decades, several inhibitors, agonists, and antagonists have been developed to target this signaling cascade. BIO, a potent inhibitor of GSK3β that activates the Wnt/ β-catenin signaling pathway, is found to reduce cisplatin nephrotoxicity without compromising its anti-proliferation function. In this study, BIO treatment was showed to reduce the survival rate of UC3 cells and strengthen the inhibitory effect of MgCl2 on cell proliferation. In this study, activation of Wnt/β-catenin signaling by BIO could also promote the induction of autophagy.

MgCl2 can enhance the inhibitory effect of cisplatin on bladder cancer in many ways, including reducing cell activity, inhibiting cell proliferation, inducing apoptosis, interfering with cell cycle, and intensifying endoplasmic reticulum stress.

Magnesium can be properly adjusted by Wnt/β-Catenin signaling pathway is involved in cisplatin based chemotherapy. Moderate activation of Wnt/β-Catenin signal pathway can enhance the therapeutic effect, and how to precisely regulate it is worth further exploring.

In this study, activation of Wnt/β-catenin signaling by BIO could also promote the induction of autophagy. However, it should be noted that the expression of β-catenin was lower in cells that underwent combinatorial treatment with BIO and MgCl2 than in cells treated with BIO alone. Combined with the results showing that the expression of β-catenin was lower in cells treated with cisplatin alone, MgCl2 alone, and the combination thereof than in the control group, this possibly indicates that Wnt/β-catenin signaling contributes maximally to cancer therapy only when moderately activated. Therefore, the precise regulation of the Wnt/β-catenin signaling pathway to enhance magnesium based-cancer therapy should be exploited in future research.

УДК 612.845.5: 004.421

食品微生物检测样品保存装置

朱绗 (Zhu Hang), 黄海沫 (Huang Haimo), 张成 (Zhang Cheng),
孙鹏舒 (Sun Pengshu), 芦静怡 (Lu Jingyi)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail: 1397280505@qq.com

***Summary.** The utility model discloses a food microorganism detection sample storage device, which comprises a box body, wherein a fixing mechanism is installed inside the box body, and a turntable groove for fixing the sample is innovatively designed, which can cool evenly, avoid damaging the container during transportation, and solve the problem of the existing device, thus ensuring the quality of the sample.*

Food microorganisms are the general term of microorganisms related to food, including productive food microorganisms and food spoiling and food borne pathogenic microorganisms. Food microorganisms are closely related to human beings. The understanding, utilization, and prevention of food microorganisms have made great progress long ago, and the detection samples of food microorganisms need to be stored. However, the existing storage devices for food microbial detection samples, The storage container of the sample cannot be fixed, which may cause damage to the container during transportation, thus affecting the sample. At the same time, the existing food microbiological test sample storage device needs to store the sample at low temperature, and the low temperature state of the sample is affected due to the limited low-temperature area of the sample.

Fig. 1 is the structural diagram of the utility model; fig. 2 is the structural diagram of the card slot, card block and cover body in fig. 1; fig. 3 is the structural diagram of the second gear, shaft and turntable in fig. 1; fig. 4 shows the structure of the container, clamping block and sliding block in fig. 1.

In the fig.: 1. Box, 2. Cooler, 3. Battery, 4. Fixing mechanism, 401, container, 402, clamping block, 403, sliding block, 404, chute, 405, sliding plate, 406, compression spring, 407, groove, 408, rotary table, 5. Rotating mechanism, 501, motor, 502, first gear, 503, second gear, 504, rotating shaft, 505, sealing bearing, 506, cross plate, 6, closing mechanism, 601, cover, 602, handle, 603, rubber ring, 604 Clamp groove, 605, clamp block, 606, pin shaft, 607, support plate, 608, torsion spring.

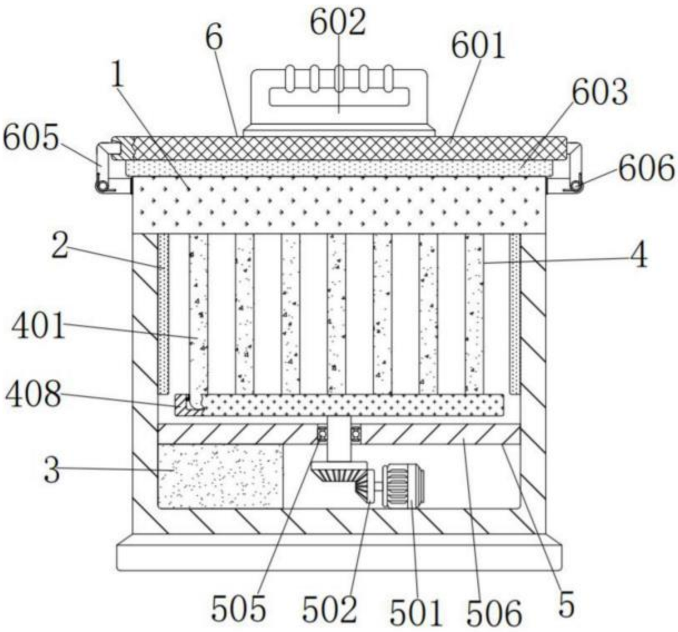


Figure 1 – Box

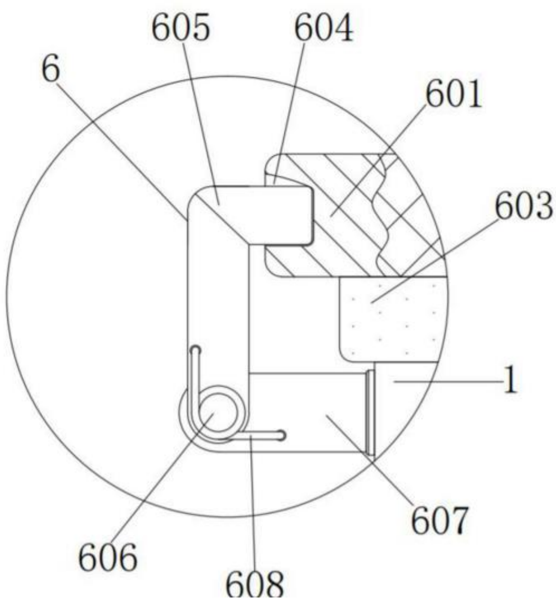


Figure 2 – Cooler

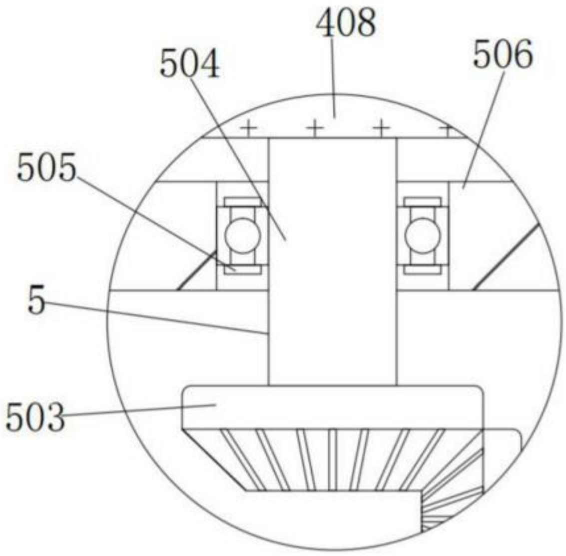


Figure 3 – Battery

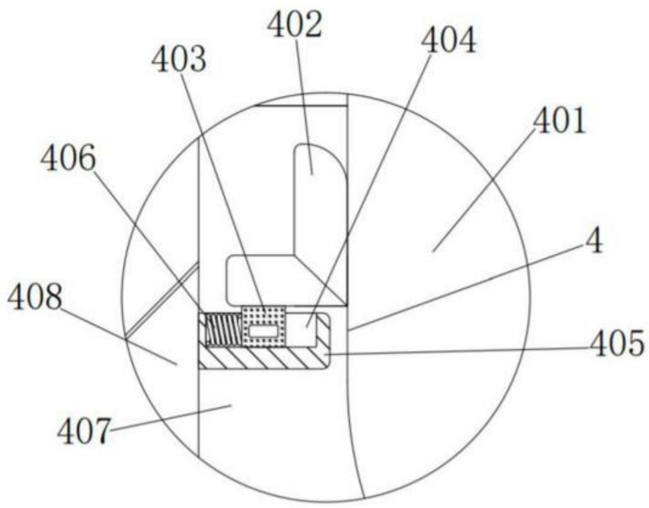


Figure 4 – Fixing mechanism

Through the cooperation between the box, fixed mechanism, battery, refrigerator, motor, first gear, second gear, rotating shaft, sealing bearing and cross plate, the rotating shaft drives the rotary table to rotate, which can rotate multiple containers fixed in the rotary table. The battery supplies power for the refrigerator and motor, and increases the cooling area of the sample in the container and the cooler's cold air, The utility model solves the problem that the existing food microorganism detection sample storage device needs to store the samples at low temperature, and the low temperature state of the samples is affected due to the limited low temperature area of the samples.

Through the cooperation between the box, container, clamping block, sliding block, chute, sliding plate, compression spring, groove and turntable, multiple containers with samples are placed in different grooves on the turntable. The clamping block slides inside and outside the sliding groove on the sliding plate through the sliding block to compress the compression spring. The elasticity of the compression spring gives the clamping block a force towards the inside. The clamping blocks on both sides clamp and fix the container in the box to avoid damaging the container during transportation, To ensure the quality of samples, it solves the problem that the existing food microbiological test sample storage device cannot fix the sample storage container, which will cause damage to the container during transportation, thus affecting the samples.

The food microbiological test sample storage device has been applied for a utility model patent on September 15, 2020, with the application number of 202022014369.1.

УДК 612.845.5: 004.421

荧光可视化探针检测胆红素

芦静怡 (Lu Jingyi), 袁韵如 (Yuan Yunru), 许松成 (Xu Songcheng),
张琦 (Zhang Qi), 王艺霖 (Wang Yilin)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail：2726064717@qq.com

Summary. *The content of bilirubin is an important index to evaluate human health. A special nanocomposite was designed and constructed in this project. The content of bilirubin was detected by the change of fluorescence ratio signal generated when it was combined with bilirubin. Finally, the test paper is prepared to realize the convenient detection of bilirubin.*

Bilirubin is a tetrapyrrole compound produced by heme catabolism, and its normal concentration in healthy human blood is usually within the range of 0.3–1.9 $mg \cdot L^{-1}$. The low level of bilirubin in serum is usually associated with iron deficiency and coronary artery disease;its higher concentration in serum (>2.5 $mg \cdot L^{-1}$) will lead to hyperbilirubinemia. Therefore, the convenient bilirubin test paper designed by the emerging method in this project has important practical significance for the household convenient bilirubin detection of bilirubin. The electrochemical instruments for bilirubin detection on the market are relatively convenient, but they cannot detect bilirubin sensitively, accurately and stably. This kind of test paper prepared by us combines the above two advantages and achieves convenient and sensitive detection. This product will be both affordable and sensitive, and will have a good application prospect in the future for real-time detection of human health.

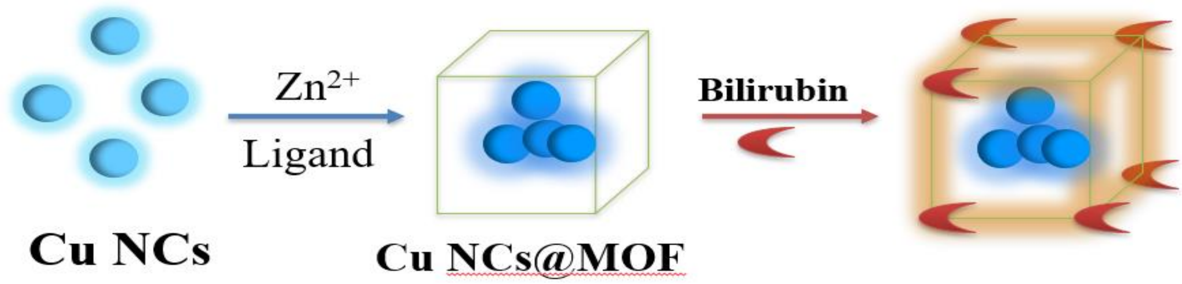


Figure 1

By exploring the conditions of synthesis temperature and PH, CuNCs with long storage time, strongest and stable fluorescence were finally synthesized. Its storage time is long, fluorescence is stable, and there is no trend to weaken (fig. 1).

The synthesis conditions, such as the ratio of copper nanoclusters to zinc nitrate and methyl imidazole, and the reaction time, were optimized, and the appropriate (Cu NCs@MOF) (fig. 2).

The size, morphology and element composition were characterized by transmission electron microscopy and energy spectrum analyzer; The crystal structure of the nano materials was characterized by XRD; The particle size and surface charge state of nano materials were measured by particle size and potential analyzer; The surface functional groups and connecting molecules were confirmed by Fourier transform infrared spectroscopy and nuclear magnetic resonance.

Detect bilirubin solutions of different concentrations, establish a linear equation, and finally show a good linear relationship. The linear correlation coefficient is 0.9933, and the calculated detection limit is 0.33 μM (fig. 3 and fig. 4). The prepared nano probe solution was used to analyze the content of the substance to be measured in human blood and urine samples, and the recovery rate and error were evaluated.

Soak different kinds of 1cm × 1cm paper in the prepared CuNCs@MOF In the solution, after drying wetting drying and other steps CuNCs@MOF Test paper, drop sample to check the feasibility of the test paper to detect the content of bilirubin.

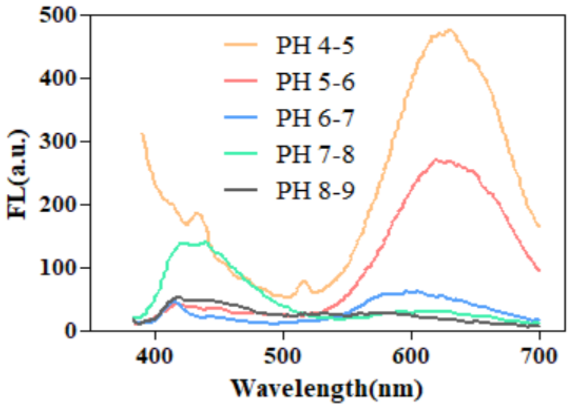


Figure 1

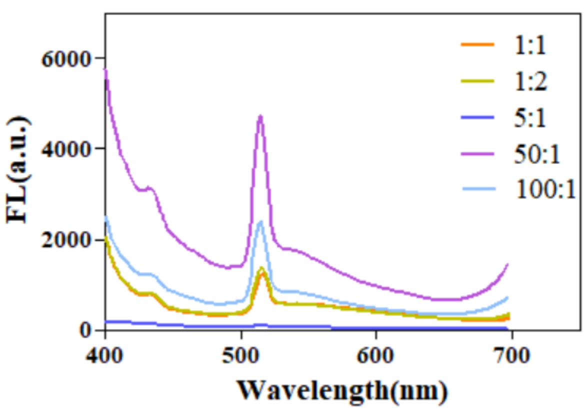


Figure 2

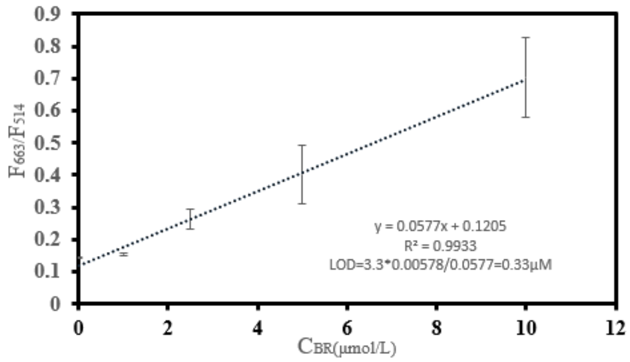


Figure 3

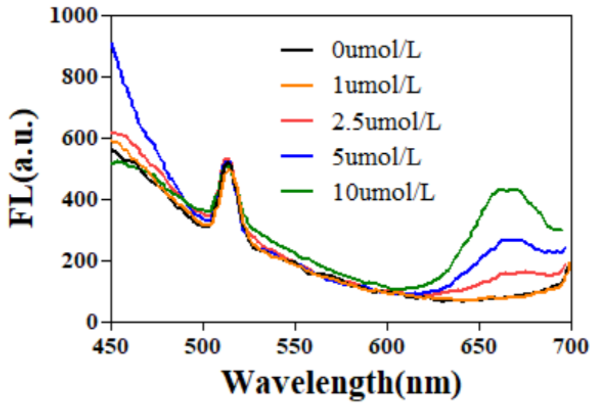


Figure 4

Fluorescence detection method, a new detection technology, is used to detect bilirubin

Prepare the prepared bilirubin nano detection probe into test paper, and finally realize the test paper based detection

This project has constructed a special nanocomposite, which is composed of copper nanoclusters and an organic framework of metal zinc. The composite material can detect and analyze the content of bilirubin more accurately and sensitively according to the change of fluorescence signal peak intensity ratio. It will greatly reduce the time and cost of bilirubin detection to prepare test paper from the prepared bilirubin nano detection probe and realize the test paper based detection, which has broad development prospects.

УДК 616.8-008.64+616-079

将视频多模态情感分析运用在临床抑郁检测中

黎博毅 (Li BoYi), 何润海 (He RunHai), 章恒睿 (Zhang HengRui), Natalia·Khajynova
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
e-mail: liboyer854@gmail.com、khajynova@bsuir.by

Summary. *The current clinical diagnosis of depression in the medical community relies on self-rating scales and physician interviews, but this approach is limited by the expertise of clinicians and the uneven distribution of medical resources. This paper proposes the use of video multimodal techniques in clinical diagnosis, aiming to improve the efficiency and accuracy of depression detection in clinical settings.*

根据世界卫生组织的数据，全球有 2.8 亿人患有抑郁症。仅近三年，全球新增抑郁症患者超过 7000 万人。抑郁症，被称为“21 世纪最大的杀手”。抑郁症是一种严重的心理疾病，不仅会对个人的心理以及身体产生极大的危害，而且也会给家庭、社会带来不利的影响。" 早发现、早治疗 "被认为是这种疾病的最佳治疗方案，这表明需要对抑郁症进行早期筛查。传统的抑郁症诊断依赖于自我评估量表和医生访谈，但这种方法受限于临床医生的专业知识和医疗资源的不均衡分布。人工智能的快速发展为抑郁症的识别提供了一个新的解决方案，有望弥补上述不足。

抑郁症患者语言上常表现为消极、厌世,表情常表现为皱眉和更少的微笑,声音常表现为语速较慢、停顿较多，利用人工智能可以很好的捕捉到这些特征。所以，通过情感分析辅助识别抑郁症是一种趋势，已经有一些研究通过分析社交文本、语音信号或面部图像来检测抑郁症，然而，由于抑郁症的表现形式多样，基于单一特征的抑郁症识别并不能获得足够的信息，导致识别不准确，故论文提出在临床诊断中使用视频多模态情感分析技术来提升抑郁症识别的准确率以及效率。

视频多模态情感分析（Video multimodal sentiment analysis）是指首先将视频中包含的视觉、听觉、文本等多模态信息提取出来，在采取特征融合后进行情感分析，并且综合分析结果，从而得出更有效的结论。在临床抑郁症的诊断中，可以在经过被诊断者允许的情况下，收集其日常生活的视频，因为在视频中可以很好的呈现出被诊断者在日常交流时体现出的表情变化，语气转变以及用词的倾向。将视频分为三种类型的数据集，分别为：视频中提取出的文本信息、视频中的语音信息、包含表情变化的关键帧，这些数据集可在各自对应的模型中进行处理，最后通过 Attention 机制进行模态融合。

Attention 机制，简单来说，人类在观察外界事物时，通常不会把它作为一个整体来看待，而是倾向于根据自己的需要有选择地获取被观察事物的一些重要部分。同样，在深度学习中，Attention 机制可以帮助模型对输入的每一部分给予不同的权重，提取更多的关键和重要的信息，从而使模型能够做出更准确的判断，而不会给模型的计算和存储带来更多的开销。Attention 机制有效实现了多模态信息的互补性和多模态贡献度计算,保证了多模态信息融合的合理性和准确度。

人类情感的表达体现在声音、表情、肢体动作等多种模态中，而且是一个发展变化的过程。多模态情感识别涉及对多个模态信号进行处理、各个模态情感特征的学习、多模态特征之间的融合、多模态之间的交互建模等，因此，多模态情感分析技术与传统单模态情感分析相比有着在模态融合上的优势。并且将人工智能应用到临床医学诊断中，可以实现不受空间、时间、资源的约束，例如将视频多模态情感分析技术运用到抑郁症诊断中，医生只需要被诊断者提供日常生活的视频，视频在经过相应的处理，提取出对应信息，即可由人工智能模型快速得出诊断结果。

随着人工智能的不断发展，未来人工智能在抑郁症诊断领域将的运用会越来越频繁，抑郁症的诊断也会越来越高效，使得抑郁症在早期被发现的概率也越高。

УДК 616.24-002.5-085.281.9

НОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ С ПРОТИВОТУБЕРКУЛЕЗНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Сечко О. Г.
Белорусский государственный медицинский университет
e-mail: olgasechko23.06@yandex.ru

Summary. *Considering the anti-tuberculosis activity established in experiments in vitro and the safety of 3-[4-(2-fluorobenzoyl)piperazine-1-carbonyl]-N-[3-(trifluoromethyl)phenyl]benzamide established in experiments in vivo, this new synthesized compound can be considered promising for further research.*

Поиск новых противотуберкулезных соединений является одним из приоритетных направлений как для Республики Беларусь, так и для всего мирового сообщества. Резистентность микобактерий к имеющимся противотуберкулезным препаратам затрудняет лечение туберкулеза и повышает риск распространения и тяжелого течения болезни. Пациенты с устойчивыми формами туберкулеза особенно остро нуждаются в новых препаратах. Несмотря на огромные усилия по совершенствованию химиотерапии туберкулеза, проблема лечения больных туберкулезом еще остается актуальной.

Интерес представляет новое синтезированное производное бензамида – 3-[4-(2-фторбензоил)пиперазин-1-карбонил]-N-[3-(трифторметил)фенил]бензамид. Нами установле-но, что в концентрации 200 мкг/мл оно полностью подавляет рост штамма *Mycobacterium terrae 15755 in vitro* – также, как и противотуберкулезный препарат I ряда рифампицин в условиях эксперимента. Штамм *Mycobacterium terrae* является непатогенным и рекомендован для использования в качестве модельного для определения противотуберкулезной активности. Исследование противотуберкулезной активности проводили с использованием метода разведений в плотной питательной среде в чашках Петри.

По результатам исследования *in vitro* противотуберкулезной активности производного бензамида с помощью модифицированного метода пропорций в жидкой питательной среде Миддлбрук 7H9 с использованием автоматизированной системы BACTEC™ MGIT™ 960 (Becton Dickinson, USA) установлено, что производное бензамида полностью подавляет рост патогенного лекарственно-чувствительного референс-штамма *Mycobacterium tuberculosis H37Rv* и патогенного клинического штамма *Mycobacterium tuberculosis* с множественной лекарственной устойчивостью в концентрации 100 мкг/мл.

В эксперименте на 48 клинически здоровых мышах обоего пола линии CBA и на 48 клинически здоровых крысах обоего пола линии Вистар исследовали острую токсичность производного бенамида. Исследуемое соединение вводили внутрижелудочно в виде водной суспензии в дозах 100 мг/кг, 500 мг/кг и 2000 мг/кг живой массы. Продолжительность наблюдения за картиной интоксикации после введения составляла 14 дней. Во время эксперимента гибели животных не наблюдалось. Общее состояние всех животных было удовлетворительным. При макроскопическом исследовании внутренних органов не было выявлено отрицательное влияние. LD_{50} производного бензамида составляет более 2000 мг/кг, поэтому производное бензамида является практически нетоксичным соединением – относится к 5-му классу токсичности по модифицированной классификации Организации экономического содействия и развития (OECD) и согласно гармонизированной системе классификации опасности и маркировки химической продукции (GHS) относится к 5-му классу токсичности – то есть обладает относительно низкой острой токсичностью. LD_{50} производного бензамида значительно выше, чем LD_{50} препарата I ряда для лечения туберкулеза изониазида (LD_{50} изониазида составляет 170 мг/кг при внутрижелудочном введении мышам), что характеризует производное бензамида как менее токсичное соединение.

В эксперименте на 40 клинически здоровых крысах обоего пола линии Вистар исследовали подострую токсичность производного бензамида. Исследуемое соединение вводили внутрижелудочно в виде водной суспензии в дозах 10 мг/кг, 50 мг/кг и 100 мг/кг живой массы один раз в день на протяжении 28 дней. Во время эксперимента гибели животных не наблюдалось. Общее состояние всех животных было удовлетворительным. Клиническое состояние крыс опытных групп не отличалось от состояния крыс контрольных групп. В ходе осуществления макроскопического анализа стресс-компетентных органов (сердца, печени, легких, селезенки, желудка, почек и мозга) не было выявлено патологических изменений ни в одной из групп исследуемых животных.

Учитывая установленную в экспериментах *in vitro* противотуберкулезную активность и установленную в экспериментах *in vivo* безопасность 3-[4-(2-фторбензоил) пиперазин-1-карбонил]-N-[3-(трифторметил)фенил] бензамида − это новое синтезированное соединение можно считать перспективным для дальнейших исследований.

УДК 2

新型比率荧光探针的制备与应用

曹成锐 (Cao Chengrui), 孙鹏舒 (Sun Pengshu), 武艺 (Wu Yi), 吴悠 (Wu You), 张培禹 (Zhang Peiyu)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail: abc572243297@163.com

Summary. *As a new type of nano-materials, metal nanoclusters have gained wide attention in chemistry, materials, biology and so on.In this project, the blue green fluorescent carbon nanomaterials with rich functional groups will be prepared by hydrothermal synthesis technology, using natural biomolecular bovine serum protein as precursor BSA@CDs. A new type of carbon nano coated silver nanoclustered composite was further prepared by using CDs as template CDs@AgNCs . The prepared CDs was used as template to further prepare a new carbon nanocoated silver nanocluster composite (CDs@AgNCs). The prepared new composite CDs@AgNCs*

has a double emission signal with good separation degree, it can realize the visual detection of dopamine and copper ions by the change of fluorescence signal ratio, effectively eliminating the interference of environmental factors.

At present, the aging population of our country is in a period of sustainable development, which is a huge demand for mobile medical services for chronic diseases and invisible diseases. The concept of mass medical treatment also changed from "never medical examination, serious medical treatment" to "prevention first, prevention combined". In addition, as a series of national policies and regulations guide, in recent years, the big health industry continues to rise, the development prospects of the medical examination industry is broad.

Dopamine is a neurotransmitter that plays an important role in human immunity and nervous system. Copper ions are widely involved in the regulation of many biological processes. Therefore, it is very important to monitor the content of dopamine and copper ions in biological liquids and cells in real time. The ratiometric fluorescent probe is a kind of fluorescent probe with multiple independent emission bands. It can expand the range of dynamic response by changing the intensity ratio of different peaks, and effectively reduce the interference of probe concentration and light source fluctuation to achieve more accurate analysis of target substances. For this project, a silver nanocluster composite modified by blue-green fluorescent carbon nanoparticles has a good separation degree of double emission signal. The detection of dopamine and copper ions is realized by the change of fluorescence signal ratio. And the real-time analysis and feedback are carried out through the matching test kit.

In this project, fluorescent carbon nanoparticles were prepared by hydrothermal synthesis of biomolecules such as glutathione as raw materials, and silver nanoclusters were further prepared by fluorescent carbon nanoparticles as templates. The prepared carbon nanoparticles modified silver nanocluster complex was used as a fluorescence ratio probe to detect dopamine and copper ions. It is divided into the following stages:

1. Preparation of blue-green fluorescent carbon nanoparticles.
2. Preparation of ratiometric fluorescent probes.
3. Characterization of synthetic ratiometric fluorescent probes.
4. Detection of important physiological markers such as dopamine and copper ions in test tubes.
5. Use of ratiometric fluorescent nanoprobes for identification and fluorescence imaging of dopamine and copper ion content in tumor cells.

1. This project has constructed, a novel dual-emission fluorescent nanocomposite. The composite consists of carbon nanoparticles with blue-green fluorescence and silver nanoclusters with red fluorescence, which is stable and can be preserved for a long time under various environmental conditions. The surface of the nanocomposite has abundant functional groups and good water solubility.

2. The main components of the nanoprobe are silver and carbon nanomaterials, which have low biological toxicity and good biocompatibility. With the use of detection kit, users can get accurate detection without leaving home, which has the big market application prospect.

3. The ratiometric fluorescent probe constructed by this project, it can detect and analyze dopamine content and copper ion content more accurately according to the change of peak intensity ratio of fluorescence signal belonging to silver nanoclusters and carbon nanoparticles. Compared with the traditional single signal fluorescence detection method, it can obtain better detection limit and anti-interference ability.

For the big data health industry, we processed the fluorescent probe packaging into a detection kit, which can accurately detect the concentration of copper ions in the human body when used with special reagents for detection. Especially for pesticide residues it has a strong pertinence. Before the user goes to bed, the body fluid is obtained through the test box, the preliminary analysis is carried out, and the test data are collected into the company's database for data evaluation. The detection box can detect the concentration of copper ion in human body, and can judge whether the index is normal or not, and then give feedback to the user. The matching test reagent is used with the test box, can be replaced, can be purchased separately. Therefore, the test box has a long service life and saves environmental protection.

УДК 2

毛发宏扫描全息分析系统

任新宇（Ren Xinyu）
东北大学（Northeastern University）
e-mail:rxy18202423697@163.com

Summary. *The existing disease diagnosis techniques are more or less harmful to the human body, so a simple and non-invasive disease screening technology is urgently needed. This paper introduces a hair scanning technique for the diagnosis of diseases.*

Anatomically, human scalp hair is divided into thalamic layer, cortex and medulla. The medulla is located in the center of the cortical fibers and can be missing, broken or continuous. Existing studies have found that the thalamic layer and cortex of hair have different functions and functions. However, the hair medulla is simply considered to be an irregular gap with many holes in the center of the hair, and the research on the function and function of the medulla is not satisfactory. It can be used as a diagnostic tool to study whether changes in the medulla structure of hair are related to some diseases. Scanning hair samples can be used as a simple, cheap and non-invasive screening technique for the diagnosis of diseases, which has practical significance.Research progress of the project.

At present, the construction of hair scanning device, the collection and induction of hair data and the stitching of hair images have been completed. The specific contents of these three aspects of work will be introduced below.

The first is the construction of the hair scanning device, which includes four modules. The image acquisition module collects the microscopic image of the hair from the microscope by using a digital camera and saves the microscopic image; the transmission module, a mechanical device, is used to control the movement and straightening of the hair under the microscope, which is easy to focus and take a complete microscopic image of the hair. Include a hair tension unit (for straightening the hair, convenient for digital camera focus and microscopic image acquisition), a hair movement unit (for automatically moving the hair and taking continuous hair microscopic images), and a hardware control module for controlling the work of the transmission device and digital camera. The image analysis module is used to process and analyze the microscopic image of the hair collected by the image acquisition module, and obtain the data information such as the length of the hair pith, and obtain a complete microscopic image of a hair through the image mosaic technology.

Then there is the collection and induction of hair data. at present, 133 groups of hair images of cancer patients and 43 groups of healthy people have been collected, and the hair image data are numbered, and an information index table is established according to the number. record the age, disease, hair length and other basic information of the person to which the hair belongs.

The last part is the stitching work of the hair, which adopts the following stitching algorithm: first, the background of the hair is changed to white by logical operation, and the background of the hair image is separated; second, the pixel points of the hair image are searched, and the hair is fixed at the same horizontal line by clipping. Thirdly, the three-channel hair image channel is divided into three single-channel hair images. The three-channel R-MagneGMagneB three-channel image is weighted fused, and the three-channel image after fusion is fused to get the mosaic image.

To explore the feasibility of diagnosing immune diseases through hair: with the continuous development and progress of information technology, how to use these techniques to help patients or doctors make preliminary diagnosis quickly and efficiently has become a hot topic. This project provides a new method for disease screening and diagnosis by exploring the correlation between hair medulla structure and disease.

Simple, non-invasive disease screening method: scanning hair samples is simple, cheap and non-invasive, which not only facilitates diagnosis and treatment, but also promotes the work efficiency of doctors, which is of positive significance to disease diagnosis.

The hair microscope macro-scanning system has been basically built: the hair micro-scanning system can automatically and quickly collect complete hair microscopic images. The built hair scanning device can be used to collect the microscopic images of each segment of the hair. By stitching the segmented hair images, a complete and non-repetitive microscopic image of the whole hair can be formed.

УДК 2

秸秆还田结合氮肥减施对东北黑土细菌真菌多样性影响

王俊凯（Wang Junkai）
东北大学（Northeastern University）
e-mail: 20207660@stu.neu.edu.cn

Summary. *Straw return to the soil and chemical fertilizer application reduction and efficiency increase are so important that we analyzed the bacterial and fungal diversity under different straw return and chemical fertilizer treatments. The results between microbial diversity and soil physico-chemical properties will provide a basis for the conservation of black soil and farmland management practices in China.*

Black soil is an important non-renewable soil resource and plays an important role in grain production. For the loss of the black soil resources in northeast China [1–2], combining with the agricultural industry structure and the natural climate conditions and increase the intensity of straw returned to work, this project study how different ways of straw returned in combing with nitrogen reduction effect the northeast black soil microbial community structure, function and the role of the relationship between soil environmental factors. We hope to solve the black soil problem by returning straw to the field and reducing fertilizer application.

This project adopted returning directly (SD), carbonized (BC) and conventional methods of straw counters-field ridge tillage with no straw returning scale (CK) and ammonia fat reduction approach of combining, through 16s/18s/ITS rDNA high-throughput sequencing technologies, and data processing software, Measurementing a variety of different conditions corporal soil physical and chemical properties of pH, total carbon (TC), total ammonia (TN), total phosphorus (TP), and effective phosphorus. This project analysis the genetic diversity of northeast black soil bacteria and fungi, at the same time, this project analysis the relationship between microbial diversity and soil physical and chemical properties.

Under the same type of straw treatment, with the increase of the amount of N applied, the quantity of the microorganism increased. According to data observation, together used with straw and nitrogen fertilizer had a significant impact on bacterial species diversity ($P < 0.001$), while separate use of straw and nitrogen fertilizer had no significant impact on bacterial species diversity and richness.When only use bio-carbon, bacterial richness and diversity reached the highest. And fungus' OTUs were not significantly different under these treatments. The differences between groups were significantly greater than the differences within groups ($P < 0.01$), and proves the rationality of grouping.

Most of samples from soil under straw returning were positively correlated with pH, AK, TC, TN, C/N, SOC.Bacteroidetes,Proteobacteria were observed to have a positive correlation with AK($P < 0.05$), pH, TC, TN, C/N, SOC. Actinobacteria, Gemmatimonadetes were negatively affected by these soil parameters and positively correlated with AP, WC and TN.All SD-treated samples were positively correlated with SOC, pH, C/N, AK and TN. Ascomycota,Blastocladiomycota were observed to have a positive correlation with TN, TP, AP and WC contents in soils.

The dominant fungal phyla across all soil samples were Ascomycota and Basidiomycota. Cluster analysis showed that returning straw shifted soil fungal community structure greater than adding biochar. Compared with CK, the relative abundance of pathogenic fungi, Fusarium,decreased in the BC treatments and SD treatments.In addition, our findings demonstrated that both SD treatments and BC treatments increased the relative abundance of Proteobacteria, regardless of N fertilization.At the genus level, all samples were dominated by genus Sphingomonas, which accounted for 5.18–8.37 % of the total sequences.

Under the BCN60 treatment, the OTUs of bacterium gradually decreased, because the microorganism compete the N in soil with straw, laying the foundation for increased dry matter accumulation and ultimately higher yields. In this study, biochar amendment significantly increased the bacterial community diversity in bulk soil This may be related to the changes of chemical properties induced by biochar amendment. The abundance of fungi is mainly regulated by the way the straw is returned to the field. The possible reasons may be the addition of straw significantly affected the water storage capacity of the soil, and the fungus was enriched due to the nature of regulating water storage.

Our data show that the bacterial phyla Proteobacteria increases upon straw application and Actinobacteria decreases upon nitrogen fertilizer application.Proteobacteria and Actinobacteria are copiotrophic taxa[3]. From the results of CCA,We hypothesized that their changes were due to treatments that changed the soil C/N .In CCA analysis, SOC was positively correlated with SD treatment, while Ascomycota,Basidiomycota was negatively correlated with SOC, indicating that straw returning reduced the amount of Ascomycota,Basidiomycota by increasing organic carbon. This is contrary to another finding (Song, Liguo, et al).

In our research, adding biochar and straw returning to the field both increase their relative abundance when nitrogen reduction is 40 % and 100 %, but decrease their relative abundance without nitrogen reduction. The result indicated that members of the Basidiomycetes could be adversely affected by high N dose [4].The decrease of relative abundance of Fusarium may hint that biochar amendment and straw returning to field could be beneficial for suppressing crop diseases [5].The abundance of Proteobacteria increased in SD and BC treatments because they mainly participated in the initial stage of straw decomposition [6].Those results indicated that both straw and biochar application altered the structure of microbial communities, while the effects of straw on the relative abundances of major bacterial phyla were higher than those of biochar.

References

1. Li, R.; Gao, Y.; Chen, Q.; Li, Z.; Gao, F.; Meng, Q.; Li, T.; Liu, A.; Wang, Q.; Wu, L.; Wang, Y.; Liu, Z.; Zhang, M., Blended controlled-release nitrogen fertilizer with straw returning improved soil nitrogen availability, soil microbial community, and root morphology of wheat. Soil and Tillage Research 2021**,** 212.
2. Song, L.; Hou, L.; Zhang, Y.; Li, Z.; Wang, W.; Sun, Q., Regular Biochar and Bacteria-Inoculated Biochar Alter the Composition of the Microbial Community in the Soil of a Chinese Fir Plantation. Forests 2020**,** 11 (9).
3. Yaliang, L.; Yan, G.; Chunsheng, W.; Hongxiang, Z.; Wenhe, H.; Chen, X.; Xifeng, C., Short-Term Straw Returning Improves Quality and Bacteria Community of Black Soil in Northeast China. Polish Journal of Environmental Studies 2022, 31 (2), 1869-1883.
4. Zhou, J.; Jiang, X.; Zhou, B.; Zhao, B.; Ma, M.; Guan, D.; Li, J.; Chen, S.; Cao, F.; Shen, D.; Qin, J., Thirty four years of nitrogen fertilization decreases fungal diversity and alters fungal community composition in black soil in northeast China. Soil Biology and Biochemistry 2016, 95, 135-143.
5. Yao, Q.; Liu, J.; Yu, Z.; Li, Y.; Jin, J.; Liu, X.; Wang, G., Three years of biochar amendment alters soil physiochemical properties and fungal community composition in a black soil of northeast China. Soil Biology and Biochemistry 2017, 110, 56-67.
6. Wang, E.; Lin, X.; Tian, L.; Wang, X.; Ji, L.; Jin, F.; Tian, C., Effects of Short-Term Rice Straw Return on the Soil Microbial Community. Agriculture 2021, 11 (6).

УДК 2

番石榴多糖的制备及其改善溃疡性结肠炎作用探索

许凯博 (Xu Kaibo)
东北大学（Northeastern University）
e-mail: 1060655043@qq.com

Summary. *Ulcerative colitis (UC) is a chronic non-specific intestinal disease, which has the characteristics of long course and easy recurrence. In recent years, more and more attention has been paid to the role of plant polysaccharides in the prevention and treatment of ulcerative colitis. Therefore, in this study, pectinase and papain were added to the extraction of guava, and the compound enzyme (pectinase+papain) assisted extraction technology of guava polysaccharide was explored through single factor experiment to prepare guava polysaccharide. Further, the UC mouse model was established by dextran sodium sulfate (DSS), and the effect of guava fruit polysaccharide on UC improvement was investigated, so as to lay a theoretical and experimental foundation for the application of guava in UC prevention and treatment.*

Guava polysaccharide has been reported to have anti-tumor, anti-inflammatory, immune enhancement, anti-aging, blood sugar lowering and intestinal micro-ecology improvement effects. However, the improvement effect of guava polysaccharide on ulcerative colitis has not been reported. Enzymatic extraction of polysaccharides has the advantages of high extraction efficiency and simple post-treatment. Studies have reported that low molecular weight polysaccharides and oligosaccharides have certain advantages in the prevention and treatment of ulcerative colitis.

A large number of crude polysaccharides were extracted by the optimum process. 16.84 g crude polysaccharides were obtained from 102 g guava powder after fat removal, and 12.53 g guava polysaccharides were obtained after protein removal and dialysis. The total sugar content of guava polysaccharide was determined by phenol-sulfuric acid method with glucose as standard. With glucose concentration mg/mL as abscissa and absorbance value A at 490 nm as ordinate, draw the standard curve to get the regression linear equation: $y = 1.0467x – 0.0016$, R2 = 0.9935. With bovine serum albumin concentration mg/mL as abscissa and absorbance value A at 595 nm as ordinate, a standard curve was drawn, and the regression linear equation was $y = 0.3095x + 0.2155$, R2 = 0.9974. Finally, the total sugar content of the prepared guava polysaccharide is 86.09 %, and the average protein content is only 0.25 %, which indicates that the purity of the prepared guava polysaccharide is high.

DSS is a kind of heparin-like sulfated polysaccharide that can inhibit blood coagulation, enhance hypoxia of colonic mucosa, and aggravate intestinal bleeding. It has been proved in the literature that C57BL/6J mice are sensitive to DSS-induced colitis, and the pathological changes are similar to those of UC in human clinical histology. Therefore, in this paper, DSS-induced C57BL/6J mouse ulcerative colitis model was used to investigate the preventive and therapeutic effects of guava fruit polysaccharide on ulcerative colitis. The results showed that the stool of the blank group mice was normal and granular. Glossy fur, normal mobility, and steady increase in body weight. After drinking 2.5% DSS water for 2 days, the mice in the model group had diarrhea in different degrees, and their skin had no normal luster, which showed obvious decline in the ability to digest food, laziness, weakness and other pathological states. On the 5th day of treatment, compared with the normal control group, the weight of mice in DSS treatment groups decreased, especially in UC model group. The weight of mice in the high-dose and low-dose groups of guava polysaccharide was higher than that in the model group . In addition, the color, energy recovery and activity of mice in each dose group of guava polysaccharide were better than those in the model group. On the 5th and 6th day of treatment, compared with UC model mice, the symptoms of diarrhea and hematochezia in guava group were mild. The DAI score of guava polysaccharide in each dose group is significantly lower than that of the model group, indicating that guava polysaccharide has a good effect of preventing and treating UC. Although the middle dose group also showed improvement effect, the effect of improving body weight was not as obvious as that of the low and high dose groups.

UC can shorten the length of colon and damage the intestinal mucosal barrier . In order to further investigate the improvement effect of guava polysaccharide on UC, the effect of guava polysaccharide on pathological tissues of mouse colon was further evaluated by naked eye observation, length measurement and tissue section. The colon length of the blank group mice is normal, and there is no obvious congestion, edema and ulceration observed by naked eyes. Compared with blank mice, UC mice in DSS model group have significantly shortened colon length, hyperemia and edema of colon mucosa, local erosion, bleeding and shallow inner wall, which involves chronic ulcer of colon mucosa of the whole mice. The colon length of mice treated with low, middle and high doses of guava polysaccharide was longer than that of DSS model group, and the symptoms of colon congestion, redness and swelling were relieved, and the inner wall ulcer was reduced, especially in the high and low dose groups of guava polysaccharide, which was better than the positive drug mesalazine.

HE staining analysis showed that the epithelial structure of colon mucosa of normal and control mice was intact, glands were distributed neatly, goblet cells were closely arranged, and there was no inflammatory infiltration. In DSS model group, colonic mucosa epithelium was severely damaged and deformed, with disordered structure, gland deformation shrinking or completely disappearing, crypt tissue atrophy or deformation, a large number of inflammatory cells infiltration in mucosa and its lower layer, and occasional crypt abscess formation. In the positive mesalazine group, goblet cells and crypts appeared, but there were still a few inflammatory cells in the conjunctival layer. Compared with the positive drug mesalazine group, guava polysaccharide group found that the colon structure was relatively complete, a large number of goblet cells appeared, and the glands were relatively complete, which was greatly improved compared with DSS model group, especially in the high dose group.

Ulcerative colitis, as a chronic and refractory bowel disease, lacks a radical cure clinically, so it is in urgent need of adjuvant therapy with high safety and little side effects. In this experiment, firstly, the extraction technology of guava polysaccharide was optimized by compound enzyme method. Through single factor method, it was determined that the extraction temperature was 70 ℃, the ratio of solid to liquid was 1: 50, papain was 500 U/g, and pectinase was 1100 U/g to obtain the highest yield of guava polysaccharide. Then, the UC mouse model was induced by DSS, and it was found that guava polysaccharide could alleviate the pathological state of UC mice at the dose of 50–250 mg/kg, and the effect of high dose guava polysaccharide was better than that of mesalazine. Although the experimental results reveal the potential of guava polysaccharide to improve ulcerative colitis, it also has some limitations. First of all, only two enzymes were selected in this experiment. The application of other enzymes, such as cellulase, in the extraction of guava polysaccharide deserves further discussion. In addition, this experiment only evaluated the effect of guava on improving ulcerative colitis at the whole animal level, and the specific molecular mechanism of its action needs further study. In addition, the guava polysaccharide used in this experiment is crude polysaccharide. Further separation and purification of guava polysaccharide, and further research on polysaccharide structure such as molecular weight analysis, monosaccharide composition, sugar chain connection sequence and position determination will help to better understand the function characteristics of guava polysaccharide and develop related products with clearer structure.

To sum up, guava crude polysaccharide has certain efficacy in preventing and treating ulcerative colitis. Guava is widely planted in South China and East China, and is rich in plant resources. Guava itself has the advantages of long fruit harvesting period, quick planting effect and strong comprehensive development and utilization, so it has a broad market prospect. The experimental results of this study will lay an experimental foundation for the optimization of the preparation technology of guava polysaccharide, and provide a scientific basis for the further development and utilization of guava and its polysaccharide components as functional foods and dietary nutritional supplements for adjuvant treatment of ulcerative colitis.

УДК 2

MODULATION OF INCRNA H19 ENHANCES RESVERATROL- INHIBITED CANCER CELL PROLIFERATION AND MIGRATION BY REGULATING ENDOPLASMIC RETICULUM STRESS

张馨月 (Zhang Xinyue), 周坤鹏 (Zhou Kunpeng), 李彦霖 (Li Yanlin)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail: lylyl1357@163.com

Summary. *The phytoalexin resveratrol exhibits anti-tumour activity in many types of cancer. In this study, we showed that resveratrol suppressed the survival of gastric tumour cells both in vivo and in vitro. Resveratrol promoted apoptosis, autophagy and endoplasmic reticulum (ER) stress in a dose-dependent manner. In conclusion, resveratrol inhibited cancer cell survival, while knockdown of lncRNA H19 resulted in increased sensitivity to resveratrol therapy.*

In recent decades, cancer- associated deaths have become the leading cause of human mortality. Among them, gastric cancer is the fourth leading cause of cancer deaths worldwide, with an estimated 0.77 million deaths in 2020. Chemotherapy is a common strategy for cancer treatment, and there have been numerous endeavours to design, develop, modify and evaluate anti- cancer drugs. Resveratrol, the best- known polyphenolic stilbenoid and exhibits many health beneficial properties, including anti- oxidation and anti- inflammatory activity. To date, a number of reports have documented the application of resveratrol in cancer treatment. Resveratrol has been shown to inhibit cellular proliferation, progression and invasiveness in various types of cancers. Several clinical trials evaluating the effects of resveratrol in cancer patients have been performed. However, reports have identified a number of limiting factors for resveratrol in human studies, including low bioavailability and potential side effects, such as mild gastrointestinal discomfort. Therefore, exploration of the underlying mechanisms in order to discover more potent cancer therapy strategies based on resveratrol treatment is still in progress.

Treatment with natural compounds frequently activates various signalling pathways, including endoplasmic reticulum (ER) stress. ER stress could either help to recover cellular homeostasis and maintain cell survival or it can induce cell death. In fact, both autophagy and ER stress have been found to contribute to the establishment of drug resistance in cancers. Correct modulating of autophagy and ER stress could facilitate the anti- tumour effects of natural compounds and help to overcome any potential subsequent chemoresistance.

The lncRNA NEAT1 has also been shown to play a role in resveratrol- mediated inhibition of proliferation, migration and invasiveness in multiple myeloma cells through modulation of the Wnt/beta- catenin signalling pathway. However, reports documenting the investigation of lncRNA in resveratrol treatment are still limited. Therefore, the present study aimed to provide evidence in support of the application of resveratrol in gastric cancer treatment by examining the modulation lncRNA- mediated cell death mechanisms.

The AKT/mTOR pathway is known to be essential for the regulation of autophagy. Analysis of AKT/mTOR phosphorylation by Western blotting indicated that exposure of SGC7901 cells to resveratrol for 24 h resulted in reduced levels of both phosphorylated AKT (Ser 473) protein and phosphorylated (activated) mTOR (Ser2448). ERK and Wnt/β- catenin are important pathways for cell survival. As shown in, phosphorylation of p38 MAPK and ERK was found to be upregulated after treatment with 50, 100 and 200 μM resveratrol. The expression of both β- catenin and Wnt3a mRNA was downregulated in resveratrol- treated cells, while β- catenin was also decreased in nuclear protein extracts from cells treated with 200 μM resveratrol. Meanwhile, immunofluorescence also confirmed that resveratrol treatment prevented the nuclear translocation of β- catenin. To summarize, these results indicate that Beclin- 1- independent autophagy was triggered in SGC7901 cells exposed to resveratrol via enhanced LC3- II formation and p62 accumulation, and AKT/mTOR, p38 MAPK/ERK and Wnt/β- catenin pathways were involved in this process.

We demonstrated that ER stress may play a role in resveratrol induced inhibition of gastric cancer cell survival. And resveratrol may inhibit cell migration by affecting the expression of EMT related genes. Resveratrol- treated A549 cells showed decreased viability and increased H19 expression, while BGC823 cells also exhibited a high level of H19 expression and similar reduced viability. Therefore, we chose lncRNA H19 for further investigation of function in resveratrol-treated gastric cancer cells. In addition, phosphorylation of AKT was decreased in cells exposed to the combined treatment. However, there was virtually no increase in β- catenin nuclear translocate induced by 50 μM resveratrol alone or in combination with H19 knockdown, when compared to the control. Overall, the role played by the Wnt/β- catenin pathway in SGC7901 gastric cancer cells should be further determined.

There are still large numbers of natural compounds that are far from being applied in a clinical setting. Demonstration of an ability to regulate genetic and epigenetic factors would strengthen the case for using such compounds in cancer therapy. Results from the present study showed that H19 was over- expressed at low concentration of resveratrol and downregulated at high concentrations. Silencing of H19 has been reported to prevent cell proliferation and migration in lung cancer by reducing methylation of E- cadherin promoter. We therefore wanted to examine the impact of downregulated H19 expression on the anti- tumour effects of resveratrol. In fact, we have previously shown that knockdown of H19 contributes to the increased sensitivity of cancer cells to pterostilbene (a dimethyl ether analog of resveratrol), reducing cell proliferation and invasiveness.

УДК 2

调控 53BP1-P53 复合物提升紫檀芪抑制肺癌侵袭转移研究

周坤鹏 (Zhou Kunpeng), 李彦霖 (Li Yanlin), 张馨月 (Zhang Xinyue)
东北大学 (Northeastern University)
e-mail:matthewzkp@163.com

Summary. *Pterostilbene is a natural resveratrol dimethylated analogue that has anticancer effects against a variety of cancers. It has better and oral absorption than resveratrol. In this paper, the molecular mechanism of p53-53BP1 complex regulating pterostilbene on the proliferation of lung cancer cells was elaborated from the aspects of the regulatory mechanism of pterostilbene on lung cancer cells.*

Human beings have made certain progress in the fight against cancer, but the cancer prevention and treatment mechanism is still in the stage of gradually being cracked and improved. Pterostilbene is a natural resveratrol dimethylated analogue that has pleiopotent anticancer effects on a variety of cancer types, and has better lipophilicity and oral absorption than resveratrol, with higher cellular absorption, and longer half-life. The initiation of programmed cell death (PCD) is a key regulatory link for a variety of anticancer drugs, which involve two main types, apoptosis and autophagy. p53 accumulation is caused by phosphorylation (p-)AKT-mediated reduction in phosphorylation of specific MDM2. Once MDM2 is phosphorylated by p-Akt, p-MDM2 translocates to the nucleus and promotes ubiquitination of the target protein. MDM2 regulates the physiological level and function of p53 in normal cells through a continuous process of monoubiquitination.

The 53BP1 gene, located on chromosomes 15q15-q21, produces tumor suppressor p53-binding protein 1 (53BP1 protein), which interacts with the DNA-binding core domain of tumor suppressor p53 and enhances p53-mediated transcriptional activation. 53BP1 promotes non-homologous end-joining (NHEJ)-mediated DSB repair and prevents HR by counteracting BRCA1's function in homologous recombination (HR). This project intends to mine relevant databases through bioinformatics technology to analyze the target information of pterostilbene affecting the biological functions of lung cancer cell A549 cell line. A549 cells were treated with different concentrations of pterostilbene at different times, and cell proliferation was measured by CCK8 method. After that, soft agar experiment was used to further determine the proliferation of pterostilbene treated cells to explore the regulatory effect of 53BP1-p53 complex on pterostilbene and its role in cancer suppression, aiming to propose a new idea for lung cancer treatment with better treatment effect and higher absorption rate.

After treating A549 cells with different concentrations of pterostilbene (0, 5, 25, 50, 100 μM) for 24 h, 48 h, and 72 h, the change in cell number was determined by CCK-8 method. After 24 h and 48 h of pterostilbene action cells, 50 and 100 μM pterostilbene significantly reduced the viability of A549 cells. After 72 h, 25, 50 and 100 μM pterostilbene treatment was able to significantly reduce cell viability.

The effect of 50 μM pterostilbene on apoptosis after 24 h, 48 h, and 72 h treatment of cells using annexin V-FITC/PI double staining method was determined. From which it can be seen that apoptosis of A549 cells can be significantly promoted after treatment with 50 μM pterostilbene.

A549 cells were treated with pterostilbene concentrations of 0, 5, 25 and 50 μM for 24 h, and then the cell cycle distribution was detected by PI method. After a certain concentration of pterostilbene treatment, lung cancer cells can be blocked in the S phase to inhibit cell proliferation.

A549 cells were treated with different concentrations of pterostilbene (0, 5, 25, 50, 75 μM) for 24 h, and the expression of the apoptotic gene was further determined using Western blot. It is revealed that compared with the control group, after treating lung cancer cells with pterostilbene, the pro-apoptotic protein in the cells can be upregulated.

This project was performed by Transwell to test A549 cells treated with pterostilbene. A549 cells were treated with 0, 5, 25, and 50 μM pterostilbene for 24 h, followed by Transwell to detect cell migration after treatment. After treatment of A549 cells with pterostilbene, cell mobility decreased significantly with concentration gradient. This result showed that pterostilbene can reduce the migration capacity of A549 cells.

1. Treatment of A549 cells with different concentrations of pterostilbene can significantly reduce cell viability; Some concentrations can significantly promote apoptosis of A549 cells; It can block lung cancer cells in the S phase and inhibit cell proliferation; It can also upregulate pro-apoptotic proteins in cells; pterostilbene can reduce the migration capacity of A549 cells; Pterostilbene treatment has a certain inhibitory effect on the increase of apoptotic protein levels in EMT cells, and has a certain inhibitory effect on cancer cell invasion and metastasis. From this, it has been proved that pterostilbene has demonstrated the inhibitory effect of pterostilbene on tumor progression.

2. After knocking down p53, the expression of p21 protein in A549 cells was inhibited, but the inhibitory effect caused by the decrease of p53 could be reversed to a certain extent after the addition of pterostilbene treatment; After the addition of pterostilbene, MDM2 expression levels decreased. After overexpression of p53, the expression of p21 protein did not change significantly, and the expression of MDM2 protein was significantly increased, while the expression of p21 and MDM2 proteins in the pterostilbene treatment group was significantly increased compared with that in the control group. This shows that p53 compound has a promoting effect on the tumor inhibitory effect of pterostilbene.

Very little is currently known about our 53BP1-p53 complex, so in future experiments, we will work to elucidate the regulatory effect of pterostilbene on the 53BP1-p53 complex, and the expected trials are as follows:

1. Cells were treated with pterostilbene and immunostained for proteins such as p53, 53BP1 and MDM2 to determine the colocalization of these genes.

2. Predict the target protein site of pterostilbene and perform 3D structural analysis on the target protein.

3. The interaction between p53 and BP531 after pterostilbene treatment was predicted by co-immunoprecipitation technology.

4. The pull-down experiment was used to further verify the binding of pterostilbene to the target protein.

УДК 004.048

HUMAN PHYSICAL ACTIVITY RECOGNITION SYSTEM

赵迪 (Zhao Di), 唐翼 (Tang Yi)
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
e-mail: 3189124246@qq.com , tangyijcb@gmail.com

Summary. *Human activity recognition (HAR) is a technique that somehow senses the human activities, analyzes the relevant information, and identifies the corresponding behaviors mode. This text introduces a kind of human physical activity recognition system based on frequency features.*

Sensor-based human behavior recognition technology was launched in the 1990s, but now Human activity recognition play an important role in many fields, for example, in China, HAR systems can be used to identify the activities of patients, so that we can know the solution of the patients; In security and surveillance system, the HAR systems can be used to identify whether drivers have tired driving, hand-held phone driving and other violations; In shopping experience, the HAR system can be used to identify the behavior of customs, that can identify the shopping habits. Nowadays, there are many kinds of HAR systems, this text introduces a HAR system based on frequency features.

HAR system based on frequency features divided into four parts: the collection of the raw data, the preprocessing of the raw data, the extraction of features and the estimation of performance of the HAR algorithm.

Nowadays, most smart phones have a large number of tri-axial acceleration sensors with low in volume, low in power consumption and stable in performance, such as accelerometers, gyroscopes, etc., which can obtain high-precision movement and environmental data in real time and have strong data perception ability. The built-in sensors of smartphones can generally be divided into three categories: dynamic, location, and environmental sensors. So we can directly use the smartphone to collection the raw data. In the text, the selection of six common activities: walking, jogging, up the stairs, down the stairs, sitting, standing.

After the data collection is the preprocessing of the row data, it includes: window segmentation with fixed window with overlapping, filtering denoising by means of sliding median filtering and third-order Butterworth low-pass filter. The preprocessing of the raw data can remove glitches and jitter well, save the waveform features of the data, make the signal smoother, and the waveform periodicity is more obvious.

Then the extracted features were be finished. Some studies suggest that the use of efficient feature extraction methods may improve the final performance better than using efficient classifiers. Frequency domain analysis can observe the characteristics of the signal according to the frequency. Generally speaking, the frequency domain analysis is relatively simple, while observing the signal in the frequency domain makes the analysis of the problem more profound and convenient. The frequency domain feature extraction algorithm adopted in this text is a fast Fourier algorithm that can transform the sample signal to the frequency domain, extract the frequency domain features of the sample signal, and facilitate the frequency domain analysis. The frequency domain characteristic parameters adopted in this paper include center of gravity frequency (FC), mean frequency (MF), root mean square frequency (RMSF), frequency standard deviation (VF), etc.

The extracted features were classified using the classification function of the SVM, and finally the six categories of human behaviors were identified. Support vector machine (Support Vector Machine), first proposed by Cortes and Vapnik in 1995, show many unique advantages in solving small sample, nonlinear and high-dimensional pattern recognition, and can be generalized to other machine learning problems such as function fitting. The SVM algorithm is a supervised learning algorithm based on interval maximization, including both linear and nonlinear models. In the text, it is a muti-class classification problem, the problem was decomposed into multiple binary classification problems, and the common methods include OVO (one vs one) and OVR (one vs rest),the text chose OVO multi-class classification algorithm.

Finally, a model of the human activity recognition system based on human physiology is developed, and this activity recognition algorithm can effectively identify 6 daily physical activities with an average accuracy of over 99 %.

Научное издание

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ – 2022

Сборник материалов
IX Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума

10–11 ноября 2022 года

ТОМ 1

Подписано в печать 12.12.2022. Формат 60×84 $^{1}/_{8}$. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 23,48. Уч.-изд. л. 14,43. Тираж 100. Заказ 745.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.