



ISSUE №17

Part №1




International periodic scientific journal

—*ONLINE*

www.moderntechno.de

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 98.95)



MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Issue №17

Part 1

October 2021

Published by:
Sergeieva&Co
Karlsruhe, Germany

Editor: Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*
Scientific Secretary: Kuprienko Sergey, *PhD in technical sciences*

Editorial board: More than 230 doctors of science. Full list on pages 4

UDC 08
LBC 94
DOI: 10.30890/2567-5273.2021-17-01

Published by:
Sergeieva&Co
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe, Germany
e-mail: editor@moderntechno.de
site: www.moderntechno.de

Copyright
© Authors, 2021



About the journal

The International Scientific Periodical Journal "Modern Technology and Innovative Technologies" has been published since 2017 and has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.

Periodicity of publication: Quarterly

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

Each article in the journal includes general information in English. The journal is registered in INDEXCOPERNICUS.

Sections of the Journal:

Library of Congress Classification Outline	Sections
Subclass TJ / TJ1-1570	Mechanical engineering and machinery
Subclass TK / TK1-9971	Electrical engineering.
Subclass TA / TA165	Engineering instruments, meters, etc. Industrial instrumentation
Subclass TK / TK5101-6720	Telecommunication
Subclass TK / TK1-9971	Electrical engineering. Electronics. Nuclear engineering
Subclass TN / TN1-997	Mining engineering. Metallurgy
Subclass TS / TS1950-1982, TS2120-2159	Animal products., Cereals and grain. Milling industry
Subclass TS / TS1300-1865	Textile industries
Subclass TK / TK7800-8360	Electronics
Subclass T / T55.4-60.8	Industrial engineering. Management engineering
Subclass T / T351-385	Mechanical drawing. Engineering graphics
Subclass TA / TA1001-1280, Subclass TL / TL1-484, Subclass TE / TE1-450, Subclass TF / TF1-1620	Transportation engineering, Motor vehicles. Cycles, Highway engineering. Roads and pavements, Railroad engineering and operation
Subclass TH / TH1-9745	Building construction
Subclass T / T55-55.3	Industrial safety. Industrial accident prevention
Additional sections	Innovative economics and management, Innovations in pedagogy, Innovative approaches in jurisprudence, Innovative philosophical views

Requirements for articles

Articles should correspond to the thematic profile of the journal, meet international standards of scientific publications and be formalized in accordance with established rules. They should also be a presentation of the results of the original author's scientific research, be inscribed in the context of domestic and foreign research on this topic, reflect the author's ability to freely navigate in the existing bibliographic context on the problems involved and adequately apply the generally accepted methodology of setting and solving scientific problems.

All texts should be written in literary language, edited and conform to the scientific style of speech. Incorrect selection and unreliability of the facts, quotations, statistical and sociological data, names of own, geographical names and other information cited by the authors can cause the rejection of the submitted material (including at the registration stage).

All tables and figures in the article should be numbered, have headings and links in the text. If the data is borrowed from another source, a bibliographic reference should be given to it in the form of a note.

The title of the article, the full names of authors, educational institutions (except the main text language) should be presented in English.

Articles should be accompanied by an annotation and key words in the language of the main text and must be in English. The abstract should be made in the form of a short text that reveals the purpose and objectives of the work, its structure and main findings. The abstract is an independent analytical text and should give an adequate idea of the research conducted without the need to refer to the article. Abstract in English (Abstract) should be written in a competent academic language.

The presence of UDC, BBK

Acceptance of the material for consideration is not a guarantee of its publication. Registered articles are reviewed by the editorial staff and, when formally and in substance, the requirements of the journal are sent to peer review, including through an open discussion using the web resource www.sworld.education

Only previously unpublished materials can be posted in the journal.

Regulations on the ethics of publication of scientific data and its violations

The editors of the journal are aware of the fact that in the academic community there are quite widespread cases of violation of the ethics of the publication of scientific research. As the most notable and egregious, one can single out plagiarism, the posting of previously published materials, the misappropriation of the results of foreign scientific research, and falsification of data. We oppose such practices.

The editors are convinced that violations of copyrights and moral norms are not only ethically unacceptable, but also serve as a barrier to the development of scientific knowledge. Therefore, we believe that the fight against these phenomena should become the goal and the result of joint efforts of our authors, editors, reviewers, readers and the entire academic community. We encourage all stakeholders to cooperate and participate in the exchange of information in order to combat the violation of the ethics of publication of scientific research.

For its part, the editors are ready to make every effort to identify and suppress such unacceptable practices. We promise to take appropriate measures, as well as pay close attention to any information provided to us, which will indicate unethical behavior of one or another author.

Detection of ethical violations entails refusal to publish. If it is revealed that the article contains outright slander, violates the law or copyright rules, the editorial board considers itself obliged to remove it from the web resource and from the citation bases. Such extreme measures can be applied only with maximum openness and publicity.



Editorial board

- Averchenkov Vladimir Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Bryansk State Technical University, Russia
- Angelova Polyana Georgieva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Economic Academy D A Tsenova, Svishov, Bulgaria, Bulgaria
- Animica Evgenij Georgievich, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Ural State University of Economics, Russia
- Antonov Valerij Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute", Ukraine
- Antrapceva Nadezhda Mihajlovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Ahmadiev Gabdulahat Malikovich, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazan (Volga) Federal University, Russia
- Bazheva Rima Chamalovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H M Berbekov, Russia
- Batyrgareeva Vladislava Stanislavovna, Doctor of Law, Research Institute for the Study of Crime Problems named after academician V V Stashisa NAPRN of Ukraine, Ukraine
- Bezdenzhyh Tatjana Ivanovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, St Petersburg State University of Economics, Russia
- Blatov Igor Anatolevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Russia
- Burda Aleksey Grigorevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Buharina Irina Leonidovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Udmurt State University, Russia
- Bushueva Inna Vladimirovna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Medical University, Ukraine
- Bykov Yuriy Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering, Russia
- Velichko Stepan Petrovich, Doctor of Education, Professor, Kirovograd State Pedagogical University named after Vladimir Vinnichenko, Ukraine
- Vizir Vadim Anatolevich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Medical University, Ukraine
- Vozhegova Raisa Anatolevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Volgireva Galina Pavlovna, Candidate of Historical Sciences, assistant professor, Perm State University, Russia
- Voloh Dmitriy Stepanovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, A A National Medical University Pilgrim, Ukraine
- Vorozhbitova Aleksandra Anatolevna, Doctor of Philology, Professor, Sochi State University, Russia
- Gavrilenko Nataliya Nikolaevna, Doctor of Education, assistant professor, Peoples' Friendship University of Russia, Russia
- Georgievskij Gennadiy Viktorovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, senior scientific employee, SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for the Quality of Medicines", Ukraine
- Getman Anatolij Pavlovich, Doctor of Law, Professor, National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine
- Gilev Gennadiy Andreevich, Doctor of Education, Professor, Moscow State Industrial University, Russia
- Goncharuk Sergey Mironovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
- Granovskaya Lyudmila Nikolaevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Grebeva Nadezhda Nikolaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
- Grizodub Aleksandr Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, SE "Ukrainian Scientific Center for the Quality of Medicines", Ukraine
- Gricenko Svetlana Anatolevna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Ural State Academy of Veterinary Medicine, Russia
- Gudzenko Aleksandr Pavlovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Lugansk State Medical University, Ukraine
- Demidova V G., candidate of pedagogical sciences, assistant professor, Ukraine
- Denisov Sergey Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russia
- Dorofeev Andrey Viktorovich, Doctor of Education, assistant professor, Bashkir State University, Russia
- Doroshina Elena Yurevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, G V Russian University of Economics, Plekhanov, Russia
- Ermagambet Bolat Toleuhanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Director of the Institute of Coal Chemistry and Technology LLP, Kazakhstan
- Zhovtonog Olga Igorevna, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Water Problems and Land Reclamation NAAS, Ukraine
- Zaharov Oleg Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Technical University, Russia
- Zubkov Ruslan Sergeevich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Nikolaev Interregional Institute for Human Development of the Higher Educational Institution "University of Ukraine", Ukraine
- Irzhi Hahula, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, FLKR - T Bati University, Zlín, Czech
- Kalajda Vladimir Timofeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Tomsk State University, Russia
- Kalenik Tatjana Kuzminichna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Far Eastern Federal University, Russia
- Kantarovich Yu L., Ph D in History of Arts, Odessa National Music Academy, Ukraine
- Kapitanov Vasilij Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Karpova Nataliya Konstantinovna, Doctor of Education, Professor, South Federal University, Russia
- Kafarskiy Vladimir Ivanovich, Doctor of Law, Professor, Director of Science Center of Ukrainian Constitutionalism, Ukraine
- Kirillova Elena Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Kirichenko Aleksandr Anatolevich, Doctor of Law, Professor, Ukraine
- Klimova Natalya Vladimirovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Knyazeva Olga Aleksandrovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Bashkir State Medical University, Russia
- Kovalenko Elena Mihajlovna, doctor of philosophical science, Professor, South Federal University, Russia
- Kovalenko Petr Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Kokebaeva Gulnazar Kenenovna, Doctor of Historical Sciences, Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
- Kondratov Dmitriy Vyacheslavovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, assistant professor, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Russia
- Kopej Bogdan Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
- Kosenko Nadezhda Fedorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Ivanovo State University of Chemical Technology, Russia
- Kostenko Vasilij Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine
- Kotlyarov Vladimir Vladislavovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Kochinev Yuriy Yurevich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, St Petersburg State Polytechnic University, Russia
- Kravchuk Anna Viktorovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Academy of the State Prison Service, Ukraine
- Kruglov Valerij Mihajlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering, Russia
- Kuderin Marat Krykbaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, PSU named after S Toraygrovna, Kazakhstan
- Kurmayev Petr Yurevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Uman State Pedagogical University named after Pavel Tychnya, Ukraine
- Kuhar Elena Vladimirovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Kazakh Agro Technical University S Seifullina, Kazakhstan
- Lapkina Inna Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Latygina Natalya Anatolevna, Doctor of Political Science, Professor, Kiev National University of Trade and Economics, Ukraine
- Lebedev Anatolij Timofeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Stavropol State Agrarian University, Russia
- Lebedeva Larisa Aleksandrovna, candidate of psychological sciences, assistant professor, Mordovian State University, Russia
- Lipich Tamara Ivanovna, doctor of philosophical science, assistant professor, Belgorod State University, Russia
- Lomotko Denis Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine
- Lyskova Larisa Vladimirovna, Doctor of Philology, assistant professor, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Russia
- Lyalkina Galina Borisovna, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia
- Majdanyuk Irina Zinovievna, doctor of philosophical science, assistant professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Makarova Irina Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazan (Volga) Federal University, Russia
- Maksim Viktor Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Malahov A V., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Ukraine
- Makaveeva Anna Vasilevna, Doctor of Sociology, assistant professor, Altai State University, Russia
- Melnik Alyona Alekseevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Kiev National University of Technology and Design, Ukraine
- Milyaeva Larisa Grigorevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Biysk Technological Institute (branch) "Altai State Technical University named after I I Polzunova", head of the department of business economics, Russia
- Mishenina Tatjana Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Kryvyi Rih State Pedagogical University, Ukraine
- Mogilevskaya I M., candidate of pedagogical sciences, Professor, Ukraine
- Moisejkina Lyudmila Guchaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Kalmyk State University, Russia
- Morozov Aleksey Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Morozova Tatjana Yurevna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Instrument Engineering and Computer Science, Russia
- Nefedeva Elena Eduardovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Volgograd State Technical University, Russia
- Nikolaeva Alla Dmitrievna, Doctor of Education, Professor, Northeast Federal University named after M K Ammosova, Russia
- Orlov Nikolaj Mihajlovich, Doctor of Science in Public Administration, assistant professor, Academy of Internal Troops of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Department of Operational Conquest of the BB, Ukraine
- Otepova Gulmira Elubayevna, Doctor of Historical Sciences, Professor, Pavlodar State Pedagogical Institute, Kazakhstan
- Pavlenko Anatolij Mihajlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Poltava National Technical University Yuri Kondratyuk, Ukraine
- Parunakyan Vaagn Emilevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Priazov State Technical University, Ukraine
- Patyka Nikolaj Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National Scientific Center "Institute of Agriculture of NAAS", Ukraine
- Pahomova Elena Anatolevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, International University of Nature, Society, and Man "Dubna", Russia
- Pachurin German Vasilievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Nizhny Novgorod State Technical University R E Alekseeva, Russia
- Pershin Vladimir Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Tambov State Technical University, Russia
- Piganov Mihail Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Samara State Aerospace University named after academician S P Queen, Russia
- Polyakov Andrey Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vinnitsa National Technical University, Ukraine
- Popov Viktor Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Technical University, Russia
- Popova Taisiya Georgievna, Doctor of Philology, Professor, Peoples' Friendship University of Russia, Russia
- Rastrygina Alla Nikolaevna, Doctor of Education, Professor, Kirovograd State Pedagogical University named after Vladimir Vinnichenko, I Shevchenko, Kropyvnytskyi, Ukraine
- Rebezov Maksim Borisovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russia
- Reznikov Andrey Valentinovich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Moscow State Technological University "Stankin", Russia
- Rokochinskij Anatolij Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Water Resources and Environmental Management, Ukraine
- Romashenko Mihail Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Rylov Sergey Ivanovich, PhD in Economics, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Safarova Nelli Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Sochi State University, Russia
- Safarov Artur Mahmudovich, Doctor of Philology, Senior Lecturer, Russia
- Svetlov Viktor Aleksandrovich, doctor of philosophical science, Professor, Petersburg State University of Railway Engineering, Russia
- Semencov Georgij Nikiforovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
- Sentyabrev Nikolaj Nikolaevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Academy of Physical Culture, Russia
- Sidorovich Marina Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Kherson State University, Ukraine
- Sistota Naum Mihajlovich, Doctor of Political Science, Professor, State University of Aerospace Instrumentation, Russia
- Smirnov Evgenij Ivanovich, Doctor of Education, Professor, Yaroslavl State Pedagogical University named after K D Ushinsky, Russia
- Sokolova Nadezhda Gennadevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Izhevsk State Technical University, Russia
- Starodubcev Vladimir Mihajlovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Stegnij Vasilij Nikolaevich, Doctor of Sociology, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia
- Stepenko Valerij Efremovich, Doctor of Law, assistant professor, Pacific State University, Russia
- Stovpeev Olexsandr Vasilovich, Doctor of Philosophy, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Stovpeev Vasil Grigorevich, Candidate of Philology, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Strelkova Elena Dmitrievna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, South Russian State Technical University (NPI), Russia
- Suhenko Yuriy Grigorevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Suhova Mariya Gennadevna, Doctor of Geographical Sciences, assistant professor, Gorno-Altai State University, Russia
- Tarariko Yuriy Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine
- Tarassenko Larisa Viktorovna, Doctor of Sociology, Professor, South Federal University, Russia
- Testov Boris Viktorovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Tobolsk Integrated Scientific Station, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Tobolsk, Russia
- Tokareva Natalya Gennadevna, Candidate of Medical Sciences, assistant professor, Medical Institute FSBEI HE "Moscow State University named after NP Ogarev, Russia
- Tolbatov Andrey Vladimirovich, candidate of technical sciences, assistant professor, Sumy National Agrarian University, Ukraine
- Tonkov Evgenij Evgenievich, Doctor of Law, Professor, Law Institute of the National Research University Belgorod State University, Russia
- Trigub Petr Nikitovich, Doctor of Historical Sciences, Professor, Ukraine
- Tungushbaeva Zina Bajbagusovna, Doctor of Biological Sciences, Kazakh National Pedagogical University named after Abay, Kazakhstan
- Usenko Sergey Angolovich, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Nikolaev State University named after V O Sukhomlinsky, Ukraine
- Fateeva Nadezhda Mihajlovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Tyumen State University, Russia
- Fatyhova Alevtina Leontevna, Doctor of Education, assistant professor, Bashkir State University (Sterlitamak branch), Russia
- Fedorishin Dmitro Dmitrovich, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine



- Fedotova Galina Aleksandrovna, Doctor of Education, Professor, Novgorod State University, Russia
- Fedyanina Lyudmila Nikolaevna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Far Eastern Federal University, Russia
- Habibullin Rifat Gabdulhakovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazan (Volga) Federal University, Russia
- Hodakova Nina Pavlovna, Doctor of Education, assistant professor, Moscow City Pedagogical University, Russia
- Hrebina Svetlana Vladimirovna, Doctor of Psychology, Professor, Pyatigorsk State Linguistic University, Russia
- Chervoniy Ivan Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Engineering Academy, Ukraine
- Chigirinskaya Natalya Vyacheslavovna, Doctor of Education, Professor, Volgograd State Technical University, Russia
- Churekova Tatyana Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Russia
- Shajko-Shajkovskij Aleksandr Gennadevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chernivtsi National University Y Fedkovich, Ukraine
- Shapovalov Valentin Valerevich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine
- Shapovalov Valerij Vladimirovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkiv Regional State Administration, Ukraine
- Shapovalova Viktoriya Alekseevna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine
- Sharagov Vasilij Andreevich, Doctor of Chemical Sciences, assistant professor, Balti State University "Alecu Russo", Moldova
- Shevchenko Larisa Vasilevna, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Shepitko Valerij Yurevich, Doctor of Law, Professor, National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine
- Shibaev Aleksandr Grigorevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Shishka Roman Bogdanovich, Doctor of Law, Professor, National Aviation University, Ukraine
- Sherban Igor Vasilevich, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Russia
- Elezovich M Dalibor, Doctor of Historical Sciences, assistant professor, Pristina University K Mitrovica, Serbia
- Yarovenko Vasilij Vasilevich, Doctor of Law, Professor, Admiral G I Maritime State University Nevelsky, Russia
- Yacenko Aleksandr Vladimirovich, Professor, Institute of Maritime Economics and Entrepreneurship, Scientific Research Design Institute of the Marine Fleet of Ukraine, Ukraine
- Evstropov Vladimir Mikhailovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Russian Customs Academy, Russia
- Kononova Alexandra Evgenievna, PhD in Economics, docent, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine
- Svitlana Titova, PhD in Geography, docent, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
- Tatarchuk Tetiana, PhD in technical sciences, NU "Zaporizhzhya Polytechnic", Ukraine
- Chupakhina Svitlana Vasyliivna, PhD in pedagogical sciences, docent, Vasil Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine
- Boiko Ruslan Vasiliovich, PhD in Economics, docent, Khmelnytsky National University, Ukraine
- Voropayeva Tetiana Sergiivna, PhD in Psychology, docent, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
- Zakharenko Natalia, PhD in Economics, Priazov State Technical University, Ukraine
- Kirkin Oleksandr Pavlovich, PhD in technical sciences, docent, Priazov State Technical University, Ukraine
- Kyianovskiy Aleksandr Moiseevich, PhD in Chemistry, docent, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Tharkahova Irina Grigorevna, PhD in Economics, docent, Adyge State University, Russia
- Vitroviy Andriy Orestovych, PhD in technical sciences, docent, Ternopil National Economic University, Ukraine
- Khodakivska Olga, Doctor of Economic Sciences, senior research assistant, National Research Center "Institute of Agrarian Economics", Ukraine
- Shatkovskiy Andrii, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Water Problems and Melioration of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Katerynychuk Ivan Stepanovych, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Academy of the State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytsky, Ukraine
- Goncharenko Igor Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Ukraine
- Gornostaj Oryslava Bogdanivna, PhD in technical sciences, docent, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
- Stanislavchuk Oksana Volodymyrivna, PhD in technical sciences, docent, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
- Mirus Oleksandr-Zenovij Lvovich, PhD in Chemistry, docent, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
- Nashynets-Naumova Anfisa, Doctor of Law, docent, Boris Grinchenko Kyiv University, Ukraine
- Kyselov Iurii Oleksandrovych, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Uman National University of Horticulture, Ukraine
- Smutchak Zinaida Vasyliivna, Doctor of Economic Sciences, docent, Flight Academy of the National Aviation University, Ukraine
- Polenova Galina Tikhonovna, Doctor of Philology, Professor, Rostov-on-Don State University of Economics, Russia
- Makeeva Vera Stepanovna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Russia
- Bunchuk Oksana, Doctor of Law, docent, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine
- Gladukh Ievgenii, Doctor of Pharmacy, Professor, National University of Pharmacy, Ukraine
- Benera Valentuna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Taras Shevchenko Regional Humanitarian-Pedagogical Academy of Kremenets, Ukraine
- Demyanenko Natalia, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Taras Shevchenko Regional Humanitarian-Pedagogical Academy of Kremenets, Ukraine
- Makarenko Andriy Viktorovich, PhD in pedagogical sciences, docent, Donbass State Pedagogical University, Ukraine
- Kharkovliuk-Balakina Natalia, PhD in biological sciences, docent, State Institution "Institute of Gerontology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Ukraine
- Chushenko Valentina Mykolajivna, PhD in pharmaceutical sciences, docent, National Pharmaceutical University, Ukraine
- Malinina Nina Lvovna, doctor of philosophical science, docent, Far Eastern Federal University, Russia
- Brukhansky Ruslan Feoktistovich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Western Ukrainian National University, Ukraine
- Zastavetska Lesya Bogdanovna, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Ternopil National Pedagogical University named after V Gnatyuk, Ukraine
- Kalabska Vira Stepanivna, PhD in pedagogical sciences, docent, Uman State Pedagogical University named after Pavel Tychnia, Ukraine
- Kutishchev Stanislav Nikolaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, VSTU, Russia
- Pikas Olha Bohdanivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, National Medical University named after A A Bogomolets, Ukraine
- Shepel Yuri Alexandrovich, Doctor of Philology, Professor, Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine
- Kuris Yuri Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Zaporizhzhya National University, Ukraine
- Kalinichenko Irina Alexandrovna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Sumy State Pedagogical University named after A S Makarenko, Ukraine
- Kagermazova Laura Tsraevna, Doctor of Psychology, Professor, Chechen State Pedagogical Institute, Russia
- Kravchenko Olena Ivanivna, Doctor of Pedagogical Sciences, assistant professor, Luhansk National Taras Shevchenko University, Ukraine
- Redkous Vladimir Mikhailovich, Doctor of Law, Professor, Institute of State and Law of the Russian Academy of Sciences, Russia
- Evstropov Vladimir Mikhailovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Russian Customs Academy, Russia
- Kononova Alexandra Evgenievna, PhD in Economic Sciences, assistant professor, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine
- Svitlana Titova, PhD in Geography, assistant professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
- Tatarchuk Tetiana, PhD in Technical Sciences, Zaporizhzhya Polytechnic, Ukraine
- Chupakhina Svitlana Vasyliivna, PhD in Pedagogical Sciences, assistant professor, Vasil Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine
- Boiko Ruslan Vasiliovich, PhD in Economic Sciences, assistant professor, Khmelnytsky National University, Ukraine
- Voropayeva Tetiana Sergiivna, PhD in Psychology, assistant professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
- Kirkin Oleksandr Pavlovich, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Priazovskiy State Technical University, Ukraine
- Kyianovskiy Aleksandr Moiseevich, PhD in Chemistry, assistant professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Tharkahova Irina Grigorevna, PhD in Economic Sciences, assistant professor, Adyge State University, Russia
- Vitroviy Andriy Orestovych, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Ternopil National Economic University, Ukraine
- Khodakivska Olga, Doctor of Economic Sciences, senior researcher, National Research Center "Institute of Agrarian Economics", Ukraine
- Shatkovskiy Andrii, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Katerynychuk Ivan Stepanovych, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Academy of the State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytsky, Ukraine
- Goncharenko Igor Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Ukraine
- Gornostaj Oryslava Bogdanivna, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
- Belotserkovets Vladimir Viktorovich, Doctor of Economic Sciences, Professor, National Metallurgical Academy of Ukraine, Ukraine
- Lopuch Piotr Stepanovich, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Belarusian State University, Belarus
- Shvets Iryna Borysovna, Doctor of Arts, Professor, Vinnytsia State Pedagogical University named after M Kotsyubynsky, Ukraine
- Morozov Oleg Viktorovich, Doctor of Historical Sciences, assistant professor, University of Customs and Finance, Ukraine
- Vykhrushch Vira Oleksandriivna, Doctor of Pedagogy, professor, National University "Lviv Polytechnic", Ukraine
- Okhrimenko Viacheslav Mykolaiovich, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Kharkiv National University of Municipal Economy named after A M Bektova, Ukraine
- Podchashynskiy Yurii Oleksandrovych, Doctor of Technical Sciences, professor, Zhytomyr Polytechnic, Ukraine
- Blavych Halyna Vasyliivna, Doctor of Pedagogy, professor, Vasil Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine
- Hurin Ruslan Serghiyovych, PhD in Pedagogical Sciences, assistant professor, South Ukrainian National Pedagogical University named after K D Ushinsky, Ukraine
- Sukhomlinov Anatolii Ivanovich, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Far Eastern Federal University, Russia
- Popova Julia Mikhailivna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Poltava State Agrarian University, Ukraine
- Kononenko Mykhailo Mykhaylovych, PhD in Public Administration, assistant professor, Poltava raionna glad, Ukraine
- Muliar Volodymyr Ilyich, Doctor of Philosophical Science, Professor, Zhytomyr Polytechnic, Ukraine
- Yefimova Olha Mykolajivna, PhD in Pedagogical Sciences, Senior Lecturer, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Khymai Natalia Ihorivna, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Zarivna Oksana Tymofiyivna, PhD in Pedagogical Sciences, assistant professor, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Shalova Natalia Stanislavivna, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Mitina Lubov Sergiivna, PhD in Philology, assistant professor, Kharkiv State Academy of Culture, Ukraine
- Suima Irina Pavlivna, PhD in Philology, Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine
- Medynska Tetiana Igorivna, PhD in Economics, assistant professor, Rivne State Humanitarian University, ORCID 0000-0001-6838-6403, Ukraine
- Vekua Oksana Vitalevna, PhD in Philology, assistant professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
- Shilo Zhanna Stepanivna, PhD in Economics, assistant professor, National University of Water Resources and Environmental Management, ORCID 0000-0002-2669-6734, Ukraine
- Chiladze Georgiy Bidzinovich, Doctor of Law, Professor, University of Georgia, Georgia
- Kolomiets Tetiana Vyacheslavivna, PhD in Philosophy, National Medical University named after A A Bogomolets, ORCID 0000-0002-5335-7789, Ukraine
- Fonar Liudmyla, PhD in technical sciences, Odessa National Polytechnic University, ORCID 0000-0002-7478-6742, Ukraine
- Melnik Marharyta, PhD in technical sciences, assistant professor, Odessa National Polytechnic University, ORCID 0000-0003-0619-7281, Ukraine
- Cuznetov Alexandru Serghei, PhD in Law, assistant professor, Moldavian State University, ORCID 0000-0002-2738-5620, Moldova
- Yelnikova Mariia, PhD in political science, National Pedagogical University named after M P Dragomanov, ORCID 0000-0001-9250-4684, Ukraine
- Pysmenna Olena, PhD in Law, assistant professor, Donetsk National University named after Vasily Stus, Ukraine
- Knyazeva Maryna Vladislavovna, Kharkiv National University V N Karazin, Ukraine
- Khara Maryna Volodymyrivna, PhD in technical sciences, assistant professor, SHEE "Priazov State Technical University", Ukraine
- Nikolaienko Iryna Volodymyrivna, PhD in technical sciences, assistant professor, SHEE "Priazov State Technical University", Ukraine
- Malinovskiy Yuriy Alexandrovich, PhD in technical sciences, assistant professor, OSB "Kryvyi Rih Professional College of the National Aviation University", Ukraine
- Andrii Tkachuk, PhD in technical sciences, assistant professor, State University "Zhytomyr Polytechnic", Ukraine
- Shablii Tetiana Petrivna, PhD in Medical Sciences, assistant professor, Odessa National Medical University, ORCID 0000-0003-3114-3728, Ukraine
- Zaiachkivska Oksana Vasulivna, PhD in Economics, assistant professor, NUVGP, ORCID 0000-0002-8792-9204, Ukraine



UDC 004.2

ESTIMATION OF COSMIC RADIATION ON FREE SPACE OPTICAL COMMUNICATION LINES

Nazarii Blazhennyi

Senior Lecturer

ORCID: 0000-0002-3826-7400

Department of Mobile and Video Information Technologies,

State University of Telecommunications,

Kyiv, street Solomyanska, 7, 03110

Abstract. Free Space Optical communication has gained significant importance in the present times due to its widespread uses and advantages over traditional telecommunication techniques. For further advancements in this field, it is important to develop techniques that can estimate the amount of cosmic radiations and their influence on signals when they are in transmission. The article discusses the philosophy of reverse engineering of noise tapping filters in Free Space Optical Communication systems to suggest methods to measure the cosmic radiations effects present in the signal. The article, in detail, discusses two specific algorithms which deal with processing the received signal in either pixels or bits. The processed signal is then compared against reference values to get an estimate of the cosmic radiations in terms of cosmic noise. The estimated result thus obtained can be utilised for developing more refined techniques in the future.

Key words: Free Space Optical Communication, cosmic radiation, cosmic noise, spatial filters, reverse engineering, received signal processing, message pixels, ideal pixels, correction factor, gamma radiations.

Introduction.

The advent of optical communication revolutionised the field of telecommunication. It speedily overcame the issues posed by Radio Frequency (RF) communications by eliminating the restriction of spectrum usage. Further research in the same led to the development of “Wireless Optical communication” (WOC). WOC utilises optical carriers, travelling in free space to transmit information, without the need of wires or cables. Depending on the range and location of usage, WOC can be classified into indoor and outdoor systems. Outdoor WOC is better known as Free Space Optical communication (FSO). FSO attract a lot of attention due to their high sensitivity, ability to transmit large amounts of data over longer distances and better receiver capacity. Despite being the possessor of a large array of advantages, FSO is quite vulnerable to a number of factors due to its non-dependence on a guided channel. It is highly sensitive to atmospheric turbulence, mitigation and alteration due to background radiations etc. Although the background radiations can be reduced using optical filtering, the signal itself can be affected by the radiations while in transmission and therefore it has become extremely important to develop methods to optimally measure the amount of radiation present in the received signal so that steps can be taken for its reduction to preserve signal quality. The attenuation and the influence of the cosmic radiations is observed as cosmic noise on the receiver end.

The optimal methodology to estimate the amount of cosmic radiation is by analysing the received signal against an ideal signal profile and taking into considerations all criterions for attenuation other than radiation effects. The net difference can give an approximate value of the cosmic radiation and its effect. This



approximate value can then be refined and used for further iterations. In real life, the cosmic radiation effects, known as noise, are mitigated using spatial filters along with modulation techniques. The theory of these filters can be used to calculate the actual amount of radiation by simple extrapolations and reverse engineering. Several algorithms have been developed to carry out these procedures and are discussed further in this article.

- Estimation processing the received signal in pixels: -

An algorithm was developed by Dr Goyal Himani Sharma and George Yuvaraj to reduce cosmic noise in FSO signals. This method made use of the technique of processing the received signals in pixels.

Assumptions: - The algorithm was developed with certain assumptions to simplify the math related to the FSO communication system.

1. The communication in study would be terrestrial or extra-terrestrial.
2. The system was assumed to be free of all turbulence mediums other than cosmic radiation.

Requirements: -

1. FSO system with transmitter and receiver (a camera in our case) within range.
2. Memory and control unit.
3. Reference values (ideal signal)

Once the signal is received, the data packet is processed and corresponding RGB colour codes are obtained. Now the pixels for sampling are selected

1. Message Pixels: - These pixels are the ones that have been processed from the received signal and contain the cosmic noise. The mean average of these pixels gives the received signal, i.e., if we consider the RGB code of a particular pixel as (a_x, b_y) , where the RGB code is designated in coordinate system with corresponding pixel notation and the mean value is stated as S_f . Now if $i*j$ is the number of pixels sampled and the numerator represents the algebraic sum of RGB values for all the pixels in $i*j$, then

$$S_f = \frac{\sum a_i.b_i + \dots a_i.b_{i+1} + \dots + a_{i+1}.b_i + \dots + a_j.b_j}{i \times j}$$

If there are more than one signal or bit being transmitted as a packet then S_f can be managed as a range of average values.

2. Ideal Pixels: - These are the pixels which do not carry any message but can provide information pertaining to cosmic radiation is when processed. Similar to message pixels, their mean value gives I_f

$$I_f = \frac{\sum a_i.b_i + \dots a_i.b_{i+1} + \dots + a_{i+1}.b_i + \dots + a_j.b_j}{i \times j}$$



Although not mandatory, it is recommended to have ideal pixels which have a RGB value of around [255-255-255] since this colour code reflects the entire visible spectrum. It simplifies and aids the detection of cosmic noise in the message pixels.

Now, reference values are included in the processing. Reference values (I_r) are predetermined RGB values with tolerances for the message or ideal pixels.

A correction value for message pixels is computed as the difference between the reference values and the ideal pixels.

Finally, the corrected signal is obtained by combining the correction value to the message pixels. The algorithm developed by Dr Goyal Himani Sharma and George Yuvaraj computed this corrected signal with noise tapped out. Hence, we can modulate this algorithm to equate the cosmic noise to C_f .

$$C_f = I_f - I_r$$

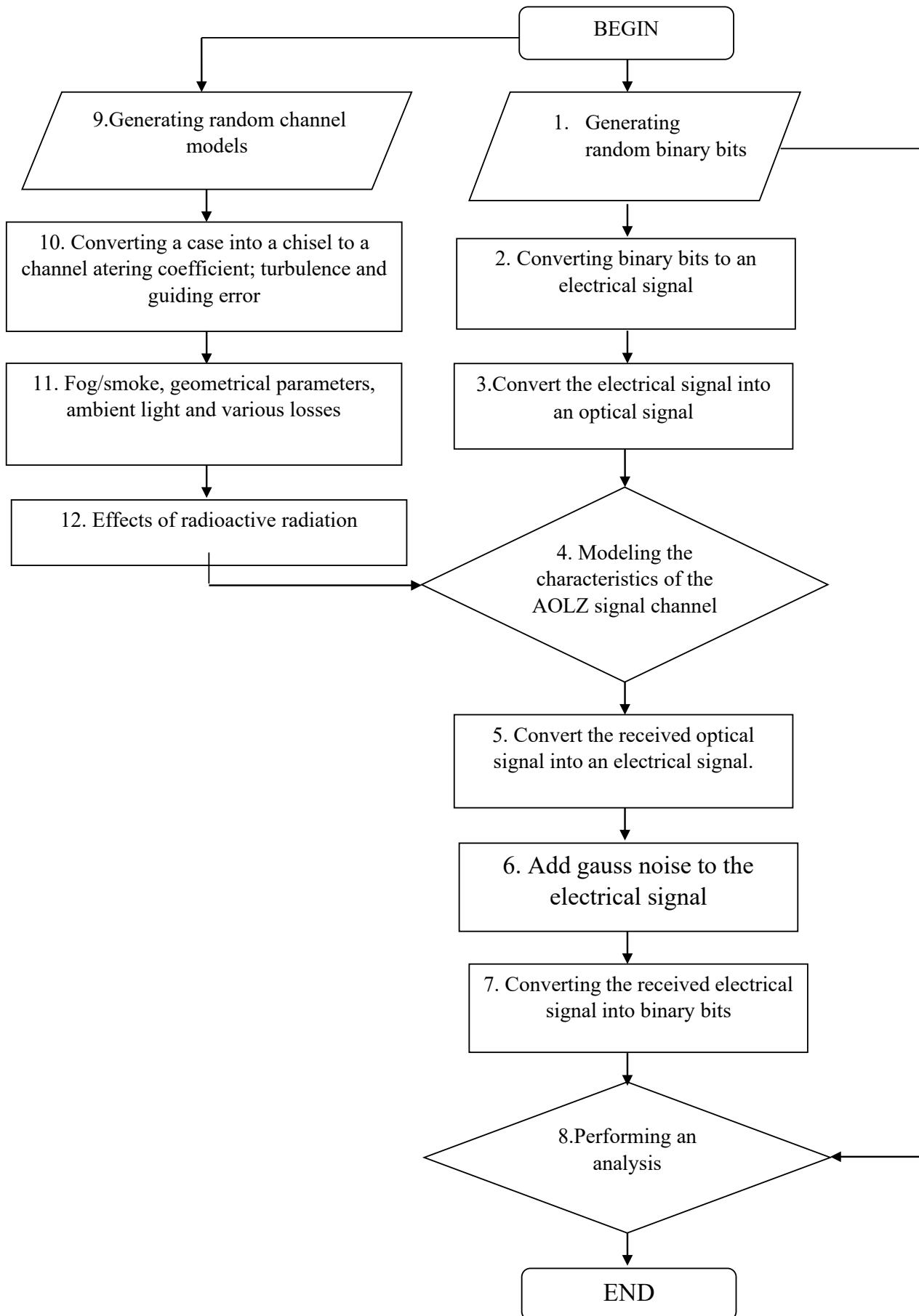
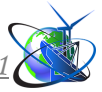
Thus, the algorithm estimated the cosmic radiation in the received signal by processing the signal in terms of pixels.

1. Start process
2. Rx Images
3. Choose appropriate sampling coordinates(a_i, b_j)
4. Convert pixels into RGB colour codes using image processing
5. Memory Unit S_f & I_f
6. $C_f = I_f - I_r$; where I_r is the predetermined reference value.
7. Scorected $\leftarrow S_f + C_f$
8. C_f gives an estimate of cosmic noise.
9. End Process.

- Estimation processing the received signal in bits: -

Another method for estimating the cosmic radiation can be by processing the received signals in bits instead of pixels. The algorithm was developed to measure the influence of gamma radiations specifically, on the transmitted signal in FSOC. However, the crux of this methodology can be used to measure the effect of generic cosmic radiations which can then be compared against theoretically computed values to estimate the amount of radiation as noise.

The algorithm goes as follows:





Summary and conclusions.

The importance of the knowledge of cosmic radiation in relation to free space optical communication was discussed in this article. The estimate of radiation was made in proportion to the amount of the noise present in the received signal. Two specific algorithms were discussed which dealt with extrapolating noise reduction methodologies to actually estimating the amount of cosmic radiation affecting the signal. The methodologies differed in how the received signal was being further processed- one in terms of pixels and other in bits.

It is clear that FSOC is the technology of the future and in-depth study of cosmic radiations pertaining to the same is of utmost importance for further developments. There is immense scope for the refining of the crude algorithms mentioned in this article and hopefully, these algorithms will pave the way for more advanced technologies.

References

- [1] Alberto Carrasco-Casado, M. V. R. V. J. F. C., 2013. Feasibility of utilizing Cherenkov Telescope Array gamma-ray telescopes as free-space optical communication ground stations. *Applied Optics*, 52(11).
- [2] F. Yang, J. C. a. T. A. T., 2014. Free Space Optical Communication with Nonzero Boresight Pointing Errors. *IEEE Transactions on Communications*, 62(2).
- [3] George Yuvaraj, D. G. H. S., 2017. *Algorithm for Cosmic Noise Suppression in Free Space Optical Communications*. s.l., s.n.
- [4] Hirsch, R., 2004. *Exploring Colour Photography: A Complete Guide*. s.l.:Laurence King Publishing.
- [5] Jhne, B., 2002. *Digital Image Processing*. s.l.:Springer.
- [6] Jingtai Cao, X. Z. W. L. H. G., 2017. "Performance analysis of a coherent free space optical communication system based on experiment. *Optics express*, Issue 25, pp. 15299-15312.
- [7] Karp, R. M. G. a. S., 1995. *Optical Communications*. 2 ed. s.l.:John Wiley & Sons .
- [8] Kaushal, H. & Kaddoum, G., 2015. Free Space Optical Communication: Challenges and Mitigation Techniques.
- [9] Nestor D. Chatzidiamantis, G. K. K., 2009. *On the Distribution of the Sum of Gamma-Gamma Variates and Applications in RF and Optical Wireless Communications*. s.l.:s.n.
- [10] Tanaka, Y., Haruyama, S. & Nakagawa, M., 2000. *Wireless optical transmissions with white colored LED for wireless home links*. s.l., s.n.

Article sent: 15/06/2021

© Nazarii Blazhennyi



УДК 621.923.74

DEPTH OF INSERTION OF THE CUTTING PART OF ABRASIVE GRAIN IN SUPERHARD CERAMICS DURING VIBRO-MAGNET-ABRASIVE TREATMENT

ГЛИБИНА ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ АБРАЗИВНОГО ЗЕРНА У НАДТВЕРДУ КЕРАМІКУ ПРИ ВІБРО-МАГНІТО-АБРАЗИВНОМУ ОБРОБЛЕННІ

Burlakov V.I./Бурлаков В. І.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-1826-6486

Priazovsky State Technical University,

Mariupol, Universytetska, 7, 87500

Приазовський державний технічний університет,

Маріуполь, Університетська, 7, 87500

Анотація У статті розглянуто питання визначення глибини різання при обробленні надтвердої кераміки у вільному абразиві, а саме, при вібро-магнітно-абразивному обробленні. Підкреслено, що питання визначення глибини різання для вібро-магнітно-абразивного оброблення надтвердої кераміки вирішено вперше. Розглянута схема сил, що впливає на абразивне одичне зерно. Наведена схема розрахунку глибини різання при магнітно-абразивному обробленні. Розглянуто процес пластичної деформації у надтвердій кераміці, яка виготовлена на основі кубічного нітриду бору. Надана характеристика WEB-орієнтованої системи розрахунку. Саме на основі такої системи проведені розрахунки глибини різання надтвердої кераміки. Графічно доведено збільшення глибини різання від зростання величини магнітного поля.

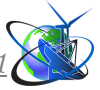
Ключові слова: абразивне зерно, оброблювальна поверхня, глибина впровадження зерна, пластична деформація, надтверда кераміка, метод WEB-орієнтованих систем розрахунків, вектор Бюргерса, сила різання.

Вступ

Глибина впровадження різальної частини зерна в надтверду кераміку визначається пружно-пластичною деформацією оброблюваного матеріалу силою притиску абразиву до оброблюваної поверхні і часом дії зерна на оброблюваний матеріал. У статті розглянутий приклад впровадження різальної частини зерна при вібро-магнітно-абразивній обробці в поверхню заготівлі з надтвердої кераміки. В якості оброблюваного матеріалу обрана надтверда кераміка на основі кубічного нітриду бору (КНБ). Початковою шорсткістю оброблюваної поверхні нехтували. Сила різання, прикладена до зерна, $P_z = 0,0029$ Н. Радіус різальної частини зерна $r = 0,01$ мм. Для визначення глибини впровадження різальної частини зерна в кераміку використаний метод WEB-орієнтованих систем розрахунків.

Основний текст

Загальновідомо, що процеси і механізми пластичної деформації в металах до теперішнього часу досить добре вивчені. Для керамічних матеріалів в цьому відношенні існує практично протилежна ситуація. Тільки деякі відомості про пластичну деформацію в кераміках, отриманих, головним чином, на основі галогенідів лужних металів (NaCl, KCl, LiF) і окремих оксидів (MgO, Al₂O₃), узагальнені в роботах [1—2].



В цілому, фрагментація зерен в керамічних матеріалах, визначувана пластичною деформацією, може проходити також і за рахунок такого процесу, як деформаційна обробка в умовах інтенсивної пластичної деформації.

Процес утворення елементу стружки можна розділити на три етапи. На першому етапі відбувається пружна і пластична деформація; майбутній елемент стружки зміцнюється в зоні стружкоутворення.

Розвиток пластичної деформації в кераміці відбувається так само, як в металі, тобто шляхом переміщення дислокацій. Важкість ковзання і визначає твердість і крихкість кераміки. Швидкість деформації пропорційна прикладеній напрузі. Під дією докладеного зовнішнього зусилля атоми ковзають один по одному і руйнують міжатомні зв'язки. При цьому не існує якого-небудь переважного напрямку, в якому цей процес реалізується.

Для зниження часу розрахунків було розглянуто рішення задачі рівноваги зерна під дією сили різання і тиску на його різальну частину - рисунок 1. При впровадженні зерна на глибину t координата x^* визначається рівнянням:

$$x^* = \sqrt{r^2 - (r - t)^2} = \sqrt{t(2r - t)} \quad (1)$$

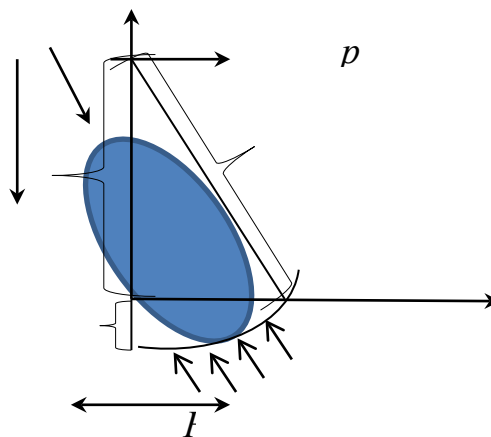


Рисунок 1 - Схема сил, діючих при впровадженні різального зерна

Авторська розробка

де F_m – сила тяжіння;

$F_{тер}$ – сила тертя;

$p_{ім}$ – імпульс сили, пов'язаний із віброприскоренням;

$\Delta\tau$ – час дії імпульсу;

$F_{мс}$ – магнітна сила, яка вибудовує стовпчики інструменту;

Глибину впровадження зерна в кераміку уздовж осі z визначимо з рівняння:

$$z = r - t - \sqrt{r^2 - x^2 - y^2} \quad (2)$$

На поверхню зерна діє сила, що перешкоджає проникненню зерна в кераміку, залежна від пластичної деформації при втискуванні абразивного зерна σ_{00} . Вектор дії сили знаходиться під певним кутом до осі z :



$$\cos \gamma = \frac{\sqrt{r^2 - x^2 - y^2}}{r} = 0.667 \quad (3)$$

$$\gamma = 48^\circ$$

Для розрахунку сили, що діє уздовж осі z , потрібно це значення помножити на $\sin \gamma$:

$$\sigma_z(x, y) = \sigma_{00} \cdot \sin \gamma = 0.743 \cdot \quad (4)$$

$$\sigma_{00} = M \alpha \mu b \sqrt{\rho_d} \quad (5)$$

де M – момент напруги пластичної деформації [5],

$\alpha = 0,27$ - постійна [6],

μ - модуль зсуву для надтвердої кераміки;

b - вектор Бюргерса (ковзання дислокації відбуватиметься у базисній площині з вектором Бюргерса, ця система координат спостерігається часто);

ρ_d - щільність дислокацій.

Для переходу до сили різання необхідно проінтегрувати вираз (4):

$$F = 4 \int_0^{x^*} \int_0^{\sqrt{(x^*)^2 - x^2}} \sigma_z(x, y) dx dy \quad (6)$$

Отримані вирази можна використати для визначення глибини впровадження зерна під дією сили різання. Для цього необхідно вирішити рівняння:

$$F(t) = P_z = P_{zn} + P_{z6}$$

де P_{zn} – сума сил, які діють при русі в напрямку сили тяжіння;

P_{z6} - сума сил, які діють при русі проти напрямку сили тяжіння.

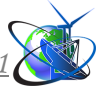
Розрахунок проводився за допомогою WEB-орієнтованої системи розрахунку глибини різання.

Веб-орієнтована система є клієнт-серверним застосуванням, в якому клієнтську частину реалізує браузер, що здійснює діалог з користувачем і відображення інформації, а серверну частину - WEB-сервер і сервер додатків, які реалізують основну логіку системи. Унаслідок обмеженої функціональності клієнта, подібну реалізацію системи часто ще називають тонким клієнтом.

Безперечними перевагами WEB-орієнтованої системи є наступні факти:

Кросплатформеність. В якості клієнта, як вже було відмічено вище, виступає WEB-браузер, а це означає, що для роботи з системою потрібний тільки інтернет-браузер, який входить до складу будь-якої операційної системи. Оновлення і супровід браузеру лежить на його розробнику. Враховуючи, що нині браузери не залежать від конкретної операційної системи користувача, WEB-орієнтовані системи можна сміливо назвати кросплатформеними (чи міжплатформеними).

Мобільність. Працювати з системою можна, знаходячись у будь-якому місці, де є Інтернет і з будь-якого пристрою, в якому є інтернет-браузер. Таким чином, користувач(клієнт) не обмежений вимогами до апаратної частини.



Низька сукупна вартість володіння. Вартість володіння WEB-орієнтованою системою фактично поміщена в розробку, підтримку і розвиток серверної частини (WEB-сервера і сервера додатків) і володіння сервером бази даних системи. Вартість системи управління базами даних залежить від вибору технології розробки WEB-застосування.

За результатами розрахунку отримано графік залежності глибини впровадження зерна абразиву у поверхню надтвердої кераміки від, в основному, сили магнітного поля, яке додає жорсткості інструменту, притискання інструменту до заготовки та сил, пов'язаних із віброприскоренням.

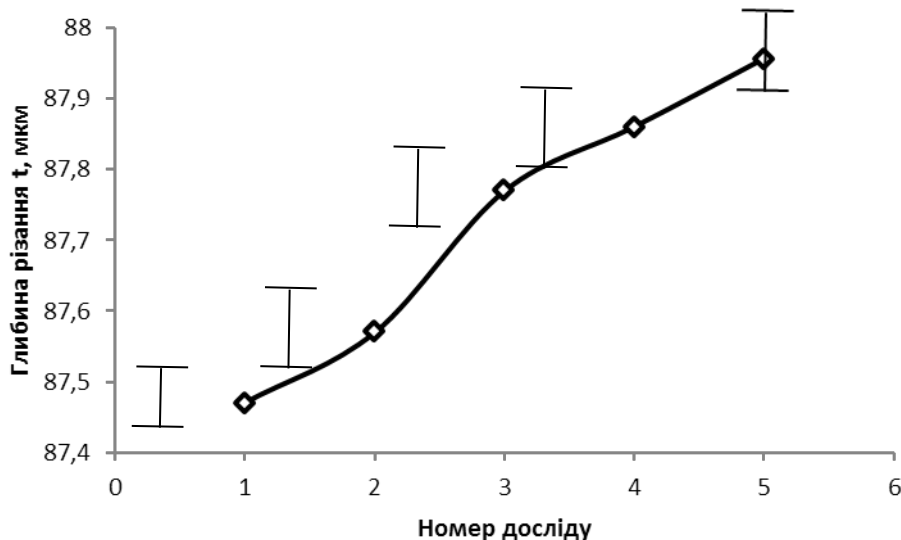


Рисунок 2 – Залежність глибини впровадження різального абразивного зерна у поверхню надтвердої кераміки від умов експерименту.

Аналізуючи залежність, є можливість чітко зазначити зростання глибини різання від зростання величини магнітного поля.

Глибина різання t входить тільки в межі інтегрування через координату x^* .

Обговорення

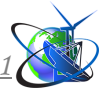
Розглянуті підходи для визначення глибини впровадження зерна абразиву в надтверду кераміку дозволяють розраховувати цю величину від властивостей матеріалу і параметрів режиму різання. Метод WEB - орієнтованої системи розрахунків дає можливість розраховувати глибину різання при вібро-магнітно-абразивному обробленні.

Висновки

Використовуючи метод WEB-орієнтованої системи розрахунків, вперше була отримана можливість розрахувати глибину впровадження різального зерна у надтверду кераміку.

Метод WEB-орієнтованої системи розрахунків дає можливість прогнозувати величину з'єму матеріалу в залежності від сили магнітного поля та віброприскорення.

Виявлено, що при збільшенні впливу магнітного поля на оброблення збільшується глибина впровадження різального зерна в надтверду кераміку.

**Список використаних джерел:**

1. Bei H., Shim S., George E. P. et al. Compressive strengths of molybdenum alloy micro-pillars prepared using a new technique // Scripta Mater. – 2007. – 57. – P. 397–400.
2. Nadgorny E. M., Dimiduk D. M., Uchic M. D. Size effects in LiF micron-scale single crystals of low dislocation density // J. Mater. Res. – 2008. – 23. – P. 829–835.
3. Zbib A. A., Bahr D. F. Dislocation nucleation and source activation during nanoindentation yield points // Metal. Mater. Trans. – 2007. – 38A. – P. 249–255.
4. Zhao X. F., Langford R. M., Shapiro I. P., Xiao P. Onset plastic deformation and cracking behavior of silicon carbide under contact load at room temperature // J. Am. Ceram. Soc. – 2011. – 94. – P. 509–514.
- 5 W. Ni, Y.-T. Cheng, M.J. Lukitsch, A. M. Weiner, L.C. Lev, D. S. Grummon Appl. Phys. Lett., 85 (2004), pp. 4028-4030
6. W.S. Williams, R.D. Schaal J. Appl. Phys., 33 (1962), p. 955

Abstract The article discusses the issue of determining the depth of cut when processing super hard ceramics in a free abrasive during vibration-magnetic-abrasive processing. It is emphasized that the issue of determining the depth of cut for vibration-magnetic-abrasive machining of super hard ceramics has been solved for the first time. The diagram of forces, which affects the cutting abrasive single grain, is considered. The scheme for calculating the depth of cut for magnetic abrasive machining is presented. The process of plastic deformation in super hard ceramics based on cubic boron nitride is considered. The characteristics of the WEB-oriented calculation system are given. It is on the basis of such a system that the calculations of the depth of cut were carried out for abrasive machining of super hard ceramics. The increase in the depth of cut from the increase in the magnitude of the magnetic field is graphically proven.

Keywords: abrasive grain, processed surface, depth of grain penetration, plastic deformation, super hard ceramics, method of WEB-oriented calculation systems, Burgers vector, cutting force.

Статья отправлена: 27.09.2021 г.

© Бурлаков В.І.



УДК 666.9.05

**ABOUT INCREASING THE LIFE OF THE SUPPORTING UNITS OF THE
DRUM FURNACES****Shvachko D.G.,***Postgraduate**H-index (Scopus or Google Scholar) – 2(ta2sFv4AAAAJ)**ORCID: 0000-0001-6031-1490***Shcherbyna V. Yu.***d.t.s., Professor**H-index (Scopus or Google Scholar) – 4(mcNfnIAAAAJ)**ORCID: 0000-0002-7218-3868***Borshchik S.A.,***Senior Lecturer**ORCID: 0000-0002-7791-6821***Li Diao***master**National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"**Kyiv, Peremohy ave, 37, Ukraine*

Abstract. The calculation model of a rotary kiln was developed. The stress-strain state and temperature distribution with taking full account of the structural elements and the various physical and mechanical properties were defined. The numerical experiment to simulate a variety of installation of riding ring's options and thrust mechanisms was carried out. The calculation results were analyzed and then technical solution was suggested to reduce the amount of stress in the refractory units and to increase the resource utilization of riding ring up to 35-57%. Due to the optimal placement of the thrust rollers, bending of the axis of the drum rotation in the rotary kiln is reduced, which increases the reliability of the riding ring's use and has a positive effect on the steel shell and the firebrick lining.

The results can be used to design new equipment and to improve the existing equipment. This will increase the operational life of the riding ring, the steel shell and the firebrick lining, extending its lifetimes.

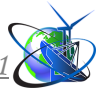
Keywords: rotary kiln, riding ring, steel shell, firebrick lining, thrust mechanism, roller, stress, operational life.

Introduction.

Rotary drum-type heating units - rotary kilns, are widely used in many industries, where they are used as the main devices in the processing of raw materials. However, they are most widespread in the building materials industry, where, in the overwhelming majority of cases, they are the main machines in the technological line [1].

The efficiency of using rotary kilns largely depends on the rational use of fuel and the correct choice of structural elements that must ensure reliable operation of the heating unit. An important indicator of the quality of work is the reliability and durability of the work of the support mechanism together with the band, which take all the loads from the mass of the furnace, reaching several thousand tons for certain types of furnaces.

Numerous studies have been devoted to solving this problem, in particular [2-5]. However, the known mathematical models and algorithms are not complete, since they do not take into account a number of such important factors as the design



parameters of the furnace, taking into account not only the metal body but also the lining, and the effect of temperature exposure. Taking these factors into account makes it possible to implement a systematic approach to the analysis of the behavior of machines and structural elements in various operating modes and to make a choice of rational parameters of their operation, since high power, significant dimensions and high temperatures make it difficult to study these processes in real production conditions.

In connection with the development of industry, the importance of the rational use of energy and raw materials is increasing, which requires special measures to improve their reliability, safety and durability. Therefore, the work on the development of a support mechanism with an increase in the resource and durability of the support rollers is an extremely urgent task.

The purpose of this work is to develop a technical solution that contributes to - reducing the curvature of the longitudinal axis of the drum when changing the direction of the load on the support device, increasing the service life and reliability of the tire, body, lining and increasing their service life. For this, it is proposed to use an improved support mechanism, the efficiency of which is higher than the existing ones, which opens up broad prospects for its implementation in the technological process.

Formulation of the problem. On modern rotary kilns, bands welded into the kiln body are often used, as this greatly simplifies debugging and repair, but increases operational requirements, non-compliance with which leads to increased wear and can cause an emergency stop.

The design of the proposed support mechanism and band is shown in Fig. 1.

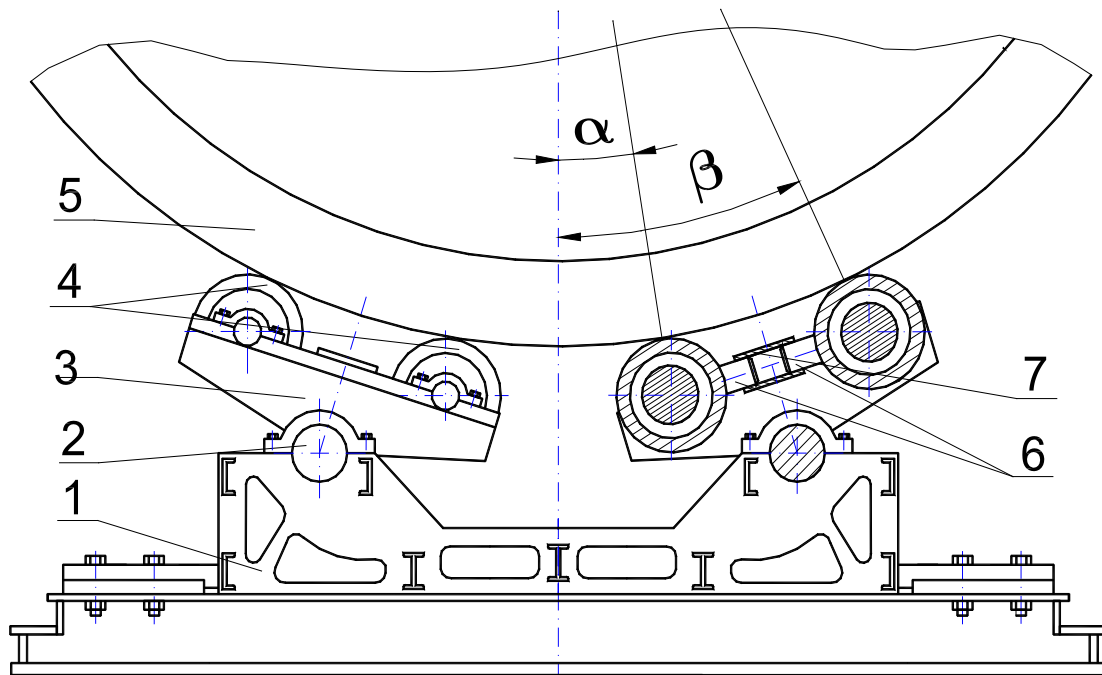


Fig. 1 - Supporting device for a rotating drum.

1 - support frame, 2 - hinge, 3 - balancer, 4 - support rollers, 5 - bandage,
6 - longitudinal rods, 7 - coupling;
 α , β - contact angles of the bandage with the rollers



Reducing the magnitude of internal stresses and ensuring their uniform distribution is achieved by installing pivotally fixed balancers with thrust rollers in the support device, the position of which is determined by the angles of installation α and β . The specified technical solution provides a more uniform distribution of loads around the circumference of the band.

To determine the operability of the proposed support mechanism, the stress-strain state of the rotary kiln was investigated with a comprehensive account of all force factors of the load, including the support mechanism and the lining. A thermal and mechanical calculation of the basic and modernized structure was carried out, the reduced, thermal and mechanical stresses were determined, the possibility of improving the support mechanism from the point of view of resource and energy efficiency was numerically substantiated.

Mathematical model.

To solve the problem of calculating temperature fields and thermomechanical stresses in the body of a rotating heat apparatus, the integrated VESNA system was used, developed at the Department of Chemical, Polymer and Silicate Engineering of the Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute [6]. The specified system is intended for modeling hydrodynamic, thermal processes and performing strength calculations using the finite element method (FEM). The system takes into account the processes of linear and nonlinear deformation of spatial combined systems made of isotropic and anisotropic materials.

To simulate the stress-strain state (SSS) of the investigated structure, which is under the influence of external forces and uneven temperature fields, the general relations of the mechanics of a deformable solid were used [3, 4, 7]. When solving stationary problems of thermomechanics of solids, the temperature and all parameters of the SSS are independent of time. In this case, the general system of equations is simplified and divided into two subsystems, which are solved sequentially:

thermal conductivity in the form

$$\nabla_i (\lambda g^{ij} \nabla_j T) + Q_V = 0 \quad (1)$$

and thermoelasticity

$$\nabla_j \sigma^{ij} + f^i = 0 \quad (2)$$

where σ^{ij} stresses are expressed through displacements, respectively u^i , in ratios and values of temperature T obtained from (1).

In this paper, a 4.0x60m rotary kiln with a welded rim is considered, the structural elements of which are shown in Fig. 2.

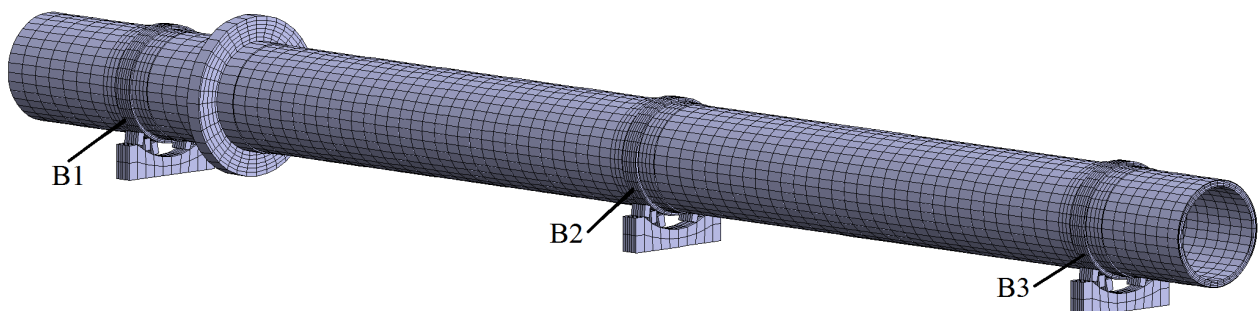
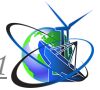


Fig. 2. Design scheme: B1, B2, B3 - rotary kiln tires

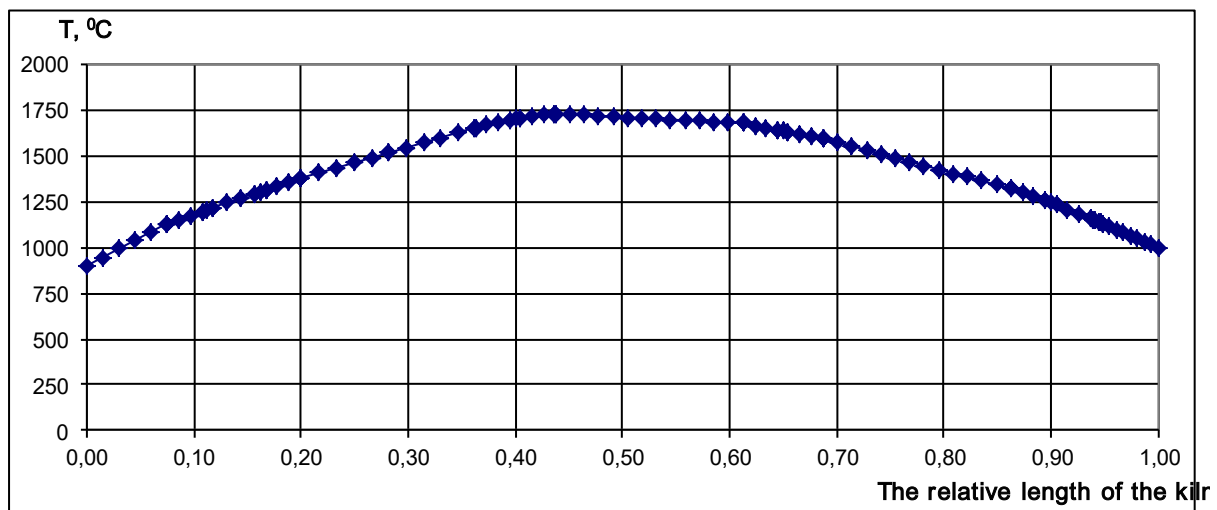


The main loads are the dead weight of the furnace body, lining, rims and drive gear. The calculations took into account that the furnace is not only a supporting structure, but also a thermal unit, the strength of which is greatly influenced by forces arising under the action of uneven temperature fields that cause corresponding thermomechanical stresses. The effect of the material processed in the kiln is not taken into account, since its weight is 4-5% of the total weight of the rotary kiln.

To take into account the support mechanism, additional fragments are introduced into the calculation that simulate the support, which does not allow the band to move along the normal.

The temperature of the gas flow inside the furnace, obtained from experimental studies, is set according to the graph in Fig. 3. The heat transfer coefficient to the external environment from the body and tires is determined by the empirical dependence [1, 3]

$$\alpha_{OC} = 3.5 + 0.062 t_K, \text{ where } t_K \text{ external temperature of the furnace body.}$$



Rice. 3. Temperature of the internal gas flow

To determine the efficiency of the supporting structure, various options for the location of the support rollers were simulated. Installation angle changed

$$\alpha = 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, \beta = 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ \text{ (Fig.1).}$$

Results and discussion.

The external temperature of the furnace body, according to the calculations obtained, is shown in Fig. 6.

From the data obtained, it can be seen that the maximum temperature of the body is 266 °C and is in the firing zone of the material. The minimum on the band B3 is 193°C.

The results of calculating the displacement, with the coefficient of deformation $K = 200$, are shown in Fig. 4. The maximum value in the vertical direction is 13.5 mm, in the longitudinal direction 130.8 mm.

To analyze the performance of the structure, according to the energy theory of strength (Mises criterion) [8], reduced stresses are determined, which, for the furnace body, are shown in Fig. 5. The abscissa shows the names of the fragments and the numbers of the finite elements.

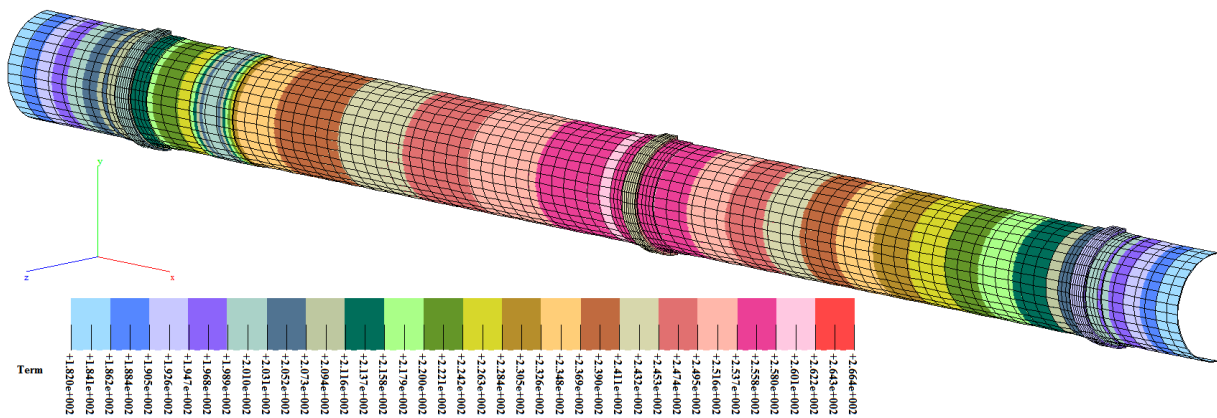
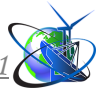


Fig. 6. Outside temperature of the furnace body

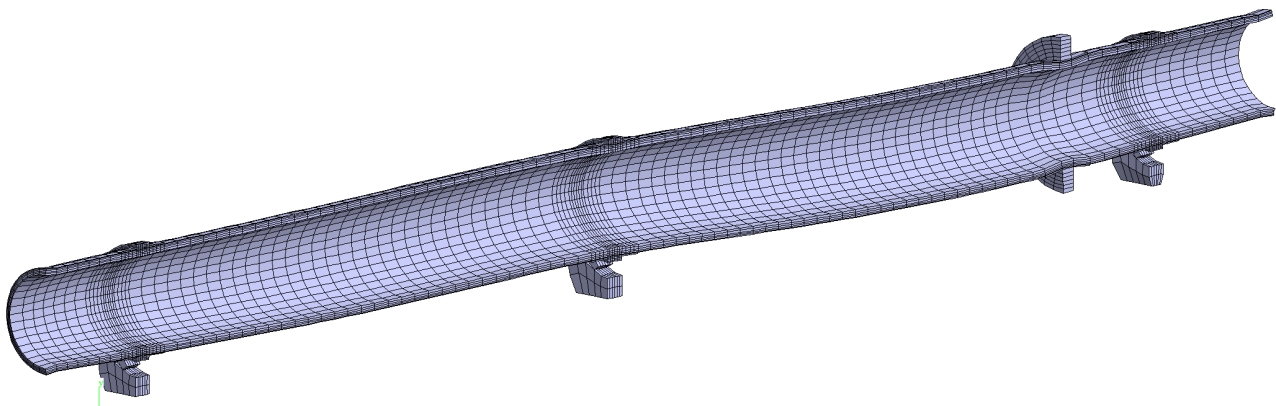


Fig. 4. Displacement (K = 200)

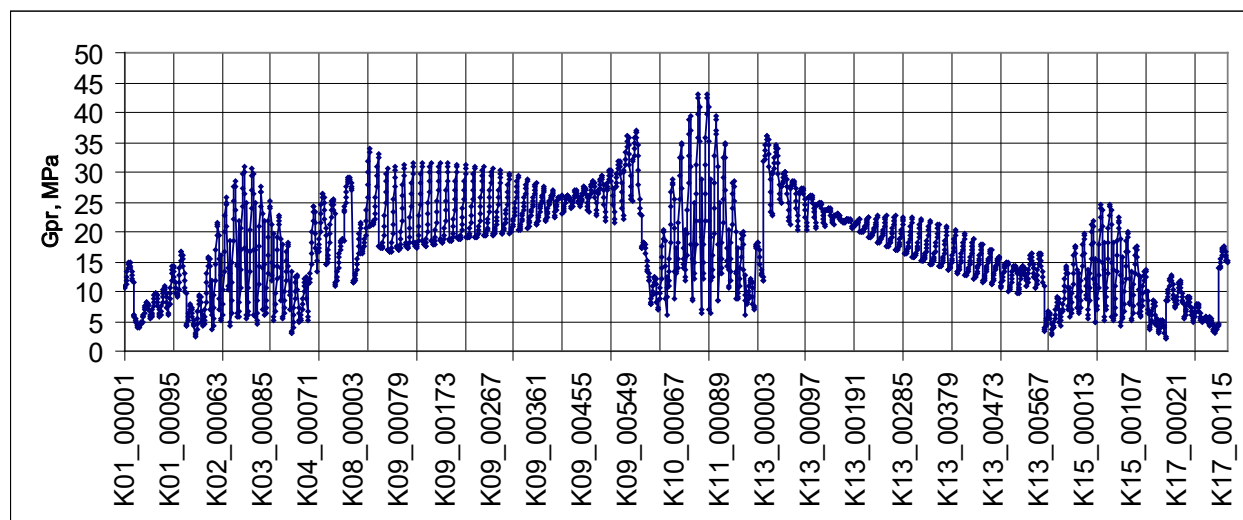


Fig. 5. Reduced stresses in the rotary kiln body

It can be seen from the graph that the maximum local stresses in the body arise in the zones of the installation of the tires and are, respectively, equal to 31 MPa, 41 MPa and 21 MPa.



The stresses arising in the bands are shown in Fig. 7 taking into account the stresses on the outer and inner layers of the structure. The maximum in the B1 band is 43.4 MPa, in B2 - 59.3 MPa, B3 - 36.4 MPa. The unequal values for the bands are explained by different temperature conditions in these areas, and, accordingly, by different voltages.

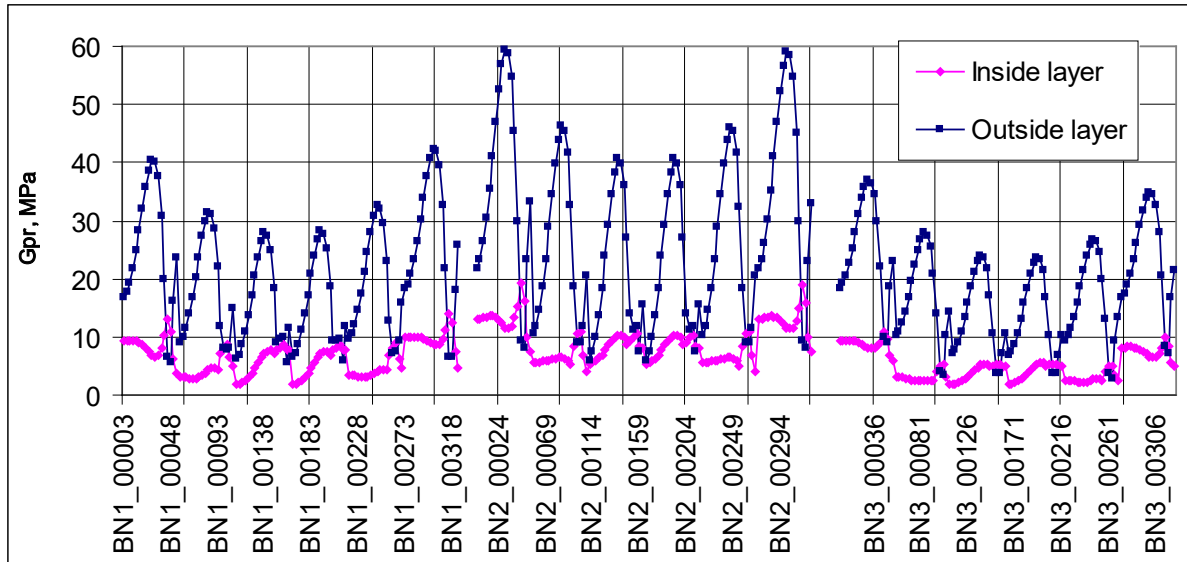


Fig. 7. Reduced stresses of the rotary kiln shroud

Significant thermal stresses in the band are explained by the large temperature gradient arising due to sufficiently intense cooling by the environment. Therefore, significant temperature gradients arise in the band and, accordingly, the furnace body, which cause compressive thermal stresses that negatively affect the band, body and lining of the furnace, which lead to their premature destruction and unreliability in operation.

When carrying out a numerical experiment for the support device, various options for the location of the support rollers were simulated, the influence of their number and the angle of attachment, relative to the tires, was investigated. As a result of calculations, it was found that the smallest of the given stresses are observed when the support rollers are installed at an angle $\alpha = 10^\circ$, $\beta = 50^\circ$. In this case, the graph of reduced stresses for the tires is shown in Fig. nine.

As follows from the calculations, the proposed option for the location of the support rollers reduces the maximum stresses, normalizes and distributes them more evenly between the surface of the band and the rollers.

To determine the service life of the equipment, it is necessary to take into account that the ultimate strength of the material is significantly higher than the permissible stresses $[Gw] = 380-420$ MPa, therefore, the determination of the service life is possible by the methods of assessing low-cycle fatigue. To do this, we will use the well-known dependence [7, 8]:

$$G_a N^\mu = \text{const}, \quad 3)$$

where G_a - is the voltage amplitude; μ - exponent; N - is the number of cycles to failure.

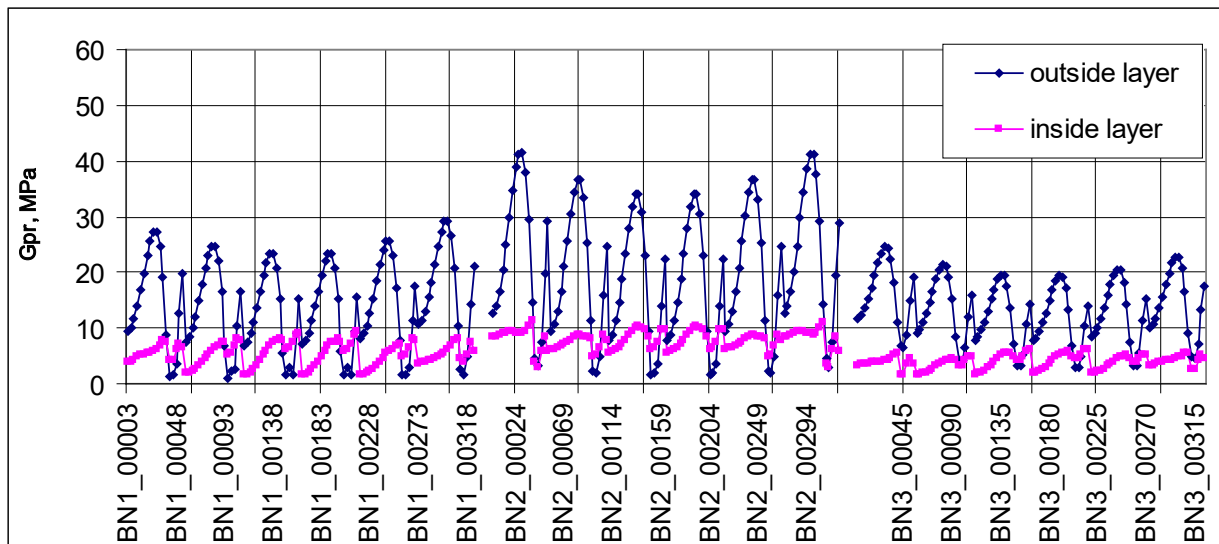


Fig. 9. Reduced stresses in tires ($\alpha = 10^\circ$, $\beta = 50^\circ$)

The μ and const values are determined from the characteristics of the material.

The exponent for most metals is $\mu = 1/2$ [8]. If we take into account that the material from which the bandage is made does not change, then we can write down:

$$G_a^\delta \cdot N_1^\mu = G_a^y \cdot N_2^\mu, \quad (4)$$

or

$$N_2 = N_1 \left(G_a^\delta / G_a^y \right)^{\frac{1}{\mu}}, \quad (5)$$

The amplitude and average cycle voltage are determined from the dependencies:

$$G_a = \frac{G_{\max} - G_{\min}}{2}; \quad G_m = \frac{G_{\max} + G_{\min}}{2}, \quad (6)$$

where G_{\max}, G_{\min} - maximum and minimum cycle voltage; b, y - basic and improved models, respectively.

Considering that the service life is determined taking into account the stresses in the outer and inner fibers of the band, and for the basic model it is 15 years, then we calculate the values given in formulas (3) - (4). The calculation results, based on the mean integral values and, are presented in the table.

Table

Service life of the rotary kiln shroud after complex modernization

Bandage	G_a^y , MPa	G_m^y , MPa	G_a^δ , MPa	G_m^δ , MPa	$\left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2$	Resource work, year	Δ Resource year
B1 inside	2,93	5,21	3,62	6,52	1,52	22,82	7,82
B1 outside	11,13	13,51	13,45	19,74	1,46	21,88	6,88
B2 inside	2,76	7,10	3,86	9,39	1,96	29,35	14,35
B2 outside	17,31	19,46	20,08	27,62	1,35	20,19	5,19
B3 inside	1,70	4,23	2,25	5,30	1,74	26,04	11,04
B3 outside	9,44	13,19	11,84	16,64	1,57	23,59	8,59



Thus, according to the results shown in the table, it is envisaged to increase the service life by at least 6.9 years for the B1 band (Fig. 2), 5.2 years for the B2 band and 8.6 years for the B3 band.

The analysis of the average cycle stress is also an important factor, as the furnace is operated continuously with an annual utilization rate of 0.94-0.96. Therefore, within one year, it experiences about 500 thousand such alternating cycles of stresses and deformations. The relative decrease in the average cycle stress in the basic and advanced tires is determined by the dependence

$$100\left(1 - \frac{\sum G_m^y}{\sum G_m^o}\right),$$

and is for the band B1 - 33.14%, B2 - 32.04%, B3 - 26.13%.

The data obtained confirm the resource efficiency of the considered support mechanism and make it possible to directly implement it in the technological process.

Conclusions.

The used method and calculation algorithms make it possible to determine the stress-strain state of rotary kilns, taking into account the action of gravitational forces and thermo-force loads in an integrated setting, which makes it possible to detailed modeling and study of the rotary kiln and its structural elements during operation.

Replacement of the support mechanism, by installing thrust rollers at an angle of $\alpha = 10^\circ$, $\beta = 50^\circ$, allows to reduce the maximum cycle stress in the tires by 30% and the cycle amplitude by 17%. Due to the optimal placement of the support rollers, a decrease in the curvature of the drum axis is achieved (the deflection has decreased by 6.5%) and a more uniform distribution of stresses along the width of the tire.

Thus, the proposed technical solution makes it possible to reduce the stresses in the support unit and increase the service life of the band by 35-57%, that is, compared to the baseline by 5.2-8.6 years, which makes it possible to use this design for the modernization of the rotary kiln.

The results obtained can be used to design new and improve the existing equipment, which will increase the service life, the reliability of the band, and increase the service life of the body and lining.

In further studies, it is necessary to determine the service life and the stressed - the deformed state of the tires when the thickness of the lining changes, which occurs due to wear during the operation of the thermal unit.

Literature

1. Lisienko VG Rotary kilns: heat engineering, management and ecology / V.G. Lisienko, Ya.M. Shchelokov, M.G. Ladyigichev. M.: Heat engineer, In 2 books. Book 1, 2004.688 p.
2. Shrubchenko I.V. Investigation of changes in the stress-strain state of tires during their reconstruction from a floating type to a welded-in one. / I.V. Shrubchenko, L.V. Murygina, V.Yu. Rybalko, N.A. Shchetin // Bulletin of BSTU im. V.G. Shukhov. - 2013., No. 5, S. 91-96.
3. Shcherbina V.Yu., Shvachko D.G., Efimenko E.A. Doslidzhennya stress-deformed mill wrapped heat unit. Bulletin of NTUU "KPI imeni Igor Sikorskogo". Series: Chemistry Engineering, Ecology and Resource Conservation. 2018.N. 1.S. 65-72. DOI: 10.20535 / 2306-1626.1.2018.143382



4. Shcherbina V.Yu. Development of the theory and improvement of technological processes in the production of industrial materials at high-temperature units: dissertation ... Doctor of technical sciences: 05.17.08 / V.Yu. Shcherbina; Kiev, 2017, 393 p. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/21630>

5. Shchetinin N.A. Process and equipment for the reconstruction of rotary kiln rims: Diss. Cand. technical sciences / N.A. Schetinin; BSTU named after V.G. Shukhova - Belgorod, 2014 .-- 205s.

6. O.S. Sakharov, V. Yu. Shcherbina, O. V. Gondlyakh, V. I. Sivetskiy. CAD. The system of modeling of technological processes and development of the possession of chemical industry has been integrated: Navchalny Posibnik - Kyiv: TOV Polygraph Consulting, 2006. - 156 p.

7. Shcherbina V.Yu., Sakharov OS, Samilenko Yu.N., Bobakh V.V. Pre-session of thermomechanical nautical arrangements in a wrapped oven with a vortex heat exchanger / Science of the NTUU "KPI". - 2009. —№6. - S. 26–33.

8. Pisarenko G.S. Resistance of materials / G.S. Pisarenko, V.A. Agaev, A.L. Kvitka, V.G. Popkov, E.S. Umansky, Textbook. - 4th ed., Rev. and add. - Kiev: Vishcha school, 1979 .-- 696 p.

Анотація. Описано розрахункову модель обертової печі, що дозволяє визначити напружено-деформований стан та розподіл температур з повним врахуванням конструктивних елементів з різними фізико-механічними властивостями. Проведений чисельний експеримент для моделювання різних варіантів встановлення бандажу та опірних механізмів. Проаналізовано результати розрахунку та запропоноване технічне рішення, що дозволяє зменшити величину напружень в опірних вузлах та збільшити ресурс використання бандажу на 35–57%. За рахунок оптимального розміщення опірних роликів, зменшується викривлення осі барабану печі, що підвищує надійність використання бандажу та позитивно впливає на роботу корпусу і футерівки.

Вказано, що отримані результати можуть бути використані для проектування новітнього та вдосконалення діючого обладнання, що дозволить підвищити ресурс роботи, бандажа, корпусу і футерівки збільшуючи термін їх експлуатації.

Ключові слова: обертова піч, бандаж, корпус, футерівка, опірний механізм, ролик, напруження, ресурс роботи

Supervisor: Shcherbina V. Yu.

Article sent: 04/10/2021

© Shvachko D.G., Shcherbina V. Yu., Borshchik S.A., Li Diao



УДК 621.0(076)

**SOME QUESTIONS OF THE PROBLEM OF PROFILING THE WHEELS
OF DIAGONAL TURBINE****ДЕЯКІ ПИТАННЯ ЗАДАЧИ ПРОФІЛЮВАННЯ ЛОПАТОК РОБОЧИХ КОЛІС
ДІАГОНАЛЬНИХ ТУРБІН****Kisietov J. V. / Кісєтов Ю.В.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-5360-9376

Kuklina O. J. / Кукліна О. Ю.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-8251-7094

*National University of Shipbuilding, Mykolayiv, av. Geroyiv Ukraine, 9, 54007**Національний університет кораблебудування,**Миколаїв, пр. Героїв України, 9, 54007*

Abstract. *The method of a geometrical modelling of a diagonal turbine impeller space blades with use of liner screw surfaces and construction of a profile skeletal line on the cylindrical surface of external impeller radius is presented.*

Key words: *Profiling the wheels, blades of the diagonal turbine, screw surfaces, geometric modeling, middle profile line, input and output cross sections, meridional cross section, thickness of the profile, B-splines, spatial volumetric model, solid-state representation.*

Introduction.

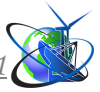
Profiling of the impeller blades of the diagonal turbine is performed after its gas dynamic calculation, which determines the radius of the R_1 at the entrance to the wheel, the height l_1 та l_2 of the blades in the input and output cross sections, the width of the wheel B , the number of blades z_p , the angle of flow output at the middle radius of the output cross section of the wheel β_{2r} and other parameters and characteristics. Under the R_1 we will understand the radius of the wheel, which corresponds to the cylindrical surface passing through the middle of the blade at the entrance to the wheel.

The theory of screw surfaces in relation to the design of the cutting tool is given in the work [1]. Screw surfaces can be a constant and variable step measured along their axis. DIs I provide the desired nature of the distribution of angles of the relative flow of the working matter when profiling the blades of diagonal turbines, it is advisable to use screw surfaces of the variable step. Under such surfaces are understood linear screw surfaces, one of the guides of which is the helical line of the variable step, and the second axis of the impeller of the diagonal turbine.

It should be noted that the geometric modeling of the blades of diagonal turbines with linear screw surfaces of the variable step will be fed to the middle surfaces of the blades.

Basic text.

To represent the middle surface, a part of the screw line will be used, which is determined by the angle of the φ varying in the interval from zero to the angle of the φ_0 . This angle depends on the number of working blades and their circular overlap in the output cross section.



So the helical line of the variable step is a parametric curve. It is described by the following equations:

$$x = R \sin \varphi;$$

$$y = R \cos \varphi;$$

$$z = f(\varphi).$$

The derivative of the axial coordinate $dz/d\varphi = f'(\varphi) = p$ defines the parameter p of motion being considered, since at each moment of time it is a parameter of the instantaneous screw motion of the point.

To meet the helical line of the variable step given conditions for designing the impeller of the diagonal turbine, the function $z = f(\varphi)$ will be written in the form $z = a + b(\varphi + c)^m$, in which the coefficients a , b and c and degree m are unknown quantities to be determined. To do this, consider a curve on the unfolding cylindrical surface of some radius R^* in coordinates ξ , z (drawing 1).

$$\xi = R^* \varphi;$$

$$z = a + b(\varphi + c)^m.$$

Define the derivative of the function z by the coordinate ξ :

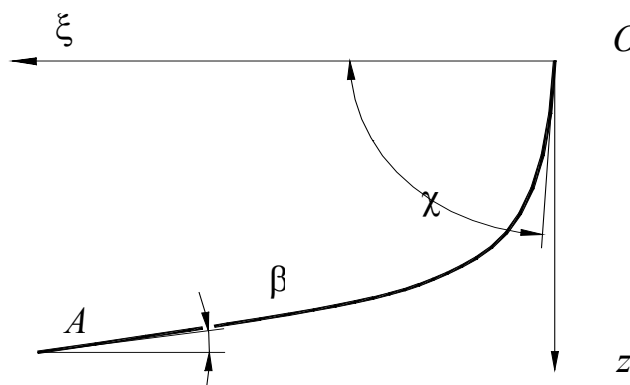
$$\frac{\partial z}{\partial \xi} = \frac{mb(\varphi + c)^{m-1}}{R^*}.$$

For the point O in which the $\varphi=0$, $z=0$, can be written:

$$z_O = a + bc^m = 0;$$

$$\left. \frac{\partial z}{\partial \xi} \right|_O = \frac{mbc^{m-1}}{R^*} = \operatorname{tg} \chi,$$

where χ is the angle of inclination of the blade to the wheel disc, which in most cases is 90° , but may differ from this value.



Drawing 1 - Middle profile line

At point A , the angular and axial coordinates are equal, respectively, $\varphi = \varphi_0$, $z = z_A$, where $\varphi_0 = 2\pi/z_p + \Delta$, and Δ - the circular overlap of the blades at the exit of the wheel, which is taken from zero to three degrees in order to prevent the shot flow of the working substance and depends on the technology of manufacturing the impeller.



The angle of flow out β_2^* of the impeller in cross section (characterized by the radius R^*) is determined by applying the chosen law of twisting the blade. Note that the radial location of the rotating linear screw surface is provided by twisting the blade according to the law of continuity of speed circulation.

Write for point A:

$$z_A = a + b(\varphi_0 + c)^m;$$

$$\left. \frac{\partial z}{\partial \xi} \right|_A = \frac{mb(\varphi_0 + c)^{m-1}}{R^*} = \operatorname{tg} \beta_2^*.$$

Compatible consideration of expressions for determining coordinates and derivatives at the extreme points of the curve leads to the following system of nonlinear equations:

$$\left. \begin{aligned} a + bc^m &= 0; \\ \frac{mbc^{m-1}}{R^*} &= \operatorname{tg} \chi; \\ a + b(\varphi_0 + c)^m &= z_A; \\ \frac{mb(\varphi_0 + c)^{m-1}}{R^*} &= \operatorname{tg} \beta_2^* \end{aligned} \right\},$$

solving which analytically, we find dependencies for determining unknown coefficients in the form of:

$$c = \frac{\varphi_0}{\left(\frac{\operatorname{tg} \beta_2^*}{\operatorname{tg} \chi} \right)^{m-1} - 1};$$

$$b = \frac{z_A}{(\varphi_0 + c)^m - c^m};$$

$$a = -bc^m.$$

To determine the coefficient m it is necessary one of the numerical methods, for example, the method of dichotomy to solve the nonlinear equation:

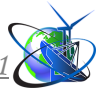
$$\frac{mbc^{m-1}}{R^*} - \operatorname{tg} \chi = 0,$$

which after substitution of the coefficients b and c is given to

$$\operatorname{it} \frac{z_A}{\varphi_0 R} m \operatorname{tg}^{m(m-2)} \chi \frac{\operatorname{tg}^{m-1} \beta_2^* - \operatorname{tg}^{m-1} \chi}{\operatorname{tg}^{(m-1)m} \beta_2^* - \operatorname{tg}^{(m-1)m} \chi} - 1 = 0.$$

Therefore, all unknown quantities that are needed to determine an arbitrary point on the middle surface of the working blade of a diagonal turbine are found. Indeed, given the R radius and the angle φ , which varies from 0 to φ_0 , it is possible to calculate the corresponding axial coordinate z of the middle surface of the blade.

After determining the middle surface, proceed to build a real turbine blade, which is characterized by certain thicknesses. These thicknesses are specified in the input δ_1 and output δ_2 cross sections of the blade, based on strength, design and



technological considerations. The thickness of the blade in intermediate sections is calculated according to the chosen law of its distribution along the screw line. To do this, in particular, apply the quadratic law of its relative quantity distribution:

$$\bar{\delta}_i = Mz_i^2 + Nz_i + \bar{\delta}_1,$$

where
$$M = \frac{\bar{\delta}_1(1 - \mathcal{G}) - \bar{\delta}_g + \mathcal{G}}{B^2 \mathcal{G}(1 - \mathcal{G})}; \quad N = \frac{\bar{\delta}_1(1 - \mathcal{G}^2) - \bar{\delta}_g + \mathcal{G}^2}{B \mathcal{G}(1 - \mathcal{G})}; \quad \bar{\delta}_1 = \frac{\delta_1}{\delta_2}.$$

Here $\bar{\delta}_g$ – relative thickness of the profile at a distance $\mathcal{G}B$ from the origin. Quantities $\bar{\delta}_g$ and \mathcal{G} , as well as δ_2 are specified with the source data.

The coordinates of the bending and convex parts of the profile of the blade formed on the screw surface of the variable step are determined using the equations of circular families of radius circles r with centers located on the middle line. It is assumed that the coordinates x and y , as well as radius r , are functions of the length of the arc of the middle line. According to [3] you can make the following system of equations:

$$\left. \begin{aligned} f(x, y, s) &= (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 - r^2 = 0 \\ f'(x, y, s) &= -2(x - x_0)x'_0 - 2(y - y_0)y'_0 - 2rr' = 0 \end{aligned} \right\},$$

where x_0, y_0 , – middle line coordinates;

s – parameter.

By a common solution to this system of equations, we get expressions to determine the coordinates of the bypass:

$$\begin{aligned} x_{1,2} &= x_0 - \frac{r}{1 + P^2} \left(Q \pm P \sqrt{1 + P^2 - Q^2} \right); \\ y_{1,2} &= y_0 - \frac{r}{1 + P^2} \left(PQ \pm P \sqrt{1 + P^2 - Q^2} \right), \end{aligned}$$

where

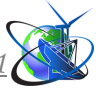
$$Q = r'/x'_0; \quad P = y'_0/x'_0.$$

The coordinate of the middle line is convenient to take as parameter s . In this case $x'_0=1$, $Q=r$ and $P=y'_0$. In written expressions, index 1 corresponds to curved, and index 2 to convex profile parts.

Part of the bending working blade is formed by a profile rim built on the cylindrical surface of the radius R^* , rectilinear twisting and described by linear surfaces. The determinants of these surfaces are convex and concave parts of the profile and two lines that parallel the axes of the wheel's rotation and pass through the points of C_1 and C_2 (drawing 2), which are called milling centers.

The blades have cross sections of planes perpendicular to the axis of rotation of the wheel, in the form of equilateral trapezoids, the sides of which are tilted to each other at some angle γ . The corners of the γ_1 at the entrance to the wheel and the γ_2 at the exit of it, as well as the thickness of the profile δ_1 and δ_2 are set based on strength, technological and design considerations.

The joint solution of the equations of lines passing through points 1–4, as well as the centers of milling C_1 and C_2 , determines the coordinates x_{I_1}, y_{I_1} and x_{I_2}, y_{I_2} and centers of rotation of the projections of the linear flow surfaces of the pumping



and suction of the blade:

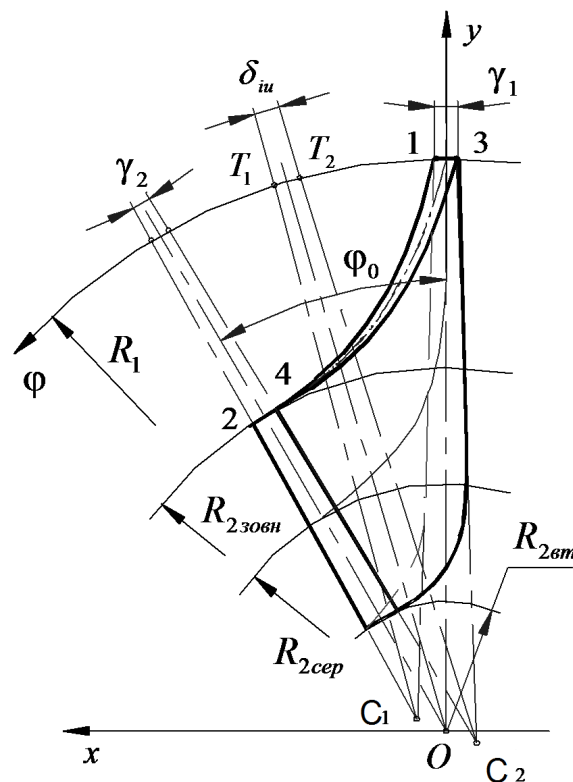
$$x_{U_1(U_2)} = \frac{k_{2(4)}x_{1(2)} - k_{1(3)}x_{2(4)} - k_{1(3)}k_{2(4)}[y_{1(3)} - y_{2(4)}]}{k_{2(4)} - k_{1(3)}};$$

$$y_{U_1(U_2)} = \frac{x_{1(3)} - x_{2(4)} + k_{2(4)}y_{2(4)} - k_{1(3)}y_{1(3)}}{k_{2(4)} + k_{1(3)}},$$

where

$$k_{1(3)} = \pm \operatorname{tg}(\gamma_1/2);$$

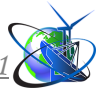
$$k_{2(4)} = \operatorname{tg}(\varphi_0 \mp \gamma_2/2).$$



Drawing 2 - The appearance of the blade in the projection to the wheel disc

Having the coordinates of the C_1 and C_2 points, as well as due to the ruler nature of the surfaces of the blade, you can find the coordinates of the profile in any cross section of the wheel. The position of the i -th intermediate point of the skeletal surface is determined by the coordinates R_i , z_i of the meridional cross section of the wheel. To do this, at a given z_i value, the coordinates of $x_{aver,i}$, $y_{aver,i}$, and the middle line of the peripheral cross section are calculated, built on the unfolding of the cylindrical surface of the radius R^* .

The convex and concave surface of the blade is determined using the profile of its peripheral cross section. The coordinate difference of the y_i convex and concave parts of the profile corresponds to the thickness of the blade δ_{iu} , measured in the circular direction on the cylindrical surface of the radius R^* . To calculate the thickness of the profile on the cylindrical surface of the radius R_i , it is necessary to find the coordinates of the points T_1 and T_2 .



$$x_{T_i(T_2)} = R_2 \sin \varphi_i \pm 0,5\delta_{iu} \cos \varphi_i;$$

$$y_{T_i(T_2)} = R_2 \cos \varphi_i \mp 0,5\delta_{iu} \sin \varphi_i,$$

where

$$\varphi_i = \varphi_0 - y_{cpi} / R_2.$$

Then calculate the angle γ_i

$$\gamma_i = \varphi_{i,on} - \varphi_{i,yr},$$

where

$$\varphi_{i,on(yr)} = \arctg \left[\frac{x_{T_i(T_2)} - x_{I_1(I_2)}}{y_{T_i(T_2)} - y_{I_1(I_2)}} \right].$$

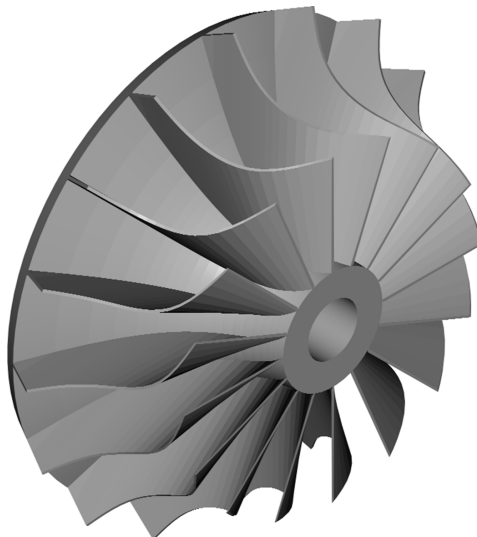
The thickness of the profile in the cylindrical cross section R_i is equal to:

$$\delta_{R_i} = \delta_{iu} + 2(R_2 - R_i) \operatorname{tg}(\gamma_i/2).$$

Geometric modeling of working wheel blades of diagonal turbines occurs after the construction of a meridional cross section of the wheel, which is limited to external and internal circuits. These rounds, as shown in the work [2], it is advisable to serve with *B*-splines, which have greater flexibility in geometric modeling of complex curves.

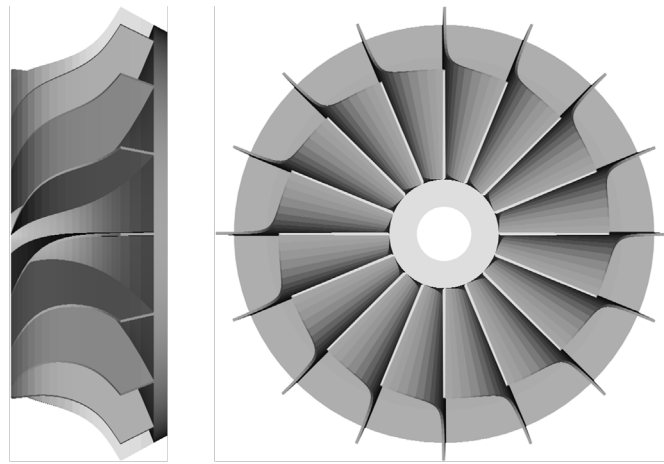
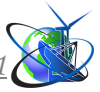
Conclusion and conclusions.

On the basis of the proposed method, a program of geometric modeling of working wheels of diagonal turbines was developed, which forms the so-called *script*-file for automated processing in the graphic editor AutoCAD [4]. This also forms a spatial volumetric model of the impeller of a diagonal turbine, which is visualized in a solid-state representation in automatic mode and is shown on Drawing 3.



Drawing 3 - Spatial Solid State Impeller Diagonal Turbine

Having a 3D model of the impeller, you can also use the AutoCAD graphic editor to get any flat image (Drawing 4).



Drawing 4 - Solid-state orthogonal projections of the impeller of a diagonal turbine

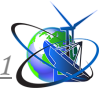
The given graphic results confirm the fruitfulness of the proposed approach to geometric modeling of spatial blades of working wheels of diagonal turbines.

References:

1. Lukshin V.S. (1967). Theory of vintage surfaces in the design of modular tools. Machinery, 372.
2. Borisenko V., Ustenko S., Kuklina O. (2002). Geometric modeling of the meridional cross section of the impeller of a diagonal turbine. Collection of Scientific Works of UDMTU, №6 (384), 87-94.
3. Levenberg V., Borisenko V. (1974). Method of analytical profiling of radial-axial turbine grids. NSI Works, (86), 72-80.
4. Boiko A., Kuklina O. (2015). 3D modeling of details with design elements. Scientific Works SWorld, 4(41), 86-90.

Анотація. Подано метод геометричного моделювання просторових лопаток робочих коліс діагональних турбін із застосуванням лінійчатих гвинтових поверхонь і побудовою скелетної лінії профілю лопатки на циліндричній поверхні зовнішнього радіуса колеса.

Ключові слова: Профілювання коліс, лопатки діагональної турбіни, гвинтові поверхні, геометричне моделювання, середня лінія профілю, вхідні та вихідні перерізи, меридіональний перетин, товщина профілю, В-сплайни, просторова об'ємна модель, твердотільне подання.



УДК 532.137

ROSTERING OF THE FORMING CHANNEL OF THE DISPENSER-LIQUID DISPENSER

РОЗРАХУНОК ФОРМУЮЧОГО КАНАЛУ ДОЗАТОРА-ЖИВИЛЬНИКА РОЗЧИНУ

Andreiev Igor / Андреев И.А.

d.t.s., doc. / д.т.н., доц.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2965-8722>

Pinchuk Andrii / Пінчук А.Є.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8759-9295>

Polishchuk Denys/ Поліщук Д.М.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6198-4961>National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute,
Kyiv, Polytechnic 39, 03056НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря сікорського»,
Київ, Політехнічна 39, 03056

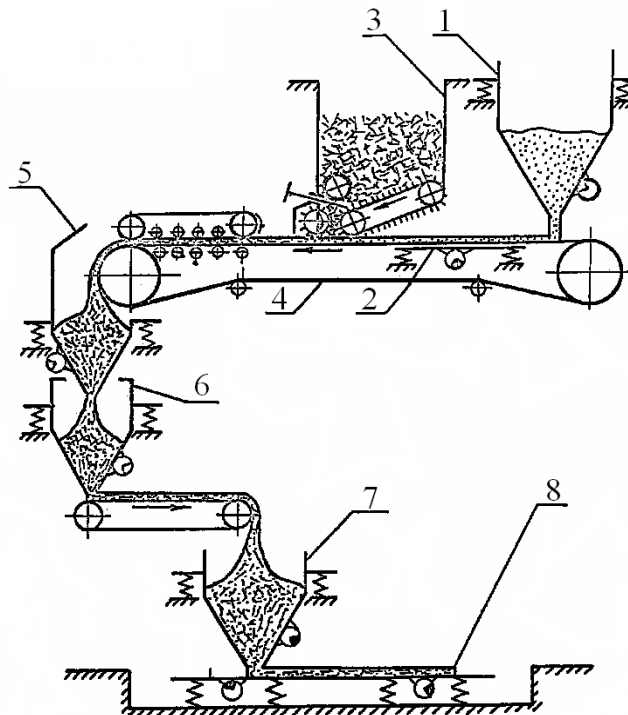
Анотація. Запропонована методика і формули для розрахунку геометрії формуючих каналів дозатора-живильника розчину віброекструзійної установки формування фібробетонних виробів.

Отримані результати досліджень стосуються запатентованої авторами конструкції дозатора-живильника розчину, який істотно прискорює процес утворення тонкого шару цементно-піщаного розчину і підвищує продуктивність пристрою в цілому.

Ключові слова: пірамідальний канал, віброекструзія, фібробетонна суміш.

Statement of the problem.

Mortar feeder is used at the beginning of the technological cycle of manufacturing fiber concrete products by vibroextrusion technology (Fig. 1).



1 - cement mortar feeder; 2 - vibrating table; 3 - fiber feeder; 4 - conveyor;
5, 6 - vibrating extruders that mix; 7 - forming vibrating extruder; 8 - mold

Fig. 1. Installation of vibrating extrusion



In order to carry out a continuous technological process of vibroextrusion, it is necessary to ensure the same productivity of the equipment for the fiber concrete mixture in all sections of the installation. The determining factor in this case will be the flow rate in the forming vibroextruder, which in each case is determined depending on the size and shape of products [1]. Mixture feeder capacity is calculated based on the productivity of a vibroextrusion unit, which is reduced by the value of dispersed reinforcement flow rate in a fiber feeder.

As a result of experiments the authors have proposed a design of mortar feeder dozer, which significantly accelerates the formation of a thin layer of cement-sand mortar and increases the productivity of the unit as a whole [2]. The unresolved part of the scientific problem is to determine the geometric dimensions of the improved dozing feeder.

The purpose of the article is to present the results of the research, which were aimed at developing a methodology for calculating the dimensions of the forming channels of the feeder-fiber dispenser proposed by the authors.

Summary of the basic material. The improved dispenser contains regular quadrangular pyramidal channels in which cement-sand mortar bundles are formed. To determine the performance of vibroextrusion flow of mortar in such channels, the "exposure method" [3] was applied, which showed closeness to the experimental values [4]. Taking into account the reduction of volumetric flow rate in a channel of rectangular cross-section compared to the flow between flat inclined infinite plates, the formula [5] was proposed:

$$q = \frac{0,4 \rho g L_1^2 L_2^2 (2 \varphi_0 \cos 2 \varphi_0 - \sin 2 \varphi_0) \operatorname{tg} \varphi_0}{\mu \cos 2 \varphi_0 \cos^2 \varphi_0 (L_1 + L_2)} \quad (1)$$

where - density of the solution, kg / m³; $g = 9,81 \text{ m / s}^2$ - gravity acceleration; - distance from the origin to the original cut of the hopper, m; L_2 - distance from the origin to the entrance to the pyramidal channel; - height of the mixture column in the hopper, m; μ - vibration velocity of the solution, Pa.s; - angle of the inclined wall of the channel to the vertical, rad. ($\varphi_0 < 45^\circ$).

The calculation scheme is shown in Fig. 2.

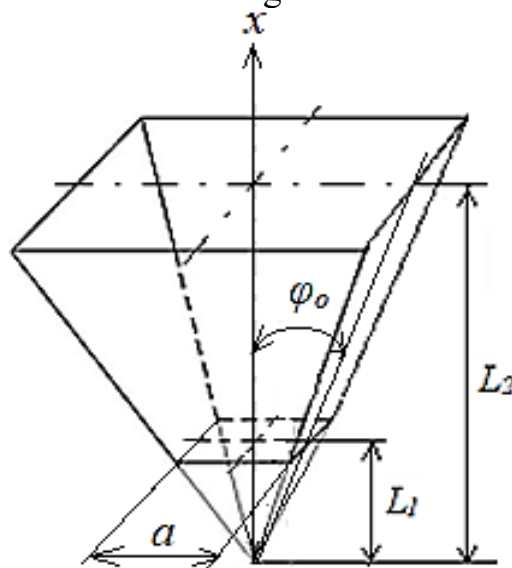


Fig. 2. Calculation scheme



To calculate the geometry of the forming channels of the feeder feeder it is necessary to determine the density and vibration of the solution. The angle of inclination of the inclined wall of the channel to the vertical $= 30^\circ$, and the distance from the origin to the original cut of the hopper $L_1 = 0,5a \operatorname{ctg} \varphi_0$, where a - the side of the outlet square section of the forming channel, m. From practical experience is recommended to take the side size a at least $0,03$ m.

For the final solution of the problem, it remains to determine the value of L_2 .

From equation (1) we obtain:

$$0,4\rho g L_1^3 (2 \varphi_0 \cos 2 \varphi_0 - \sin 2 \varphi_0) \operatorname{tg} \varphi_0 L_2^2 - q\mu \cos 2 \varphi_0 \cos^2 \varphi_0 L_2 - q\mu \cos 2 \varphi_0 \cos^2 \varphi_0 L_1 = 0 \quad (2)$$

Expression (2) is a complete quadratic equation with respect to the value of L_2 .

The discriminant of this equation:

$$D = (q\mu \cos 2 \varphi_0 \cos^2 \varphi_0 L_1)^2 + 1,6\rho g L_1^3 (2 \varphi_0 \cos 2 \varphi_0 - \sin 2 \varphi_0) \operatorname{tg} \varphi_0 \cdot q\mu \cos 2 \varphi_0 \cos^2 \varphi_0 L_1$$

The square root of the discriminant is greater than the number removed by the mean coefficient of the equation: $\sqrt{D} > q\mu \cos 2 \varphi_0 \cos^2 \varphi_0 L_1$. Therefore, the formula for calculating the value of L_2 will be written as follows:

$$L_2 = \frac{q\mu \cos 2 \varphi_0 \cos^2 \varphi_0 L_1 + \sqrt{D}}{0,8\rho g L_1^3 (2 \varphi_0 \cos 2 \varphi_0 - \sin 2 \varphi_0) \operatorname{tg} \varphi_0} \quad (3)$$

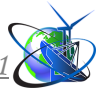
Formula (3) is true if there is one forming channel in the solution feeder. In reality, the number of forming channels is equal to n .

Therefore, the final formula for calculating the length L_2 will be written as follows:

$$L_2 = \frac{q\mu \cos 2 \varphi_0 \cos^2 \varphi_0 L_1 + \sqrt{D}}{0,8n\rho g L_1^3 (2 \varphi_0 \cos 2 \varphi_0 - \sin 2 \varphi_0) \operatorname{tg} \varphi_0} \quad (4)$$

The complete algorithm for calculating the size of the forming channels of the mortar feeder metering channels must contain:

- 1) Calculation of the costs of the forming vibroextruder of the plant and the solution feeder dozer q .
- 2) Determination of the density and vibration viscosity of the mortar.
- 3) Choosing the angle of inclination of the inclined wall of the channel to the vertical φ_0 .
- 4) Choosing the size of the side of the outlet square section of the forming channel a , considering that it should not be less than 0.03 m.
- 5) Calculation of the distance from the origin to the initial cut of the hopper by the formula $L_1 = 0,5a \operatorname{ctg} \varphi_0$.
- 6) Choosing the number of forming channels n .
- 7) Calculation of the distance from the origin to the entrance of the pyramidal channel by formula (4).



Conclusions

The proposed methodology for calculating the size of the forming channels of the solution feeder proposed by the authors

Further research in this direction will be aimed at improving the equipment for studying the process of vibroextrusion of fiber concrete products.

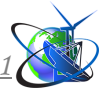
Перелік посилань

1. Андреев І. А. Процес віброекструзії фібробетону: монографія. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 194 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/17692>.
2. Пристрій для одержання шару цементно-піщаного розчину: пат. 146706 U Україна: МПК В28 В 1/08 (2006.01) В28 В 13/00 (2021.01). № u202007058; заявл. 03.11.2020; опубл. 10.03.2021, Бюл. № 10.
3. Андреев І. А. Отримання спрощеної формули для опису ламінарної течії ньютонівської рідини в прямокутному каналі за допомогою «методу впливу». Наукові вісті НТУУ «КПІ». Київ, 2010. №1. С. 88-92.
4. Андреев І. А., Валуйскова С. С. Фібробетон. Удосконалення процесу отримання тонкого шару цементно-піщаного розчину під час віброекструзії. Хімічна промисловість України. Київ, 2012. №4 (111). С. 27-29.
5. Андреев І. А., Пінчук А. Є., Крамар О. В. Віброекструзійний плин бетонних сумішей у правильному чотирикутному пірамідальному каналі. Вісник національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», серія „Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження”. Київ, 2021. № 3 (20). С. 9–15. DOI: 10.20535/2617-9741.3.2021.241018.

Abstract. A methodology and formulas for calculating the geometry of the forming channels of the mortar feeder dispenser of the vibroextrusion unit for the formation of fiber concrete products have been proposed.

The results of the research refer to the patented design of the mortar feeder, which significantly accelerates the formation of a thin layer of cement-sand mortar and increases the productivity of the device as a whole.

Key words: pyramidal channel, vibroextrusion, fiber-reinforced concrete mix.



УДК 004.4

SOFTWARE-BASED IMPROVEMENTS OF THE DRILLING CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEM**ПОКРАЩЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ І УПРАВЛІННЯ БУРІННЯ ЗАСОБАМИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ****Kropyvnytska V.B. / Кривницька В.Б.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-5231-7104

Mahas D.M. / Магас Д.М.*post-graduate student / аспірант**Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,**Ivano-Frankivsk, Karpatska, 15, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,**Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, 76019*

Abstract. *This article is meant to demonstrate how we can further improve the drilling process managed by SKUB-M2 drilling control and management system, by providing data processing ability in third-party software products via separate software-based optimization module. As a result we've got an easy-to-integrate and cost-effective solution due to its relative simplicity and reusability.*

Key words: *SKUB-M2, Matlab, software, UltraLogic. drilling, computer system, control and management system.*

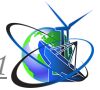
Introduction.

In work [3] the task of optimal control with a discrete and continuous change of control actions was set and solved, which enables to simplify the technical implementation of optimal control actions. That helps to reduce cost of well construction and makes it less time consuming. An optimal system for controlling a drilling process with continuous discrete operation is based on a complex of ground control facilities and control of a drilling process SKUB-M2 (drilling control and management system), which is staff information support hardware [1].

Materials and Methods.

The software for solving optimal control tasks [2, 3] is designed as a separate optimization module, which makes it easy to integrate into an existing application software package.

API controller forms an array of drilling data transmitted by the RS-485 interface to the information logging device. The received information is registered and archived in a database (DB) to save measured and calculated technological parameters of a drilling process. To solve identification tasks and optimal control from the DB, the following input parameters are selected: a set of values of axial load on the bit, bit rotation speed, the time and footage that are transmitted to the optimization module. The UltraLogic system [5], the main programming language of which is the language of functional block charts Function Block Diagram, was used by the controller to develop software for collecting and processing data. It is considered to be powerful and at the same time simple in tool system usage, which not only reduces the design time of the program for the controller in accordance with the order of the consumer, but also ensures the completion of the program under



conditions of exploitation by its developer, and, if necessary, by the consumer. The system provides a user with the ability to execute program modules in other programming languages (C, Pascal, Assembler). Controllers and computers programmed using UltraLogic can be integrated into the RS-485 and Ethernet-based data communication network. An important feature of the system is that the package does not have any restrictions on a number of variables, input-output channels and software developed. The system includes a DDE server, designed to communicate with any Windows applications [4, 5].

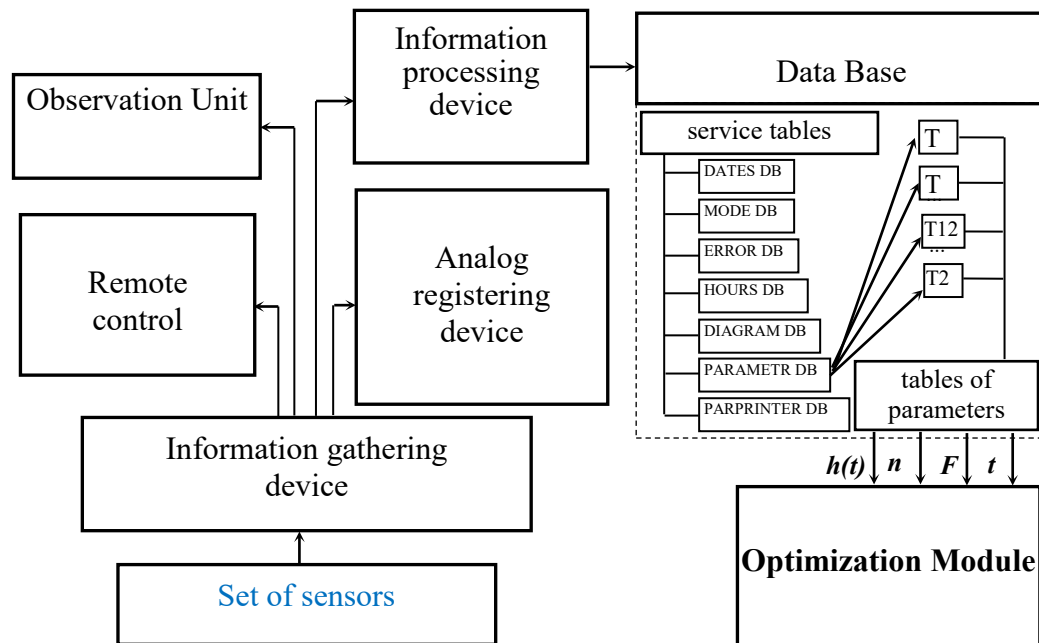


Figure 1 – SKUB-M2 and optimization module interaction scheme

In order to integrate the optimization module into the information measuring complex, the icon 'Consultation' was added to the instrument panel of the latter. After clicking on the icon of the IVK software program, the 'Select database tables' dialog opens, in the fields of which it is necessary to specify paths to the tables with sets of values of the corresponding parameters. The described stage of the work of the optimization module is realized by the so-called interface block, the task of which is to conduct a dialogue with a user and obtain necessary information from them and further storage it in the internal data structures of the program. To create dialogs, the standard MFC class `CDialog` is used as a basic one for imitation. Creating proper a graphical representation of the dialog is carried out in the resource editor by placing necessary control elements on the finished template. Each control element connects with the corresponding member of the class derived from `CDialog`, that is, the value of each created control element is stored in the data elements of the created class of the dialog. Updating the corresponding data structures is carried out automatically when the window closes by pressing the 'OK' button, or if the `UpdateData (TRUE)` command is executed. To ensure the ability to display the last user-input paths, reverse data transmission is used from class members to control elements using the `UpdateData (FALSE)` command. Data processing after clicking on the 'Overview' button in the 'Select database tables' dialog is implemented using the standard event

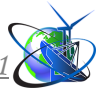


handling mechanism by graphical means of the own program development environment. The 'Table Selection' dialog box is created on the base of the standard MFC class of the CFileDialog opening / saving dialog. The path to the user-selected file in this dialog can be obtained by calling GetFileName for the object of the class CFileDialog. After that the obtained value is assigned to the corresponding element of the class in the 'Select database tables' dialog box and updating the value of the EditBox control is implemented by executing the UpdateData command (FALSE). At the next stage of the program, the database access block (BDAB) is activated, which reads the field values entered by a user, connects to the specified tables of archival data of the SKUB software system and selects from them sets of values of the corresponding parameters, by writing them in a temporary binary file. It is worth noting that when writing data to a binary file, the program coordinates the dimensions, in particular, converts the speed of rotation per minute in revolutions per second, and also makes calculations of the value of footage based on the position of the travelling block. Here is an example of connecting to a database table with sets of values of axial load (F) performed by BDAB:

```
try {
    CDatabase db_F;
    CString connect;
    connect+="DRIVER={Driver do Microsoft Paradox(*.db)}";
    connect+="DBQ=";
    connect+=path_to_F;
    db.OpenEx(connect);
}
catch (CDBException *xcp) {
    cerr << _T("Database exception: ")
        << (const TCHAR *) xcp->m_strError << endl;
    xcp->Delete();
}
```

Figure 2 – Database connection example

As it can be seen from the following section of the program, the exception mechanism is used to handle the errors that may occur when connecting to the database. The exception handling is to output some diagnostic message that explains the nature of the errors and allows a user to act correctly. To encapsulate the database table records in the MFC, the CRecordset class is used to generate the derived class with the ODBC data source specification. After performing such imitation, the derived class will include data structures that reflect the contents of the corresponding columns of the given table. Thus, the task of BDAB is to scan table records using the derivative class from CRecordset and record sets of parameter values into a binary file. Replacement of table records is done by using the MoveNext method of the CRecordset class, and in case of reaching the end of the table, the IsEOF method of the same class returns the value TRUE. Alternative to the IsEOF is the GetRecordCount method, which returns the number of records in the table which the CRecordset class object is linked to. Here is a fragment of the code of BDAB, which adds to the binary file input.bin a set of values of the axial load parameters, which is read from the corresponding table:



```

ofstream obf("input.bin", ios::out | ios::binary | ios::trunc);
int count_F = m_table_F->GetRecordCount();
obf.write((char *) &count_F, sizeof(count));
for (int i=0; i<count_F; i++) {
    obf.write((char *) &m_table_F->value, sizeof(float));
    m_table_F->MoveNext();
}

```

Figure 3 – Writing load parameters to the input.bin file example

The described actions are repeated for other CRecordset objects linked to database tables with sets of values of the rotation speed and a position of the travelling block. The final results are added each time at the end of the input.bin binary file. Having formed the necessary binary file, BDAB no longer requires access to databases and closes them using the Close method, which is called for each open object of the class CDatabase. The final stage of BDAB's operation is to transfer the management of a mathematical block that is launched as a separate process using the CreateProcess API function. After these steps are executed, the mathematical block of the program optimization module is launched, which is a separate independent process with a graphical interface. Since the algorithms that make calculations of the optimal parameters for drilling process are implemented in the form of separate MatLab file scripts that must be launched in a strictly defined sequence, then existing integrated tools of the given mathematical package are used to consolidate them into a single entity based on the existing graphical interface. As the main script around which all other modules are united, the procedure for initial IndDril initialization is selected. At the initial stage of work the described script reads sets of values for axial load parameters, footage and speed of rotation from the binary input.bin file formed by BDAB and places them in their own internal data structures - arrays. Taking into account the above mentioned format of the binary file generated by BDAB, the reading of the corresponding parameters values is carried out by the following sequence of Matlab scripts IndDril commands:

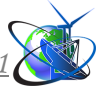
```

fid = fopen('input.bin', 'rb');
[N, count] = fread(fid, 1, 'float64');
[F, count] = fread(fid, [N, 1], 'float64');
[N, count] = fread(fid, 1, 'float64');
[n, count] = fread(fid, [N, 1], 'float64');
[N, count] = fread(fid, 1, 'float64');
[h, count] = fread(fid, [N, 1], 'float64');
fclose(fid);

```

Figure 4 – Parameters reading example

Creating a graphical interface is carried out using typical control elements supported by any high-level programming language for displaying computational results and ensuring the possibility of dialogue with a user. To create a window of the main program in the Matlab environment, the figure function is used, whose parameters are the coordinates of the initial window position, the type of boundaries, the title of the window, etc. The direct creation of control elements in the MatLab



environment is carried out using the `uicontrol` command. In order to change the graphical interface in the `IndDril` script, the `set` function is used to change the properties of the controls in the process. Thus, the nature of the mathematical module interface is based on the partial reflection of the plurality of all control elements at each specific time depending on user's actions. This is accomplished by changing the `Visible` property for each control element. For example, in order to temporarily "hide" the list, the button and the edit box, the `IndDril` script uses the following sequence of commands:

```
set(hList(i), 'Visible', 'off');
set(hButton(i), 'Visible', 'off');
set(hEdit(i), 'Visible', 'off');
```

Figure 5 – GUI changes example

Obviously the developed graphical interface implies the presence of a huge number of control elements. To facilitate the operation with sets of such elements in the main script of a mathematical module, a technique is used in which descriptors of the same type of control are stored in arrays, which makes it possible to use typical cyclic structures for access to a large group of elements. An example of using such a technique is to "hide" the lower navigation panel of the main window of the mathematical module, consisting of a group of check boxes.

The results of the mathematical module are displayed not only in the form of text information (using lists), but also in the form of diagrams. To ensure it, the `IndDril` script uses special axes, which are a markup form for displaying diagrams. Each of these objects is associated with a separate object-diagram whose descriptor is returned by the `plot` function. It is worth noting that the output of any diagram is always carried out in the current object axes. The control elements reaction of the main window of the mathematical module to the user's actions is carried out on the basis of a typical mechanism for processing events. The **callback** property of each control specifies a function used to handle events from this element. To create an executable file based on MatLab's mathematical package scripts, the built-in `mcc` compiler is used, whose parameters are the names of all component project files, with the main script being indicated first. Thus, creating an exe-file based on scripts of a mathematical block is carried out using the following command line:

```
mcc -m -B sglcpp -L Cpp IndDril ident1 ident2 check optimdril
clearall dril_subcont_1 spid_orto onexit rad radoptim fun_sum
fun_ind fun_VV fun_VK fun_HP fun_start fun_s fun_fs fun_pr fun_pr1
fun_SubCon_1 fun_g fun_V0 fun_Ke fun_Kq hamfun fun_tb fun_Ke1 fun_V01 fun_Kq1
```

Figure 7 – Final command example

Results.

Consequently, the BDAB task of transferring management of the mathematical block boils down to running the received .exe file. Scripts of the mathematical module read sets of parameter values from the corresponding binary file formed at



the initial stage of BDAB, and implement their further processing, displaying results in the form of charts, values of the specified parameters and recommendations. After work with the mathematical module is finished by a user, control is transferred to the return block, which implements the correct completion of the entire optimization module, closing the corresponding file streams and database connections, removing the created BDAB binary file for transferring information in the MatLab scripts, and transfers control programmatic information and measuring complex.

Conclusion.

Integration of SKUB-M2 with Matlab via software-based optimization module was successful. The actual drilling data can be analyzed and processed using Matlab functionality. Graphical user interface can be adjusted to meet the needs.

References

1. Voscynskij V.S., Voscynskij V.V., Andruk M.S. Kompleks zasobiv nazemnoho kontrolju ta upravlinnja procesom burinnja i remontu naftovyh ta hazovyh sverdlodyn SKUB-M2-00 // 8-ma miznarodna n/t konf. «Sucasni prylady, materialy i texnologiji dlja nerujnivnoho kontrolju i texnicnoi diahnostyky masynobudivnoho i naftohazopromyslovoho obladnannja», 14 - 16 lystopada 2017. Ivano-Frankivs'k, 2017. S. 23-27.
2. Horbijcuk M.I., Kropyvnycka V.B. Optymalne keruvannja procesom mexanicnoho burinnja // Naftova i hazova promyslovist. – 2005. – #3. – S. 20-2
3. Horbijcuk M.I., Kropyvnycka V.B. Suboptymalne keruvannja procesom zahlyblennja sverdlodyn // Naftova i hazova promyslovist. – 2003. – #1. – S. 24-25.
4. Fedoriv M.Yo., Hlad I.V., Halushchak I.D., Mykhailiv I.M. DC link power supply system of electric drill // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2020, № 1. С. 94-99
5. Mynaev Y.H., Samojlenko V.V. Prohrammyruemye lohycleskye kontrollerы: praktyceskoe rukovodstvo dlja nacynajusceho ynzenera. Stavropol: ARHUS, 2009. 100 s.

Анотація. Дана робота описує способи подальшого покращення процесу управління бурінням засобами СКУБ-М2, шляхом забезпечення можливостей опрацювання даних стороннім програмним забезпеченням через програмно-реалізований оптимізаційний модуль. В результаті ми отримали легке в інтеграції та економічно ефективне рішення з огляду на порівняну простоту рішення та можливість його повторного використання.

Ключові слова: СКУБ-М2, Matlab, програмне забезпечення, UltraLogic. буріння, комп'ютерна система, система контролю та управління

Стаття відправлена: 06.10.2021 г.

© Марас Д.М.



УДК 669.712

**FEATURES OF TECHNOLOGY PROCESSING OF ALUMINA
PRODUCTION CERTAIN STAGES FROM GUINEA BAUXITES
ОСОБЛИВОСТІ ВІДПРАЦЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОКРЕМИХ СТАДІЙ
ВИРОБНИЦТВА ГЛИНОЗЕМУ З ГВІНЕЙСЬКИХ БОКСИТІВ**

Nesterenko T.M. / Нестеренко Т.М.*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-7900-8512

*Zaporizhzhya National University, Zaporizhzhya, Zhukovskogo str., 66, 69600**Запорізький національний університет, Запоріжжя, Жуковського, 66, 69600***Nesterenko O.M. / Нестеренко О.М.***Zaporizhzhya Machine-Building Design Bureau PROGRESS State Enterprise Named After**Academician A.G. Ivchenko, Zaporizhzhya, Ivanova str., 2, 69068**ДП «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» ім. акад. О.Г. Івченко,**Запоріжжя, Іванова, 2, 69068***Lychko D.M. / Личко Д.М.****Ahafonov O.A. / Агафонов О.А.****Lotoshnykov O.O. / Лотошников О.О.***Mykolaiv Alumina Plant Ltd,**Mykolaiv region, Vitovskiy distric, Galicinovo, Naberezhna, 64, 57286**ТОВ «Миколаївський глиноземний завод»,**Миколаївська обл., Вітовський район, Галицинове, Набережна, 64, 57286*

Abstract. *Absence in Ukraine of deposits of high-grade bauxites causes to necessity to use import bauxite raw materials for alumina production. On the basis of experimental tests the technological features of processing of Guinean Kindia and Dian-Dian bauxites to alumina are investigated and recommendations for correction of technological regimes of wet grinding, dehydration of aluminium hydroxide coming in calcination, and thickening red mud are given. Application of POLYPAV-C16 (EO) and Nalko 85488 reagents for produced aluminium hydroxide dehydration, HA-L88 flocculant for red mud thickening is expedient and cost-effective.*

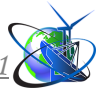
Key words: *bauxite, alumina, wet grinding, produced aluminum hydroxide, dehydrating reagent, pulp, flocculant, red mud.*

Introduction.

Almost all alumina in the world is produced by alkaline methods. The most widely used in industry is the Bayer's hydrochemical method for processing high-grade bauxites. Preliminary grinded high-grade bauxites are leached with circulating alkaline solution. Aluminate solution separation from mud carried out usually thickening with the subsequent solution filtering from thin suspended matter. Washed out red mud pump out in storages. After thickening and afterfiltration aluminium hydroxide is deposited from aluminate solutions by hydrolytic decomposition in the presence of seeded aluminium hydroxide produced in the previous cycle. Produced aluminium hydroxide after washing is exposed to calcination for alumina obtaining. Mother alkaline solution is evaporated for caustic alkali concentration increase and direct to the subsequent leaching [1-4].

According to the British Geological Survey Australia, China, Brazil, Guinea, India supplied the largest amount of bauxite to the world market in 2016 [5].

Ukraine does not have large bauxite deposits. Existing deposits of bauxite rocks



in composition, geological features and volumes have no practical significance.

Changes in the bauxites quality, the terms of their delivery and prices in the world market are the reasons of the accumulation of bauxites reserve stocks to ensure the stable operation of alumina enterprises. The presence of bauxites reserve stocks makes it possible to control the flows and chemical composition of charge mixture, thus ensures the stability of technological parameters at optimal consumption coefficients.

Bauxites of each deposit have characteristic features, that's why it is necessary to adjust the technological regimes of their processing in different areas of the technological chain of alumina production. Experimental testing is the basic method of preliminary estimation of the main technological parameters of bauxite processing of different alumina deposits.

The task of the work is to analyze the features of processing Guinean Kindia and Dian-Dian bauxites into alumina and to provide recommendations for adjusting the technological regimes of grinding such bauxites, aluminium hydroxide dehydration and red mud thickening.

The main part.

The alumina production process according to the Bayer method has the following features: multistage and large number of operating similar apparatuses, large volumes of pumped solutions and pulps, significant amount of auxiliary operations associated with the transportation, averaging and separation of pulps into phases, strong requirements to ensure a given movement rhythm of solutions, pulps and their high corrosive activity, etc.

The bauxite grindability is influenced by its strength, density, hardness, ductility, ability to deform and other properties. Bauxite, which contains diasporas, is more difficult to grind, boehmite and gibbsite bauxites are easier to grind [2,3].

The lower reactivity of bauxite aluminum hydroxide, the lower its porosity, the higher degree of grinding is required. Porous gibbsite bauxites, which are easy to open, do not require deep grinding. Hard bauxites are grinded in two stages, soft – in one or two stages by hammer crushers.

Guinean bauxites are ground in one step in ball mills. For each type of bauxites, the optimal grinding conditions are determined experimentally, the violation of which can cause technological disturbances in the following areas.

Grinding bauxite into large particles leads to incomplete extraction of alumina, worsens working conditions and overloads mills. Bauxite excessive crushing can lead to increase alkali consumption due to interaction with finely dispersed quartz and rise the iron content in solutions.

On wet grinding at the same time with bauxite the circulating solution serves, also lime milk is added to mills. The flow rate of the circulating solution for each mill is set depending on its bauxite productivity.

Bauxite enters to wet grinding area along the tract of belt conveyors. By mobile reversible conveyors, bauxite is loaded into the supply hoppers of the mills, from which bauxite is fed to the belt conveyors of the mills by plate feeders, continuously weighed and loaded into the mills. One hopper, feeder and conveyor equipped with automatic scales are installed for each mill. The scales actuator automatically



maintains the set performance of the mill by changing the feeder belt speed by means of frequency converter. The productivity of the bauxite mill is set depending on the thick pulp volume in the respective tanks.

Simultaneously with bauxite, circulating solution is fed into the mill for optimal grinding and preparation of thick bauxite pulp. The flow rate of the circulating solution for each mill is set depending on its bauxite productivity. The metering function calculation of circulating solution per 1 ton of bauxite is performed to obtain a thick raw pulp with established parameters and to maintain a given ratio between the liquid and solid phases of pulp at mill outlet. The determined ratio between the specified flow rate of circulating solution and bauxite is maintained automatically.

From mill the pulp enters the conical tank, which also serves part of circulating solution and corrective pulp. From the conical tank a thick bauxite pulp is pumped to an arch screen for classification. The pulp, which has passed through the sieve of the arch screen, flows by pipeline into thick pulp tank of the leaching area. The sands which have not passed through arch screen sieve by pipeline return to mill for grinding.

Experimental study of wet grinding of Guinean Kindia and Dian-Dian bauxites found that with growth temperature of alkaline-aluminate solution the specific productivity of ball mill increased by 1.2-2.1 times to obtain small particles up to 63 μm in the range from 25 % to 40 %. The increase in fine particles output in the amount of 40 % to 70 % is accompanied by decrease in the mill productivity and productivity stabilization at almost constant value without significant effect of solution temperature.

One of the measures that increase the mills productivity in the wet grinding area is to improve the process of ball loading mills.

The design of vibroshaker sieve grates does not allow to remove off-grade (sprouted, deformed, less than 50 mm in diameter) balls due to congestion formation, mixing of production and off-grade balls. Poor ball loading of mills leads to their overload, increase in circulating load, decrease in productivity of mills.

To eliminate the mills overload the fixing and supporting elements of the vibroshaker sieve grates should be performed in such a way as to ensure the possibility of adjusting the grate angle and to restore the sliding shutter operation, which controls the number of balls coming out of the hopper to vibroshaker.

Improving the quality of ball loading mills will reduce the duration of unproductive ("idle") operation of ball mills on wet grinding area by eliminating their overload, reduce power consumption for bauxites grinding.

The purity of alumina is determined by the produced aluminum hydroxide purity. To ensure normal economic operation of the fluidized bed unit the final humidity of aluminum hydroxide (cake) on the filter should be at level 10-11 %.

At the calcination area there is vacuum-filtration drums which use for the separation of solid from the liquid phase of the hydroxide pulps, as well as for the washing out aluminum hydroxide from alkali by condensate. Washed up aluminum hydroxide, as purified solid phase (cake), direct along the conveyor to fluidized bed unit for calcination.

Alumina plants use dehydrating reagents to reduce the humidity of produced



aluminum hydroxide, decrease fuel consumption during calcination, stabilize the operation of filtration unit, increase the productivity of calcination furnaces and alumina quality by improving the washing up of aluminum hydroxide (reducing the alkali level) and reducing of water consumption. Synthetic surfactants are used as dehydrating reagents [6,7].

Dehydrating reagents reduce the surface tension of the liquid and increase the wetting angle of the solid surface. Hydrophobization of surface of the solid phase particle significantly reduces its humidity [8].

Reagents in the filter washing system are widely used in ferrous metallurgy. In the industrial practice of the newest alumina enterprises use other types of filters (disk, plate, etc.) in which sharp steam (under pressure of 0,6 MPa) moves on a cake surface without addition of any reagents.

To reduce the humidity of productive aluminum hydroxide (cake) during industrial tests on the first stage filtration was compared dehydrating reagents ROLYPAV-C16 (EO) produced by TDV "Pologi Chemical Plant "Coagulant" and foreign Nalko 85488, which are mixture of non-ionic substances.

The dehydrating reagent is fed in the washing line of the condensate ramp. The reagent is mixed with the condensate and then sprayed through nozzles on the cake surface. The reagent application does not require additional operations of its preparation because the metering function takes place using a diaphragm pump. This allows to fully use the dehydrating reagent for the entire working zone of the drum vacuum filter.

Experimental studies have confirmed the expedient and cost-effectiveness of dehydration of aluminum hydroxide, which enters the calcination, with the addition of dehydrating reagents. The optimal consumption of dehydrating reagents per 1 ton of Al_2O_3 is 50 g and 40 g, respectively [9]. The use of ROLYPAV-C16 (EO) and Nalko 85488 reagents allows to reduce the humidity of aluminum hydroxide by 2 % and to stabilize the filtration unit operation.

The pulp obtained after bauxites leaching is diluted with washing water from red mud washing up. The obtained diluted pulp is a two-phase system, the solid phase of which consists of a number of elements bound into complex compounds. The size of the mud particles depends on the grinding degree of bauxite, its mineralogical composition and structure. Under the same conditions, Kindia and Dian-Dian gibbsite bauxites form smaller particles, which crystallize worse and create associates. A significant amount of aluminate solution is retained between the mud particles, which must be washed out of the mud after thickening. The stronger the adhesion between the particles, the greater the solution volume held by them, and the slower the sediment is compacted.

To intensify the process of mud particles aggregation at Mykolaiv Alumina Plant Ltd the thickening technology of red mud in single-chamber thickeners with the use of flocculant HX-3000, the solution of which is prepared at the equipment of Cytec is processing and using. During the semi-industrial tests, a comparison of the flocculant HX-3000 and the new flocculant HA-L88 produced by the company "Shandong Hansol Chemical Co., Ltd" on the red mud pulps formed in autoclave batteries at the processing of Guinean Kindia and Dian-Dian bauxites.



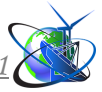
It is established that the technological parameters of the thickening process of red mud pulp (mud density, flocculant consumption, load on the drive of each thickener, transparency of drains, etc.) when using both flocculants are approximately the same [10]. Minor differences may be due to changes in the type of bauxite being processed. The use of the new flocculant HA-L88 allows to more completely separate the mud part from the soluble red mud pulp. Since the viscosity, fluidity and some other physical properties of flocculants HA-L88 and HX-3000 are significantly different, so for preparation and metering of flocculant HA-L88 solution it is necessary to change some units design of the existing equipment and tanks arrangement.

Conclusions.

1. High-grade bauxites are supplied to alumina enterprises from different deposits of the world. They have characteristic features, require adjustment of technological regimes of processing in different areas of alumina production.
2. Heating of the alkaline-aluminate solution and improvement of the process of ball loading of mills promote to increase the productivity of ball mills during the wet grinding of Guinean Kindia and Dian-Dian bauxites.
3. The use of dehydrating reagents POLYPAV-C16 (EO) and Nalko 85488 allows to reduce the humidity of the aluminum hydroxide entering the calcination by 2 % and to stabilize the filtration unit operation.
4. The use of the new flocculant HA-L88 allows to more completely separate the mud part from the soluble red mud pulp. For preparation and metering of flocculant HA-L88 solution it is necessary to change some units design of the existing equipment and tanks arrangement.

References:

1. Troitskii, I.A. and Zheleznov, V.A. (1984), *Metallurgiya aliuminiya* [Aluminium metallurgy], Metallurgiya, Moscow, Russia.
2. Ivanov, A.I., Nasekan Yu.P. and Ivanova, L.P. (2005), *Tekhnologiya proizvodstva glinozema: monografiya* [Technology of alumina production: monograph], ZGIA, Zaporizhzhia, Ukraine.
3. Nasekan, Yu.P. (2008), *Vyrobnychtvo glynozemu: navch. posib.* [Alumina production: textbook], ZDIA, Zaporizhzhya, Ukraine.
4. Loginova, I.V., Kyrchikov, A.V. and Peniugalova, N. P. (2015), *Tekhnologiya proizvodstva glinozema* [Alumina production technology], in Loginova, I. V. (ed.), *Izd-vo Ural. un-ta*, Ekaterinburg, Russia.
5. Brown, T.J. and other (2018), *World Mineral Production 2012–16. Statistical Information*, British Geological Survey, Keyworth, Nottingham, UK.
6. Failon, B.K. (1986), “Surface-Active Deliquoring Agents for Alumina Thrihydrate”, *Light Metals*, pp. 147–150.
7. Owen, D.O., Connelly, L.J., Dimas, P.A. and Gross, A.E. (1991), “Evaluation of Downstream Effects of Specialty Chemicals in the Bayer Process”, *Light Metals..* pp. 173–178.
8. Verezhnikov, V.N., Germasheva, I.I. and Krysin, M.Iu. (2015), *Kolloidnaia khimiia poverkhnostno-aktivnykh veshchestv* [Colloidal Surfactant Chemistry], Lan,



St. Petersburg, Russia.

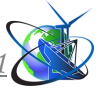
9. Ahafonov, O. A. and Nesterenko, T. M. “Technological features of aluminum hydroxide dehydration”, *tezy dopovidey I mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi onlayn-konferentsiyi* [Abstracts of reports of the I Int. Sci.-Pract. Online Conf.], *Aktual'ni problemy, priorytetni napryamky ta stratehiyi rozvytku Ukrayiny* [Current issues, priority areas and development strategies of Ukraine], Kyiv, Ukraine, March 15, 2021, pp. 687–689.

10. Lotoshnykov, O.O. and Nesterenko, T.M. “Technological features of red mud thickening with use of flocculants”, *tezy dopovidey I mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi onlayn-konferentsiyi* [Abstracts of reports of the I Int. Sci.-Pract. Online Conf.], *Aktual'ni problemy, priorytetni napryamky ta stratehiyi rozvytku Ukrayiny* [Current issues, priority areas and development strategies of Ukraine], Kyiv, Ukraine, March 15, 2021, pp. 689–691.

Література:

1. Троицкий И. А., Железнов В. А. Металлургия алюминия. Москва: Металлургия, 1984. 400 с.
2. Иванов А. И., Насекан Ю. П., Иванова Л. П. Технология производства глинозема: монография. Запорожье: ЗГИА, 2005. 262 с.
3. Насекан Ю. П. Виробництво глинозему: навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 190 с.
4. Логинова И. В., Кырчиков А. В., Пенюгалова Н. П. Технология производства глинозема: учеб. пособие / под общ. ред. И. В. Логиновой. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. 336 с.
5. World Mineral Production 2012–16. Statistical Information / T. J. Brown and other. Keyworth, Nottingham: British Geological Survey, 2018. P.2.
6. Failon B. K. Surface-Active Deliquoring Agents for Alumina Thrihydrate. Light Metals. 1986. P.147–150.
7. Owen D. O., Connelly L. J., Dimas P. A., Gross A. E. Evaluation of Downstream Effects of Specialty Chemicals in the Bayer Process. Light Metals. 1991. P.173–178.
8. Вережников В. Н., Гермашева И. И., Крысин М. Ю. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ. Санкт-Петербург: Лань, 2015. 304 с.
9. Агафонов О. А., Нестеренко Т. М. Технологічні особливості зневоднення гідроксиду алюмінію. *Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України* : тези доп. І міжнар. науково-практ. онлайн-конф., м. Київ, 15 бер. 2021 р. Київ : ІТТА, 2021. С.687–689.
10. Лотошников О. О., Нестеренко Т. М. Технологічні особливості згущення червоних шлаків із використанням флокулянтів. *Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України* : тези доп. І міжнар. науково-практ. онлайн-конф., м. Київ, 15 бер. 2021 р. Київ : ІТТА, 2021. С.689–691.

Анотація. Відсутність в Україні родовищ високоякісних бокситів призводить до необхідності використовувати імпорتنу бокситову сировину для виробництва глинозему.



На підставі експериментальних випробувань досліджено технологічні особливості переробки гвінейських бокситів Kindia та Dian-Dian на глинозем та надано рекомендації щодо коригування технологічних режимів мокрого розмелювання бокситів, зневоднення гідроксиду алюмінію, що надходить на кальцинацію, і згущення червоного шламу. Застосування реагентів POLYPAV-C16 (EO) і Nalko 85488 для зневоднення продукційного гідроксиду алюмінію, флокулянта HA-L88 для згущення червоного шламу є доцільним і економічним.

Ключові слова: боксит, глинозем, мокре розмелювання, продукційний гідроксид алюмінію, зневоднювальний реагент, пульпа, флокулянт, червоний шлам.

Supervisor of studies: c.t.s., as.prof. Nesterenko T.N.

Article sent: October 11, 2021.

© Nesterenko T.N., Nesterenko O.N., Lychko D.M.,
Ahafonov O.A., Lotoshnykov O.O.



УДК: 636.54: 664.9.002.5

MODERN ASPECTS OF HEALTHY EATING AND STATE REGULATION OF COMPLIANCE WITH FOOD SAFETY AND QUALITY REQUIREMENTS

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ ТА ДЕРЖАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ
ДОТРИМАННЯ ВИМОГ ЩОДО БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ
ПРОДУКТІВ

Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.

d.a.s., prof. / д.с.н., проф.

ORCID: 0000-0002-8178-207X

Publons: AAF-5445-2019

Kostash V.B. / Косташ В.Б.

ORCID: 0000-0002-2182-7723

c.a.s., / к.с.н.

Fedoriv V.M. / Федорів В.М.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

Podilskyi State Agrarian and Engineering University,

Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300

Подільський державний аграрно-технічний університет,

Кам'янець-Подільський, Шевченко 13, 32300

Abstract. According to biochemical studies, 40-90% of the population of Ukraine suffers from hypovitaminosis. A study of the peculiarities of nutrition of adult Ukrainians (18-65 years) in the central regions of Ukraine showed that the actual diet of the surveyed persons was characterized by: high cholesterol in the diets, insufficient content of vitamins A, B6, C, PP; insufficient amount of calcium and magnesium in the diets of the population. Almost half of the surveyed (42.3%) had a violation of the diet, namely: two meals with long (more than 8 hours) intervals. It is established that the optimization of the human diet can be achieved through the use of dietary supplements, the range of which is constantly expanding. They allow you to optimize the metabolic processes and functions of the human body, taking into account the state of his health. Due to biologically active food supplements, it is possible to provide dietary, health or prophylactic properties and to ensure normal and restore the disturbed functions of the human body. "A food product may become unfit for human consumption both in the process of its production, in particular, by the introduction of foreign substances or objects or in case of violation of production requirements, and as a result of its spoilage in the process of improper storage, transportation and sale." In order to implement state regulation of safety and certain indicators of food quality in Art. 4 of the Law of Ukraine "On Basic Principles and Requirements for Food Safety and Quality" as amended by the Law of July 22, 2014 № 1602-VII identified appropriate areas for improving the situation in this area, which include: - establishment of sanitary measures; - setting requirements for certain indicators of food quality; - state registration of the objects of sanitary measures defined by the legislation; - issuance, termination, revocation and renewal of the operating permit; - informing and raising awareness of market operators and consumers about safety and certain indicators of food quality; - setting requirements for the health of staff; - participation in the work of relevant international organizations; - implementation of state control; - bringing market operators, their officials to justice in case of violation of safety legislation and certain indicators of food quality.

Key words: nutrition, safety, protein, standard, diet, quality, organism, vitamins

Introduction.

Nutrition is an important physiological need of the body. It is necessary for the construction and continuous renewal of cells and tissues; energy intake, which is



necessary to ensure the body's energy expenditure; intake of substances from which enzymes, hormones and other regulators of metabolic processes and vital functions are formed in the body. Metabolism, function and structure of all cells, tissues and organs depend on the nature of nutrition.

Assessing the dynamics of changes in the structure of human nutrition in the historical aspect, we can clearly identify common to the population of all industrialized countries clearly unfavorable trends and a significant reduction in dietary fiber (fiber) intake. One of the main negative consequences of this diet is obesity, which in the prosperous countries of Western Europe, the United States, China has become an epidemic. Unfortunately, in Ukraine there are also sad statistics of obesity, which is 22% and, according to forecasts, in 2025 will reach almost 26% of the total population of 108 countries [10].

The main cause of obesity is an unbalanced and irrational diet, so the study of people's awareness of proper nutrition and balanced foods is extremely relevant. The composition and set of food products are important in the regulation of body weight. Various marketing studies confirm that flour products, fatty meats, sausages and hot dogs, fast food are increasingly displacing vegetables and fruits from the diet of Ukrainians. Ukrainians often eat harmful foods - burgers, chips, chocolate bars, etc., which are very high in calories and develop food addiction [2].

The main cause of obesity is an unbalanced and irrational diet, so the study of people's awareness of proper nutrition and balanced foods is extremely relevant. The composition and set of food products are important in the regulation of body weight. Various marketing studies confirm that flour products, fatty meats, sausages and hot dogs, fast food are increasingly displacing vegetables and fruits from the diet of Ukrainians. Ukrainians often eat harmful foods - burgers, chips, chocolate bars, etc., which are very high in calories and develop food addiction [2].

Research methodology.

The studied ways to ensure the protection of life, health and interests of consumers are the fundamental basis for state regulation in Ukraine in the field of food safety. State regulation of food safety and certain indicators of food quality in Ukraine can be carried out by establishing appropriate requirements for a comprehensive and specialized direction, which requires the development, approval, implementation and monitoring of compliance by the state and authorized bodies and manufacturers of products and services.

Research results.

According to biochemical studies, 40-90% of the population of Ukraine suffers from hypovitaminosis. A study of the peculiarities of the diet of adult Ukrainians (18-65 years) in the central regions of Ukraine showed that the actual diet of the surveyed persons was characterized by: high cholesterol in the diets, insufficient content of vitamins A, B6, C, PP; insufficient amount of calcium and magnesium in the diets of the population. Almost half of the surveyed (42.3%) had a violation of the diet, namely: two meals with long (more than 8 hours) intervals [3, 4]. In 2018, the Kyiv International Institute of Sociology conducted a study on the prevalence of Ukrainian food outside the home. It turned out that a third of respondents ate home-cooked food within the past 30 days. The younger people are, the more often they eat outside the



home, and in medium and large cities such more than a third of the adult population [5].

Optimization of the human diet can be achieved through the use of dietary supplements, the range of which is constantly expanding. They allow you to optimize the metabolic processes and functions of the human body, taking into account the state of his health. Due to biologically active food supplements, it is possible to provide dietary, health or prophylactic properties and to ensure normal and restore the disturbed functions of the human body. There are many different companies producing a balanced diet, creating a whole direction in maintaining a healthy lifestyle - Wellness industry, which includes proper nutrition. All this growing industry requires many professional trainers and consultants in the field of healthy eating. [13]

According to domestic and foreign studies, most of the diseases that occur in the population of different countries are caused by the wrong approach to nutrition. The development of serious diseases leads to various complications, disability, which affects life expectancy and its quality [8]. Functional disorders of the digestive system are a significant group of childhood diseases that have an ambiguous prognosis. Eating disorders can lead to severe forms of eating disorders, as well as to the deterioration of physical and mental development, reduced body resistance, increased morbidity, reduced efficiency and reduced life expectancy.

According to the WHO, it is recommended to distinguish the following 4 forms of pathological conditions associated with malnutrition: malnutrition - a condition caused by insufficient quality and quantity of food consumption for more or less a long time; overeating - a condition associated with the consumption of excessive amounts of food; specific form of insufficiency - a condition caused by a relative or absolute deficiency of one or more nutrients in the diet; imbalance - a condition caused by the wrong ratio of nutrients in the diet [14].

Malnutrition - a condition that occurs as a result of malnutrition due to deficiency in the body of any of the essential nutrients (nutrients - proteins, fats, carbohydrates, vitamins, macro-and micronutrients). According to the modern concept, malnutrition affects the structure and function of all organs and systems of the body, in itself can cause severe metabolic disorders, as well as have a negative impact on the underlying disease. Malnutrition can be primary, due to inadequate intake of nutrients, and secondary, associated with impaired intake, assimilation or metabolism of nutrients due to disease or injury [4]. Disorders (diseases, pathological conditions, disorders) that occur due to inadequate eating behavior and malnutrition (long-term insufficient or excessive intake of nutrients) are called alimentary. Diseases due to malnutrition include alimentary dystrophy (due to protein deficiency), scurvy, pellagra, anemia and others. (related to mineral and vitamin deficiency: C, PP, group B, etc.). Diseases with an alimentary risk factor also include atherosclerosis (due to excessive consumption of animal fats, cholesterol, easily digestible carbohydrates), malignant tumors (smoked products, animal fats), diabetes mellitus (easily digestible carbohydrates, animal fats), gout, purine, purine uric acid and other nitrogen-containing extractives). That is why state regulation of food behavior and nutrition is a topical issue of state policy today. One of the ways to



solve this problem is to increase the level of knowledge on healthy eating and rational eating behavior by developing appropriate educational programs for children, youth and adults [6].

Irrational nutrition and inadequate eating strategies lead to negative health consequences, in particular: obesity. Today in the developed world 25% of adolescents are overweight and 15% are obese. In Ukraine, 18-20 thousand new cases of obesity are recorded annually among children and adolescents [3]. Moreover, in 30% obesity is associated with metabolic disorders or disorders of the endocrine system, in 70% - due to systematic overeating. With the growing number of obese people, the World Health Organization has announced the onset of a global obesity epidemic. 98 Experts are concerned about the negative consequences of this disease (coronary heart disease, hypertension, atherosclerosis, diabetes, gallbladder dyskinesia, osteochondrosis, polyarthritis, venous thrombophlebitis of the lower extremities, early lymphostasis, etc.). 15 years (and accordingly can cost the world economy 30 trillion dollars) [13].

Fatty hepatosis (fatty degeneration, or obesity of the liver) belongs to the group of dystrophic, chronic liver disease caused by the accumulation of large amounts of lipids. Currently, there is a rapid growth of this disease due to systematic eating disorders, as well as the wrong lifestyle. Surprisingly, a strict vegetarian diet can lead to fatty degeneration. The reason is a violation of carbohydrate metabolism due to lack of protein in the diet. Diseases of the digestive system can be the result of an unbalanced diet, which indicates an excess or lack of intake of fats, proteins and carbohydrates. Sometimes diseases of these organs are manifested due to prolonged irregular diet, too frequent inclusion in the diet of salty, very spicy, hot foods, adversely affect the digestive system. The presence of preservatives in the foods that a person eats daily can provoke symptoms of gastrointestinal diseases. That is why the prevention of this type of disease in children and adults involves a minimum amount of such products in the diet. This makes it clear that nutrition should have a positive effect on human health. This is ensured only in compliance with the basic principles of nutrition. A special role here belongs to the energy value of the diet, which should cover the body's energy expenditure. The main nutrients are: proteins, fats, carbohydrates, minerals, vitamins and water.

Nutrition is a complex process of intake, digestion, absorption and assimilation of nutrients in the body. Food is provided by food. Diet is a quality composition and quantity of food used during the day. A varied combined diet, which is the basis of a healthy diet for children, consists of 45-50% carbohydrates, a maximum of 35% fat and 15% animal and vegetable protein. Based on this, the child should eat a lot of plant foods, such as cereals, potatoes, vegetables and fruits, in moderation of animal products, such as milk, meat, eggs and some fatty foods (butter, oil). This may well cover the need for important nutrients. Depending on the activity, the need for energy may not always be fully covered, so there is still room to take into account the special preferences of children for sweets, crackers or soft drinks. One-sided forms of nutrition can lead to insufficient satiety, not satiety or oversaturation. 99 According to the specialists of the Ministry of Health of Ukraine, among the unhealthy eating habits of the population of the country the following hold the lead: irregular diet;



food "on the go"; consumption of stale and questionable quality of food. The concept of "diet" includes: the number of meals per day (frequency of meals); distribution of the daily diet according to its energy value, chemical composition, food set and weight into separate meals; time of meals during the day; intervals between meals; duration of meals [9].

According to the German Nutrition Society's (NTH) Nutrition Directive, five meals a day is ideal for children. The total daily energy intake should be distributed during the day as follows: the first breakfast - about 20%, the second breakfast - about 15, lunch - about 30, the intermediate meal - about 10 and dinner - about 25% [21]. Breakfast is a very important meal - it can either make or break your day. It replenishes the carbohydrate depot, which emptied overnight, and raises blood sugar levels. This is important primarily for mental performance. Unfortunately, the total share of Ukrainian students who completely refuse breakfast on weekdays increases almost threefold during school - from 5.9% in 10-year-olds to 17.2% in 17-year-olds. There are more junk snacks and sweets in the diet of high school students [11]. The duration of the meal at lunch for children should be at least 30 minutes. With rapid consumption, food is poorly chewed and crushed, insufficiently processed by saliva. This leads to excessive stress on the stomach, impaired digestion and assimilation of food. During a hasty consumption of food, the feeling of satiety is slower, which contributes to overeating. In the first hour after eating a lot of food, drowsiness occurs. Therefore, the consumption of food that exceeds 35% of energy value and weight of the daily diet, and contains indigestible foods (fatty meat, legumes, etc.) impairs mental performance. The last meal should be 5-10% of the daily energy value of the diet and include foods such as milk, dairy drinks, fruits, juices, bakery products. If a student eats dinner later than 1.5-2 hours before bedtime, there is an increase in secretory and motor function of the digestive organs, which causes increased flatulence, flatulence and nocturnal gastric secretion. The negative impact of late food consumption is aggravated by heavy meals - fried foods, foods rich in fat, crude fiber, extractives, table salt, etc. [9]. Intermediate meals are also important for children to maintain a steady performance throughout the day. Thus, it is possible to prevent physiological decline in performance, for example, in the afternoon (homework time). Eating fluctuates daily and does not harm healthy children. 100 Lack of normal nutrition at school and the presence of a long interval between meals have a detrimental effect on metabolism and the functioning of the gastrointestinal tract of the student. Eating fast, as a substitute for eating, should not be the rule, especially since many teenagers in between almost exclusively eat less healthy foods. The highest percentage of such products are refreshing drinks (25%), sandwiches - 17%, sweet bars - 16%, french fries - 15%, ready-made desserts - 14% and snack foods - 13% [12]. Compared to adults, children need more fluids. However, the water balance is not replenished when consuming sweet carbonated and non-carbonated beverages (lemonades, drinks with fruit juices, etc.).

In recent decades, state standards for the manufacture of beverages have undergone significant changes, some have been abolished altogether. This is most often due to savings in the manufacture of such products. However, quite often the savings are due to the health of consumers. Especially a lot of reproaches have



accumulated in the address of carbonated water of all varieties and manufacturers. Carbonated water rarely has natural ingredients. Most often it is flavorings, preservatives, flavor enhancers and other non-natural ingredients. Even if separately they are relatively harmless, together they are a real poison of slow action. Sometimes the label says "with natural juice." However, such an inscription is usually made to protect against lawsuits [10]. For example, the content of fruit juice in beverages called "Fruit Nectar" is 25-50%, and in "beverages from fruit juices" - only 6-30% [1,2,3]. High concentrations of even permitted food additives in modern food are harmful to health, because the effect of any chemical on the human body depends on both individual characteristics of the body and the amount of active substance. Quality control, the actual composition of food products is entrusted to the technological service of the manufacturer and only selective control over the use of food additives can be carried out by SES [14].

According to nutritionists and pediatricians, all kinds of sweets are especially harmful for children - chewing candies, chocolate bars, cakes with cream, cookies and cakes. Huge calories, along with a variety of chemical additives have a negative impact on the condition of almost all body systems, and the consumption of sugar in large quantities inevitably leads to dental disease. Fast food has become very popular among schoolchildren in recent years - a favorite food of many children and adults (whites, chebureks, french fries, shawarma) is a mixture of synthetic additives and substitutes mixed with heavy carbohydrates and fats. Constant consumption of such products leads to digestive disorders - colitis, gastritis, heartburn, constipation, etc. Chips and crackers, which children love to eat during school breaks - a mixture of carbohydrates and fat, in the shell of dyes and flavor substitutes. Due to the peculiarities of cooking in chips, many carcinogens are formed - substances that provoke cancer. And hydrogenated fats lead to an increase in blood cholesterol levels, which increases the risk of heart attacks and strokes [2,5]. According to the Ministry of Health, a third of children surveyed in the international project "Health and Behavioral Orientations of Student Youth" said that vegetables and fruits are consumed up to 4 times a week, provided that the diet should be about 5 meals a day. (According to the recommendations of the Ministry of Health, the daily diet should include 500-800 grams of fruits and vegetables). They eat less in the family circle and visit "fast food" more often, which means that this problem is not only medical but also social, as it is directly related to family traditions [15].

The modern food industry offers a huge number of products that are extremely harmful to our health, including instant soups, salted nuts, crackers, sweet sodas, chips, ketchup, grilled chicken, sausages, and yogurt. milk and dairy products that have a long shelf life. To improve the color and taste, prolong the shelf life of products, dyes, flavors, nitrates, antibiotics and other chemicals are used, which contaminate and slowly poison the body, stimulating the development of various diseases [7].

Modern teachings on proper nutrition recommend the following: half the diet should consist of fresh food (for example, raw vegetables, fruits, fresh grains, nuts, raw milk and cold-pressed vegetable oil). In this case, fruits and vegetables should be eaten according to the season in which they ripen, and from biologically controlled



places of cultivation. Fat intake should not exceed 80 g per day and should consist of natural fats and natural oil. It is recommended to eat meat, fish and eggs, but in moderation, milk and dairy products. Sugar and semolina should not be consumed separately [1,6].

Every modern person should have the necessary information about nutrition, the substances that make up food, their role in the life of the organism. To maintain the health and prevent serious diseases in children associated with metabolic disorders, parents should minimize, and even better - to exclude from the diet: industrial sweets - cookies, cakes, rolls and cakes with cream, sweet carbonated and non-carbonated drinks, snacks, canned, smoked products, fast food, etc.

Legislation on safety and certain indicators of food quality consists of the Constitution of Ukraine [2], the Law "On basic principles and requirements for food safety and quality" [1], the laws of Ukraine "On state control over compliance with legislation on food, feed, animal by-products, animal health and welfare "[3], "On information to consumers about food "[4] and other acts issued in accordance with these regulations [5]. Issues of state regulation of compliance with food safety requirements have been studied and continue to be studied by both domestic and foreign scientists, in particular [6, 8, 9]. Today, the issue of food safety requires more careful study and study of some aspects of it as a highly specialized profile, and in relation to producers and consumers, in particular. In Ukraine, a number of legal documents on sanitary measures and requirements for certain indicators of food quality have been developed and approved for implementation; state registration, defined by the Law "On basic principles and requirements for food safety and quality" [1]; issuance, termination, revocation and renewal of the operating permit; informing and raising awareness of market operators and consumers about safety and certain indicators of food quality; setting requirements for the health of staff; participation in the work of relevant international organizations; implementation of state control; bringing market operators, their officials to justice in case of violation of safety legislation and certain indicators of food quality [1]. The legislative framework for state regulation of food products, in addition to the above, includes: - Law of Ukraine "On Basic Principles of State Supervision (Control) in the Sphere of Economic Activity" of April 5, 2007 № 877-V; - Resolution of the Cabinet of Ministers of 11.11.2015 № 930 "On approval of the Procedure for issuing an operating permit, the form of an operating permit and recognizing as invalid some resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine"; - Law of Ukraine "On animal by-products not intended for human consumption" of April 7, 2015 № 287-VIII; 113 - Resolution of the Cabinet of Ministers of 31.10.2018 № 896 "Procedure for determining the frequency of implementation of planned measures of state control of compliance of market operators (facilities) with the requirements of legislation on food, feed, animal health and welfare by the State Food Safety Service and consumer protection, and the criteria by which the degree of risk from its implementation is assessed "; - Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine dated 06.02.2017 № 42 "On approval of the form of the act drawn up as a result of a planned (unscheduled) state control measure regarding compliance by market operators with hygienic requirements for food handling"; - Order of the Ministry of



Agrarian Policy and Food of Ukraine dated 07.03.2018 № 130 "On approval of the unified form of the act, which is drawn up as a result of a planned (unscheduled) measure of state supervision (control) of compliance with the requirements of the business entity legislation in the field of veterinary medicine"; - Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine dated 10.02.2016 № 39 "On approval of the Procedure for state registration of capacities, maintaining the state register of capacities of market operators and providing information from it to interested parties"; - Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine dated 07.10.2016 № 365 "On approval of the Procedure for maintaining the register of market operators and facilities for which an operating permit has been issued"; - Law of Ukraine "On Veterinary Medicine" of June 25, 1992 № 2498-XII; - Resolution of the Cabinet of Ministers of 05.11.2008 № 978 "On approval of the Procedure for issuing an operating permit" [5]. When the law stipulates the obligation to comply with the procedure for sampling of food products, compliance with the requirements of the relevant standards for food products and research methods (tests), this requirement is undisputed. In other cases, there is no need to adhere to these institutions. In the event that the Verkhovna Rada of Ukraine has agreed to the obligation to implement the relevant international agreements on food products, the priority and mandatory requirement is to apply the rules in accordance with international agreements. It should be noted that the Law of Ukraine "On Basic Principles and Requirements for Food Safety and Quality" applies to sanitary measures, objects of sanitary measures; requirements for certain indicators of food quality; market and capacity operators. Regulation of EU legislation on food safety covers all stages of production, processing and circulation of food, as well as informing consumers [6, p. 78]. From 20.09.2015, the terms "food" and others related to the safety and quality of food are defined in accordance with the Law of Ukraine "On Basic Principles and Requirements for Safety and Quality of Food". In paragraph 44 of Art. 1 of the Law of Ukraine "On Basic Principles and Requirements for Food Safety and Quality" also establishes the concept of unsafe food, ie one that is harmful to health and / or unfit for consumption [1].

Conclusions.

Thus, the product may be edible but harmful to health. The above law stipulates that "a food product may become unfit for human consumption both in the process of its production, in particular, by introducing foreign substances or objects or in case of violation of production requirements, and as a result of its spoilage in the process of improper storage and transportation. and implementation ". In order to implement state regulation of safety and certain indicators of food quality in Art. 4 of the Law of Ukraine "On Basic Principles and Requirements for Food Safety and Quality" as amended by the Law of July 22, 2014 № 1602-VII identifies appropriate areas for improving the situation in this area, which include: - establishment of sanitary measures; - setting requirements for certain indicators of food quality; - state registration of the objects of sanitary measures defined by the legislation; - issuance, termination, revocation and renewal of the operating permit; - informing and raising awareness of market operators and consumers about safety and certain indicators of food quality; - setting requirements for the health of staff; - participation in the work



of relevant international organizations; - implementation of state control; - bringing market operators, their officials to justice in case of violation of safety legislation and certain indicators of food quality.

References

1. Kotsiumbas, H. I., Shcherbakovska, O. M., & Kotsiumbas, I. Ia. (2012) Ekspertyza kovbasnykh vyrobiv histolohichnym metodom. Lviv. 103 p. (in Ukrainian)
2. Prylipko T., Kostash V., Koval T. (2021) Modeling of microbiological and biochemical processes under the conditions of steam contact sterilization in containers of turkey meat pate. INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION (IJM&P). v. 12, n. 3, Special Edition ISE, S&P 2021. p.p. 318-334.
3. Prylipko T., T.Koval, V.Kostash. (2020). Optsmization of recipe turkey meat pate. Carpatian journal of food science and technology. Vol. 12, Nr.(4). P. 98-112.
4. Regulation (EU) (852/2004 / EU of the European Parliament and of the Council of 29.04. 2004 on food hygiene.
5. Prylipko T., Bukalova N., Lyasota V Features of the introduction of the HACCP system on enterprises of Ukraine The potential of modern scient. London 2019 volume 1.p.p.49-60.
6. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. Task and priorities of public policy of Ukraine in food safety industries and international normative legal bases of food safety // Proceedings of the International Academic Congress «European Research Area: Status, Problems and Prospects» (Latvian Republic, Rīga, 01–02 September 2016).
7. V.V. Vlasenko. Basics of technology and commodity science of sausages and smoked meats. Vinnytsia - "HIPANIS" - 2001. 275 pp.
8. Declarative utility model patent № 2844, Ukraine, INC 7 G01N33 / 12 / Kasyanchuk VV, Bogatko NM "Method of constructing calibration graph when determining the degree of freshness of beef by photometric method". Application 23.03.2004 Publ. 16.08.2004 Bull. №8.
9. Hartmann C. Mechanical stresses in cellular structures under high hydrostatic pressure / Hartmann C., Mathmann K., Delgado A. // Innovative Food Science and Emerging Technologies. – 2006. – Vol. 7, № 12. – P. 1–12.
10. Artyukh, T.M. Theoretical foundations of commodity science [electronic resource] textbook / T.M. Артюх, I.B. Grigorenko. - К.: HYXT, 2014. - 263 с.
11. Food safety // Customs encyclopedia: in 2 volumes / IG Berezhnyuk (ed.) And others. - Hm. : ПП Мельник А. А., 2013. - Т. 1: А - Л. - 472 с. - ISBN 978-617-7094-09-7.
12. Decree "On standardization and certification": (official text: as of February 10, 2016) / Cabinet of Ministers of Ukraine. - Information of the Verkhovna Rada (VVR), 2016. - № 4, p.41.
13. Law of Ukraine "On Amendments to the Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine" On Standardization and Certification ": (official text: as of December 08, 2015) / The Verkhovna Rada of Ukraine. - Information of the Verkhovna Rada (VVR), 2016. - № 4, p.41.



14. 4. Law of Ukraine "On technical regulations and conformity assessment": (official text: as of January 15, 2015) / Verkhovna Rada of Ukraine. - Information of the Verkhovna Rada (VVR), 2015. - № 14, p.96.

15. Law of Ukraine "On basic principles and requirements for food safety and quality": (official text: as of July 5, 2017) / Verkhovna Rada of Ukraine. - Information of the Verkhovna Rada (VVR), 2017. - № 31, p.343.

Аннотация. По данным биохимических исследований, на гиповитаминоз болеет 40-90% населения Украины. Исследование особенностей питания взрослых украинском (18-65 гг.) В центральных областях Украины показало, что фактическое питание обследованных лиц характеризовалось: повышенным содержанием в рационах холестерина, недостаточным содержанием витаминов А, В6, С, РР; недостаточным количеством кальция и магния в рационах населения. Почти у половины обследованных (42,3%) наблюдалось нарушение режима питания: двухразовое питание с длительными (более 8 ч) интервалами. Установлено, что Оптимизация рациона человека может быть достигнута за счет использования биологически активных добавок, ассортимент которых постоянно расширяется. Благодаря им можно оптимизировать обменные процессы и функции организма человека с учетом состояния ее здоровья. За счет биологически активных добавок пищевым продуктам можно предоставить диетических, оздоровительных или профилактических свойств и обеспечить нормальные и восстановить нарушенные функции организма человека. «Непригодным к употреблению человеком пищевой продукт может стать как в процессе его производства, в частности, путем привнесения посторонних веществ или предметов или в случае нарушения требований производства, так и в результате его порчи в процессе ненадлежащего его хранения, транспортировки и реализации». С целью осуществления государственного регулирования безопасности и отдельных показателей качества пищевых продуктов в ст. 4 Закона Украины «Об основных принципах и требования к безопасности и качеству пищевых продуктов» в редакции Закона от 22 июля 2014 № 1602-VIII определены соответствующие направления для улучшения состояния в этой сфере, которые предусматривают: - установление санитарных мероприятий; - установление требований к отдельным показателям качества пищевых продуктов; - государственной регистрации определенных законодательством объектов санитарных мероприятий; - выдачу, прекращение, аннулирование и восстановление эксплуатационного разрешения; - информирование и повышение осведомленности операторов рынка и потребителей относительно безопасности и отдельных показателей качества пищевых продуктов; - установление требований относительно состояния здоровья персонала мощностей; - участие в работе соответствующих международных организаций; - осуществление государственного контроля; - привлечение операторов рынка, их должностных лиц к ответственности в случае нарушения законодательства о безопасности и отдельные показатели качества пищевых продуктов.

Статья отправлена: 3.09.2021 г.

© Прилипко Т.Н.



УДК 658.512.6

OPTIMIZATION OF RAW MATERIAL PROCESSING SCHEDULE IN THE FOOD INDUSTRY

ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАФИКА ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Balandin D.V. / Баландин Д.В.*d.ph.-m.s., prof. / д.ф.-м.н., проф.*

ORCID: 0000-0001-7727-5924

SPIN: 5553-7128

Kuzenkov O.A. / Кузенков О.А.*s.ph.-m.s., as.prof. / к.ф.-м.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-9407-0517

SPIN: 5896-9140

*Lobachevsky State University of Nizhniy Novgorod,**Nizhniy Novgorod, Gagarina av., 23, 603022**Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского,**Н.Новгород, пр.Гагарина, 23, 603022*

Аннотация. В работе рассматривается задача составления оптимального графика переработки сырья при условии неоднородных потерь производственной ценности разными партиями в течение времени. Поставленная задача является частным случаем задачи дискретной оптимизации. Создается алгоритм формирования графика, обеспечивающего максимальный выход готового продукта на основе модифицированного метода ветвей и границ. Применение этого алгоритма позволяет значительно сократить перебор всевозможных допустимых вариантов и обеспечить эффективное решение поставленной задачи. Алгоритм может быть использован для оптимизации процесса переработки разных партий свеклы при производстве сахара.

Ключевые слова: дискретная оптимизация, метод ветвей и границ, график переработки сырья, производственная ценность сырья, партии сырья, максимизация выхода продукции, сахарная свекла, сахаристость.

Вступление.

В настоящее время все более повышается роль задач оптимизации производственных процессов [1]. Для повышения производительности современных дорогостоящих производств необходим подбор наиболее эффективного режима эксплуатации оборудования, что приводит к необходимости привлечения идей оптимальности. Большое значение при этом играет оптимизация графика загрузки производственных мощностей и переработки сырья, поскольку изменение графика не требует значительных затрат, а отдача от такой оптимизации может быть сопоставимой с модернизацией оборудования. Правильное изменение графика позволяет существенно повысить выход готовой продукции.

Эта проблема особенно важна для пищевой промышленности [2-4]. Здесь сырьем нередко являются скоропортящиеся продукты, причем потеря производственной ценности разными сортами сырья происходит неравномерно. В зависимости от последовательности переработки можно значительно снизить потери.

Сказанное в полной мере относится к производству сахара [5]. Здесь сырье



– сахарная свекла поступает на завод в сжатые сроки и заготавливается для обеспечения последующего процесса переработки. Заготовленное сырье перерабатывается не все сразу, а постепенно, отдельными партиями, соответствующими возможностям производственных мощностей. По мере хранения содержание сахара в заготовленном сырье снижается, но скорость такого снижения зависит от сорта свеклы, от условий ее хранения, в частности, от погодных условий, если хранение происходит на открытом воздухе. Соответственно возникает задача расчета оптимального графика переработки разных партий свеклы с разным содержанием сахара и с разной скоростью потери сахаристости.

Математически задачи оптимизации графика относятся к классу задач дискретной оптимизации, теория которых начала интенсивно развиваться с середины прошлого века. В настоящее время существует множество различных методов и подходов дискретной оптимизации – динамическое программирование, метод ветвей и границ, оптимизация на графах и т.п. [6-7]

В частности, весьма популярным является метод ветвей и границ [6]. В самом общем виде этот метод опирается на использование двух процедур – ветвления и оценки. Ветвление предполагает разбиение множества допустимых решений на подмножества меньшей размерности, оценка предполагает нахождение верхних и нижних граней целевой функции на построенных подмножествах. Благодаря этому метод позволяет сократить полный перебор аргументов и отсеять подмножества допустимых элементов, заведомо не содержащих оптимальных решений. В то же время метод сохраняет процедуру перебора на оставшихся множествах элементов.

Цель настоящей работы состоит в разработке на основе модифицированного метода ветвей и границ алгоритма построения оптимального графика переработки сырья при условии неоднородных потерь производственной ценности разными партиями в течение времени. Предложенный алгоритм решает задачу в общем виде, в частности, может быть использован для решения отмеченной проблемы сахарного производства.

Постановка задачи.

Пусть есть n различных партий сырья (например, сахарной свеклы), занумерованных некоторым образом от 1 до n . Партии имеют равный вес, но отличаются по производственной ценности – проценту выхода готового продукта из единицы веса (что соответствует сахаристости, проценту содержания сахара в свекле). Обозначим производственную ценность (сахаристость) i -ой партии сырья (свеклы) a_i . Производственные мощности позволяют за один период времени переработать только одну партию сырья (свеклы). Таким образом, для переработки n партий сырья необходимо n периодов времени, которые можно занумеровать от 1 до n . Пусть за время хранения на j -м периоде i -ая партия сырья теряет некоторую долю своей производственной ценности (свекла снижает свою сахаристость), равную b_{ij} . Тогда у i -ой партии сырья производственная ценность будет изменяться следующим образом: $a_i b_{i1}$ – после первого периода, $a_i b_{i1} b_{i2}$ – после второго,



$a_i b_{i1} b_{i2} \dots b_{in-1}$ – после последнего (если, конечно, она не будет переработана до этого). Предполагается, что в течение периода переработки одной партии сырья ее производственная ценность не меняется.

Пусть партии сырья занумерованы в порядке их обработки. Тогда выход готового продукта равен

$$a_1 + a_2 b_{21} + a_3 b_{31} b_{32} + \dots + a_n b_{n1} b_{n2} \dots b_{nn-1}$$

Задача состоит в том, чтобы подобрать последовательность переработки партий сырья так, чтобы этот выход был максимальным.

Всего существует $n!$ различных перестановок (различных графиков переработки) n партий сырья, т.е. в общем случае нужно вычислить и сравнить $n!$ значений функции выхода. Покажем, что применение идей метода ветвей и границ позволяет существенно снизить необходимое число вычислений.

Построение графика обработки.

Пусть партии сырья занумерованы в оптимальном порядке обработки, который обеспечивает максимальный выход продукта. Этот выход должен быть больше соответствующего выхода при любой другой последовательности обработки партий сырья. В частности, он должен быть больше выхода при смене первой и второй партий при обработке, т.е.

$$\begin{aligned} a_1 + a_2 b_{21} + a_3 b_{31} b_{32} + \dots + a_n b_{n1} b_{n2} \dots b_{nn-1} &> \\ &> a_2 + a_1 b_{11} + a_3 b_{31} b_{32} + \dots + a_n b_{n1} b_{n2} \dots b_{nn-1} \end{aligned}$$

Отсюда следует неравенство

$$a_1 + a_2 b_{21} > a_2 + a_1 b_{11},$$

которое является необходимым условием упорядочивания первых двух партий сырья. Это неравенство имеет простой смысл. Выражение слева $a_1 + a_2 b_{21}$ представляет собой выход готового продукта после второго периода переработки при подаче последовательно первой и второй партий сырья. Выражение справа $a_2 + a_1 b_{11}$ представляет собой также выход готового продукта, но при подаче на переработку сначала второй, а потом первой партий сырья. Таким образом, необходимое условие оптимального упорядочивания состоит в том, чтобы выбрать порядок, обеспечивающий наибольший выход готового продукта на первых двух периодах переработки для данной пары партий.

Поскольку неизвестно, какие именно партии будут составлять первую пару, то нужно из n партий выделить всевозможные пары, а потом упорядочить их в соответствие с выведенным правилом.

Всего таких пар будет

$$C_n^2 = \frac{n!}{(n-2)!2!} = \frac{n(n-1)}{2}.$$

В каждой паре нужно сделать одно сравнение. Чтобы сделать сравнение нужно вычислить два значения выхода продукта на первых двух периодах обработки для двух комбинаций партий. Всего нужно сосчитать выход после двух периодов для $n(n-1)$ упорядоченных комбинаций пар.



Необходимое условие для определения третьей партии оптимального графика представляет собой выполнение системы четырех неравенств

$$a_1 + a_2b_{21} + a_3b_{31}b_{32} > a_3 + a_2b_{21} + a_1b_{11}b_{12},$$

$$a_1 + a_2b_{21} + a_3b_{31}b_{32} > a_2 + a_3b_{31} + a_1b_{11}b_{12},$$

$$a_1 + a_2b_{21} + a_3b_{31}b_{32} > a_3 + a_1b_{11} + a_2b_{21}b_{22},$$

$$a_1 + a_2b_{21} + a_3b_{31}b_{32} > a_1 + a_3b_{31} + a_2b_{21}b_{22}.$$

Есть еще пятое неравенство

$$a_1 + a_2b_{21} + a_3b_{31}b_{32} > a_2 + a_1b_{11} + a_3b_{31}b_{32},$$

которое эквивалентно неравенству $a_1 + a_2b_{21} > a_2 + a_1b_{11}$, уже проверенное на первом этапе, когда были упорядочены всевозможные пары, в том числе и пара (1, 2). Поэтому это неравенство проверять больше не нужно.

Обратим также внимание, что из двух последних неравенств достаточно проверить только одно, поскольку мы также упорядочили пару (1, 3), и в правой части можно использовать только ту последовательность (перестановку) этих номеров, которая дает наибольший результат.

То же самое можно сказать и о двух первых неравенствах – там достаточно взять наилучшую перестановку в паре (2,3).

Таким образом, в тройке первых сортов нужно сделать всего два сравнения, чтобы правильно упорядочить их.

Выведенное необходимое условие упорядоченности опять-таки имеет простой смысл. Здесь вычисляются и сравниваются друг с другом величины выхода готовой продукции после трех периодов обработки для разных последовательностей подачи трех партий сырья – первой, второй и третьей. При этом учитывается полученная ранее информация об оптимальном упорядочении первой пары партий. Соответственно, для осуществления сравнения нужно вычислить значения выхода на третьем периоде переработки для трех перестановок.

Алгоритм проверки можно формализовать следующим образом: для тройки номеров (1, 2, 3), рассматриваемых как номера первых партий обработки, нужно сначала поставить на третье место в перестановке (на второй период обработки) партию 1, тогда первая пара должна быть сформирована из номеров 2 и 3. Но оптимальная последовательность этих номеров для начала графика уже известна, поэтому, используя ее, получаем единственную возможную последовательность тройки номеров при условии, что она заканчивается на 1. Для этой перестановки нетрудно посчитать величину выхода за три периода. Далее на третье место нужно поставить 2 сорт сырья, тогда первая пара должна быть сформирована из номеров 1 и 3. Но в этой паре также известна оптимальная последовательность, с учетом которой получается единственная возможная для оптимальной перестановки тройки номеров при условии, что последним номером в ней будет 2. Для такой перестановки трех номеров снова можно подсчитать величину выхода на первых трех периодах обработки. Наконец, поставим на последнее место в тройке номер 3.



Оптимальная последовательность двух первых сортов сырья уже известна. Отсюда имеем единственную, претендующую на оптимальную, перестановку номеров, заканчивающуюся на 3. Для нее опять можно рассчитать величину выхода на трех первых периодах обработки. После выполнения всех трех операций нужно сравнить между собой три полученных значения выхода для трех возможных перестановок. В итоге определяется единственная оптимальная перестановка для первой тройки среди номеров 1, 2, 3.

Совершенно аналогично действует алгоритм сравнения для любого другого набора из трех номеров партий.

Поскольку мы снова не знаем, какие именно партии образуют первую тройку, то придется рассмотреть всевозможные тройки. Число таких троек равно

$$C_n^3 = \frac{n!}{(n-3)!3!} = \frac{n(n-1)(n-2)}{3!}$$

В каждой тройке нужно вычислить величину выхода для трех перестановок. В итоге имеем $\frac{n(n-1)(n-2)}{2}$ сравниваемых значений выхода на трех первых периодах обработки.

Аналогично можно подсчитать, что для определения четвертого номера партии в четверке партий нужно сделать три сравнения и рассчитать величину выхода на четырех первых периодах обработки для четырех разных перестановок.

Формально алгоритм для четверки номеров выглядит следующим образом: последовательно на четвертое (последнее) место ставится одна из четырех партий сырья, тогда оставшаяся первая тройка упорядочивается оптимальным образом согласно полученным результатам проверки троек, далее рассчитываются значения функции выхода после первых четырех периодов обработки для каждого из четырех случаев и выбирается наилучший.

Всего число четверок равно

$$C_n^4 = \frac{n!}{(n-4)!4!} = \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{4!}.$$

Следовательно, нужно просчитать величину выхода после четырех первых периодов для $\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{3!}$ перестановок.

Продолжая эти рассуждения далее, получаем, что для комбинации из k элементов нужно просчитать функцию выхода после первых k периодов обработки для $\frac{n(n-1)\dots(n-(k-1))}{(k-1)!}$ перестановок.

Алгоритм сравнения для выборки из k партий сырья выглядит следующим образом: последовательно на k -е (последнее) место ставится одна из k партий сырья, тогда оставшийся набор из $k-1$ элемента упорядочивается оптимальным образом согласно результатам работы алгоритма на предыдущем $k-1$ -м шаге, далее рассчитываются значения функции выхода для каждого из k случаев и



выбирается наилучший.

Всего нужно вычислить функцию выхода для следующего числа вариантов

$$\begin{aligned}
 & n(n-1) + \frac{n(n-1)(n-2)}{2} + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{3!} + \dots \\
 & + \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-(n-1))}{(n-1)!} = \\
 & = n(C_{n-1}^1 + C_{n-1}^2 + \dots + C_{n-1}^{n-1}) = n(2^{n-1} - 1)
 \end{aligned}$$

что существенно меньше, чем $n!$ (полный перебор).

Нетрудно видеть, что построенный алгоритм представляет собой реализацию идей метода ветвей и границ. Здесь на каждом k -м шаге рассматриваются ветвления, соответствующие разным последовательностям переработки первых k партий сырья. Затем проводится оценка функции выхода по каждой ветви (аналог идеи границы) и отбрасываются заведомо неприемлемые ветви. Правда, в отличие от классического метода ветвей и границ здесь рассматривается ветвление по предыдущим периодам обработки, а не по будущим.

Применение этого алгоритма позволяет значительно облегчить построение графика оптимальной подачи сырья. Предложенный алгоритм может быть применен для оптимизации сахарного производства – составления оптимального графика переработки различных партий свеклы, обеспечивающего максимальный выход готового продукта.

Возможна ситуация, когда скорость снижения производственной ценности достоверно известна только для нескольких первых периодов времени (например, из-за неопределенности погодного прогноза). В этом случае можно использовать средние ожидаемые значения, тогда алгоритм позволит максимизировать средний ожидаемый выигрыш.

Заключение и выводы.

Была рассмотрена задача составления оптимального графика переработки сырья при условии неоднородных потерь производственной ценности разными партиями в течение времени. Поставленная задача является частным случаем задачи дискретной оптимизации.

Был получен алгоритм формирования графика, обеспечивающего максимальный выход готового продукта на основе модифицированного метода ветвей и границ. Применение этого алгоритма позволяет значительно сократить перебор всевозможных допустимых вариантов и обеспечить эффективное решение поставленной задачи. Алгоритм может быть использован для оптимизации процесса переработки разных партий свеклы при производстве сахара.

Литература

1. Акутаев, С.Г.: Оптимизация производства на предприятиях консервной промышленности (на примере ОАО «Дербентский консервный комбинат»). Фундаментальные исследования 8(2), 423-430 (2011).



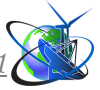
2. Скрипников, Ю.Г.: Хранение и переработка овощей, плодов и ягод. Агропромиздат, Москва (1986).
3. Широков, Е.П.: Технология хранения и переработки плодов и овощей с основами стандартизации. Агропромиздат, Москва (1988).
4. Манжесов, В.И.: Технология хранения, переработки и стандартизация растениеводческой продукции. Троицкий мост, Санкт-Петербург (2010).
5. Кухар, В.Н., Чернявский, А.П., Чернявская, Л.И., Моканюк, Ю.А.: Методы оценки технологических качеств сахарной свёклы с использованием показателей содержания калия, натрия и α -аминного азота, определённых в свёкле и продуктах её переработки. Сахар 1. 18-36 (2019).
6. Land, A., Doig, A.: An Automatic Method of Solving Discrete Programming Problems. *Econometrica* 28(3), 497-520 (1960).
7. Хохлюк, В.И.: Методы дискретной оптимизации. НГУ, Новосибирск (2013).

*Работа выполнена по договору № ССЗ-1771 от 22.04.2021г.
на выполнение НИОКТР на тему: «Создание высокотехнологичного
производства сахара на базе АО «Сергачский сахарный завод»,
в рамках реализации Соглашения о предоставлении из федерального
бюджета субсидии на развитие кооперации российской образовательной
организации высшего образования и организации реального сектора
экономики в целях реализации комплексного проекта по созданию
высокотехнологичного производства № 075-11-2021-038
от 24.06.2021г. (ИГК 000000S407521QLA0002).*

References

1. Akutaev, S.G.: Optimization of production at the enterprises of the canning industry (by the example of OJSC "Derbent cannery"). *Basic Research* 8 (2), 423-430 (2011). (in Russian)
2. Skripnikov, Yu.G.: Storage and processing of vegetables, fruits and berries. Agropromizdat, Moscow (1986). (in Russian)
3. Shirokov, E.P.: Technology of storage and processing of fruits and vegetables with the basics of standardization. Agropromizdat, Moscow (1988). (in Russian)
4. Manzhesov, V.I.: Technology of storage, processing and standardization of crop products. Troitsky Bridge, St. Petersburg (2010). (in Russian)
5. Kukhar, V.N., Chernyavsky, A.P., Chernyavskaya, L.I., Mokanyuk, Yu.A.: Methods for assessing the technological qualities of sugar beets using indicators of potassium, sodium and α -amino nitrogen, determined in beets and products of its processing. *Sugar* 1.18-36 (2019). (in Russian)
6. Land, A., Doig, A.: An Automatic Method of Solving Discrete Programming Problems. *Econometrica* 28(3), 497-520 (1960).
7. Khokhlyuk, V.I.: Methods of discrete optimization. NSU, Novosibirsk (2013). (in Russian)

Abstract. *Introduction. To increase production productivity, optimization of the schedule for loading production facilities and processing raw materials is of great importance. Changing the schedule, as a rule, does not require significant costs, and the return on such optimization can be comparable to the modernization of equipment. The purpose of this work is to develop an algorithm for constructing an optimal schedule for processing raw materials under the condition of inhomogeneous losses of production value by different batches over time.*



Formulation of the problem. The task is to select the sequence of processing of batches of raw materials so that the output of finished products is maximized. The problem posed is a special case of the discrete optimization problem.

Building the schedule. An algorithm for generating a schedule is created that provides the maximum output of the finished product based on the modified branch-and-bound method. The use of this algorithm makes it possible to significantly reduce the enumeration of all possible permissible processing options and to provide an effective solution to the problem.

Conclusion. The proposed algorithm solves the problem in general terms, in particular, it can be used to solve the noted problem of sugar production.

Key words: *discrete optimization, branch-and-bound method, raw material processing schedule, production value of raw materials, maximizing yield, sugar beet, sugar content.*

Статья отправлена: 7.10.2021 г.
© Баландин Д.В., Кузенков О.А.



УДК 636.1:378.14:63

INFLUENCE OF COPPER ON PIGMENTATION AND WOOL PROTEIN SYNTHESIS IN SHEEP**ВПЛИВ МІДІ НА ПІГМЕНТАЦІЮ ТА СИНТЕЗ БІЛКА ШЕРСТІ В ОВЕЦЬ****Koval T.V., / Коваль Т.В.***s.a.s., as.prof. / к.с.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-7132-5887

Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.,*d.a.s., prof. / д.с.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-8178-207X

Publons: AAF-5445-2019

Podillya State University,

Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300

Подільський державний університет,

Кам'янець-Подільський, Шевченко 13. 32300

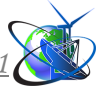
Summary. Depigmentation of the wool cover ("striped wool") is observed in the young of Karakul sheep, which are grazed in copper-deficient biogeochemical provinces of Ukraine. The discolored strip falls on the part of the staple that grows in the summer, when the animals are short of copper. The hair loses pigment primarily in areas with thin skin - the abdomen and sides - and to a lesser extent in areas where the skin is thicker - on the head, neck and buttocks. Strong depigmentation of fur is observed in 1/3 of animals. In a significant proportion of lambs (17%) there is almost no sagging of the coat, and in most depigmentation is expressed in a weak and moderate degree. As a result of copper deficiency deteriorates the physical and mechanical properties of wool. The depigmented part of the wool fiber is thinner, less tensile, has worse elongation. Copper deficiency disrupts the keratinization process, which is expressed in a significant lengthening (almost 2 times) of the zone of non-oxidized sulphhydryl groups in the lower part of the hair shaft. Due to long-term feeding of molybdenum to sheep against the background of high content of sulfates in their pasture diet, the sulphhydryl zone of hair also increases significantly.

Key words: depigmentation, sheep, copper, wool, pasture, biogeochemical provinces

Formulation of the problem.

Dark hair depigmentation, as one of the early signs of copper deficiency, has been described by a number of authors [1, 2, 6]. It was possible to experimentally cause this phenomenon by keeping sheep on a diet that was poor in copper or rich in sulfates and molybdenum. It has also been shown that adding copper to the diet in an amount of 5-10 mg or more per head per day or wetting the skin with a solution of copper sulfate restores the normal color of the staple for 8-10 hours. Other scientists [4] have found that sheep develop depigmented hair during prolonged copper starvation, which, despite the constant low content of copper in the diet, occasionally intersects with dark stripes.

The presence of light transverse stripes on dark fine-wool was noted long before the causes of their appearance were established. It is interesting to note that the first description of such wool belongs to M.F. Ivanov, who collected a large collection of samples of "striped" wool. At that time, the causes of this phenomenon remained unknown. The "striped" wool in sheep in the south of Ukraine discovered by M. F Ivanov testified that the animals lacked copper [3].



Analysis of actual research.

Among the young of fine-wooled sheep and their crossbreeds, which graze in copper-deficient biogeochemical provinces of Ukraine, we found animals with depigmented fur, which has a great resemblance to "striped" wool. We collected wool samples with three light and two dark stripes from lambs, which were driven to the mountains for summer grazing.

Lambs are usually born with dark fur, and its color persists as long as they graze on green grass. The appearance of the first discolored strip coincides in time with the burning of ephemeral plants in pastures. After the herds are driven away to summer mountain pastures, dark hair grows in them again.

The second discolored stripe appears in winter when grazing on dry grass, and in the spring, with the appearance of green vegetation, black fur grows again.

All cases of wool depigmentation have so far been observed only on fine-wool and semi-fine-wool sheep of dark color. Since there are usually very few such animals in the herd, the study of depigmentation phenomena on a sufficiently large number of animals has not yet been conducted [3].

Our observations have shown that coarse wool of Karakul sheep is also susceptible to depigmentation in copper deficiency, and depigmentation is observed mainly on poyark wool and occurs in a large part of young animals that graze on copper-deficient pastures. In adult sheep, which lose pigment as a result of age-related graying, it was not possible to detect hair discoloration in the absence of copper.

The depigmented strip is adjacent to the part of the staple that grows in the summer, when lambs experience acute copper deficiency due to the following reasons: low copper content in burnt out grassland, high drinking water intake of copper antagonists and very low copper content.

In spring and autumn, when there is green vegetation in the pasture and the animals drink less water, the lambs grow dark fur. The stripes on the staple of the fur coat allow to conclude, thus, about the supply of copper to the body of Karakul lambs and can serve as an indication to the shepherds about the need to feed the herd with copper salts [3,7].

Depigmentation of wool in Karakul young animals occurs gradually, without forming a sharp border, as in fine-wool sheep. When you add copper for a few days, the past hair color is restored. In many cases, depigmentation is limited to browning of the spine [6].

Research methods.

The prevalence of hair depigmentation among young cattle grazing on copper-deficient pastures was studied in 165 five-month-old lambs. The degree of depigmentation was assessed on a five-point scale (the weakest depigmentation - 1 point, the strongest - 5 points). Depigmentation was determined separately in nine parts of the body.

Presenting main material.

From the data obtained by us, it follows that the hair is subject to depigmentation primarily in areas with thin skin - abdomen, shoulders and sides, both in the number of cases and the degree of pigment loss. To a lesser extent, the hair



loses pigment in areas where the skin is thicker - on the head, neck, back and buttocks. In our opinion, this phenomenon can be explained by different blood supply to hair follicles. It is better in areas with thick skin and worse where the skin is thinner.

The loss of pigment in lambs' fur is usually considered by heirs to be a hereditary phenomenon, and it is possible to cull a number of animals left to the tribe on the basis of this trait. The fallacy of this idea is easy to prove if the lambs are fed copper salts or left uncut in the fall, when under the influence of changing feeding conditions they grow dark hair again.

In order to distribute the studied animals according to the degree of depigmentation of the coat, we divided them into classes according to the sum of their scores. Very highly depigmented animals were considered to score more than 30 points on all parts of the body, very weakly depigmented - 1-8 points. The distribution of Karakul young animals by the degree of depigmentation of wool is shown in table 1.

Table 1

Distribution of Karakul young animals (165 heads) according to the degree of depigmentation of their wool cover

Marks	The degree of depigmentation	Number of lambs	%
30 and above	Very strong	23	14,0
22-29	Strong	32	19,4
15-21	Average	38	23,0
8-14	Weak	43	26,1
1-8	Very weak	29	17,5

Very strong hair depigmentation is observed in a limited number of animals. In a large part of the lambs there is only a very weak sagging of the wool. Thus, it can be stated that, as in the case of enzootic ataxia, there is a pattern of partial predisposition of animals to biogeochemical endemics, which has been repeatedly noted by V.V. Kovalsky.

Lack of copper entails not only the loss of pigment, but also the deterioration of the physical and mechanical properties of wool. Lack of copper in fine-wooled sheep reduces the strength and extensibility of wool, deteriorates its elasticity and ability to dye.

From the physical and mechanical properties of depigmented astrakhan wool, we studied the length, thickness, strength and extensibility (Table 2).

Table 2

Strength and elongation of wool fiber in pigmented and non-pigmented areas

Fibers	Number of measurements	Breaking load (r)M ± m	Stretching (%) M ± m
Depigmented wool coarse hair	8	16,3 ± 1,07	26,1 ± 33
Fluff	5	6,9 ± 0,67	34,5 ± 7,04
Pigmented woolcoarse hair	9	32,5 ± 3,08	55,3 ± 3,71
Fluff	5	12,3 ± 0,91	54,0 ± 8,46



The extensibility of normal wool fiber is usually in three phases. Initially, the fiber that feels the load is slightly elongated. Then, as the load increases, the fiber begins to elongate rapidly. In the third phase, despite the increase in load, elongation slows down and at the time of the maximum load - breaks. It is convenient to observe this process by means of the Deforden device.

The extensibility of wool fiber is related to the extensibility of keratin. The first phase reveals the elastic properties of keratin, which binds spindle-shaped cells of wool fiber. In the second phase, the rapid stretching of the fiber occurs as a result of the movement of cells relative to each other in the environment of their binding keratin gel, and in the third phase the elastic properties of keratin, which is contained in the fibrillar cells.

Pigmented wool fiber shows normal three-phase stretchability, while brownish fibers have reduced scab, modified the second and no third phase of stretching. Modifications of the first and second phases indicate a violation of interfibrillary ligaments, due to which the sliding of fibrils relative to each other is significantly accelerated. The absence of the third phase indicates a violation of the adhesion forces within the keratin fibrils themselves.

An important role of trace elements in these processes was shown in [7].

In the final stage of keratinization of hair, which coincides with the passage of cell mass through the neck of the bulb, the free sulfhydryl groups of prekeratin are closed in disulfide, which bind the entire cell mass. The rate of this process can be determined by measuring the size of the zone of free sulfhydryl groups (prekeratinization zone). We studied the effect on the length of this zone of long-term feeding of sheep trace elements - copper, molybdenum, as well as copper deficiency. Free sulfhydryl groups were determined histochemically by staining them with sodium nitroprusside.

The length of the bristle zone in copper-treated sheep was 160% shorter than in molybdenum-treated sheep. The largest zone length was found in animals from copper-deficient biogeochemical province (table 3).

Table 3

Effect of copper and molybdenum on the length of the prekeratinization zone in Karakul sheep (length of the prekeratinization zone in μm)

Trace element (number of animals)	The length of the prekeratinization zone			
	coarse hair M ± m	the level of significance of the difference	nyx M ± m	the level of significance of the difference
A province with a normal copper content in sheep				
Copper (2)	178 ± 7	P _{1,2} < 0,05 P _{1,4} < 0,01	80 ± 4	P _{1,2} not reliable P _{1,4} < 0,01
Molibden (2)	245 ± 20	P _{2,4} < 0,01 P _{1,3} not reliable P _{2,3} not reliable	84 ± 7	P _{2,4} < 0,01
No additives (2)	194 ± 0	P _{3,4} < 0,02	Not specified	
Province of copper deficiency				
No additives (3)	336 ± 18	-	128 ± 5,7	



The results of the research allow us to conclude that the excess of molybdenum in sheep against the background of high sulfate content in the diet slows down the processes of keratinization of wool, acting similarly to copper deficiency.

Along with significant changes 15% or more wool productivity of sheep.

All violations of the wool cover can be prevented by giving additional sheep copper at the rate of 10 mg per head per day.

Conclusions.

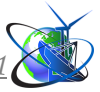
1. As a result of copper deficiency deteriorates the physical and mechanical properties of wool. The depigmented part of the wool fiber is thinner, less tensile, has worse elongation.

2. Copper deficiency disrupts the keratinization process, which is expressed in a significant lengthening (almost 2 times) of the zone of non-oxidized sulfhydryl groups in the lower part of the hair shaft. Due to long-term feeding of molybdenum to sheep against the background of high content of sulfates in their pasture diet, the sulfhydryl zone of hair also increases significantly.

References

1. Handbook of complete feeding of farm animals / I.I. Ibatullin, MI Бащенко, O.M. Zhukorsky [etc.]; for science. ed. II Ibatullin and OM Zhukorsky. - Kyiv: Agarna Nauka, 2016. - 336 p.
2. Sheep breeding of Ukraine / V.M. Iovenko, P.I. Polish, OG Antonets [etc.]; for order. acad. VP Burkata. - Kyiv: Agrarian Science, 2006. - 614 pp.
3. Sukharlov VO Sheep breeding: textbook. way. / VO Sukharlov, OP Derevyanko. - Kharkiv: Espada, 2004. - 256 pp.
4. Physiological and biochemical bases of sheep nutrition / P.V. Стапай, I.A. Makar, V.V. Gavrilyak [etc.]. - Lviv: Leo-Blank, 2007. - 98 pp.
5. Shapovalov SO Regulation by essential microelements of resistance of an organism of animals to adverse environmental factors: author's ref. dis. for science. degree of Dr. Biol. Science: special. 03.00.13 "Physiology of man and animals" / S.O. Шаповалов. - Kharkiv, 2011. - 38 pp.
6. Rodriguez-Estival Jaime Blood Pb and δ -ALAD inhibition in cattle and sheep from a Pb-polluted mining area / Jaime Rodriguez-Estival, Jose A. Barasona, Rafael Mateo // Environmental Pollution. - 2012. - Vol. 160. - P. 118–124.
7. Monitoring of microelements, their correction and product quality / R.Y. Kravtsiv, A.M. Stadnik, MG Lychuk [etc.] // Science. Bulletin of Lviv. nat. acad. vet. medicine named after SZ Gzhytsky. - Lviv, 2005. - Vol. 7, № 1, Part 1. - P. 81–89.

Резюме. Депигментация шерстяного покрова («полосатая шерсть») наблюдается у молодняка каракульских овец, которые пасутся в медьдефицитных биогеохимических провинциях Украины. Обесцвеченная полоска приходится на часть стержня, которая растет летом, когда животным не хватает меди. Волосы теряют пигмент в первую очередь на участках с тонкой кожей - живот и по бокам - и в меньшей степени на участках с более толстой кожей - на голове, шее и ягодицах. Сильная депигментация меха наблюдается у 1/3 животных. У значительной доли ягнят (17%) провисание шерсти практически отсутствует, а у большинства депигментация выражена в слабой и умеренной степени. В результате дефицита меди ухудшаются физико-механические



свойства шерсти. Депигментированная часть шерстяного волокна более тонкая, менее эластичная, имеет худшее удлинение. Дефицит меди нарушает процесс ороговения, что выражается в значительном удлинении (почти в 2 раза) зоны неокисленных сульфгидрильных групп в нижней части стержня волоса. Благодаря длительному скормливанию молибдена овцам на фоне повышенного содержания сульфатов в их пастбищном рационе, сульфгидрильная зона волосяного покрова также значительно увеличивается.

Ключевые слова: депигментация, овца, медь, шерсть, пастбище, биогеохимические провинции.



УДК 577.12:636.2:591.132

METABOLISM IN CATTLE WITH DIGESTIVE DISORDERS

ОБМІН РЕЧОВИН У ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ПРИ ПОРУШЕННІ ТРАВЛЕННЯ

Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.

d.a.s., prof. / д.с.н., проф.

ORCID: 0000-0002-8178-207X

Publons: AAF-5445-2019

Koval T.V., / Коваль Т.В.

c.a.s., as.prof. / к.с.н., доц.

ORCID: 0000-0002-7132-5887

Podillya State University

Kostash V. B. / Косташ В.Б.

ORCID: 0000-0002-2182-7723

c.a.s., / к.с.н.

Abstract. It is established that not only the consumed food, but also the body's own resources, in particular, animals that did not receive food for three hours, with the introduction of insulin at a dose of approximately 0.5 IU per 1 kg of body weight significantly increases the activity of microorganisms: more intensively used volatile fatty acids, lactic acid and increasing protein concentration, while in control animals, the protein concentration is constantly decreasing. Insulin, as our research has shown, normalizes the disturbed links in the blood and the contents of the scar and stimulates the motility of the pancreas, which promotes rapid recovery of animals. These results indicate a significant feature of metabolism in ruminants, which is characterized by a close relationship between tissue metabolism and enzymatic processes occurring in the rumen. The effect of insulin is manifested in certain stages of metabolism, in particular, associated with the synthesis of macroergic compounds and their use.

Key words: metabolism, synthesis, protein, sugar, animals, rumen, microorganisms, stomach, insulin.

Formulation of the problem. The breakdown of fiber, quantitative and qualitative enrichment of feed protein, the synthesis of vitamins - these processes, the course of which is possible only with the participation of microorganisms - symbionts. This remarkable biological phenomenon underlies the ability of the animal body to use plant food, it is based on the scientific basis of feeding [].

It is known that the population of symbiont microbes has a high adaptive capacity, due to which the body of ruminants easily adapts to the conditions of feeding and keeping. This relative stability of the biological environment in the rumen is due to a special regulatory system (chemical components of saliva, neurohumoral and physicochemical factors of the rumen wall).

The wall of the scar has a selective absorption capacity, resulting in equalization of changes in the environment of the scar caused by food intake and fermentation processes. In addition, the wall is able to pass into the scar various mineral and organic compounds, including amino acids and protein. The injected insulin increases the motility of the scar wall and scar fermentation. This indicates the connection of the animal's body with the biological environment of the pancreas, which is regulated by neurohumoral factors. Insulin also has a strong effect on various processes of cicatricial fermentation in cows. Therefore, regardless of the feed factor, it is possible to increase the use of volatile fatty acids and lactic acid, increased binding of



ammonia with increasing concentrations of amine nitrogen and protein.

Cattle diseases that are accompanied by indigestion cause significant damage to livestock productivity. Therefore, much attention is paid to the study of metabolism in these disorders.

Important in such studies are the data on the digestion of ruminants, in particular, the physiological role of microorganisms that inhabit the pancreas. Also important is information about the biological function of the scar wall, which explains the symbiosis of ruminants with the microflora. The wall of the scar, in addition to absorption, is also able to pass into its lumen various minerals and organic compounds in the form of amino acids, vitamins B1 and B12 and whole protein molecules.

It is believed [] that the bilateral permeability of the rumen wall and, in particular, the release of protein, amino acids and phosphates is an important condition for maintaining the relative stability of the biological environment in the rumen regardless of feed composition.

This is evidenced by the results of our experiments with insulin (table 1).

Table 1

**The level of scar fluid metabolites under the influence of insulin in cows,
(in mg%)**

	LJK, Jr. 0,1 H NaOH	Lactic	acid	Protein
	Before the introduction of insulin			
	50,89 ± 0,33	0,875 ± 0,02	18,0 ± 0,26	7,9 ± 0,21
	After insulin administration			
the first hour	47,44 ± 0,31	0,790 ± 0,01	19,8 ± 0,24	7,0 ± 0,24
Second hour	43,49 ± 0,25	0,670 ± 0,03	23,8 ± 0,35	5,8 ± 0,37
third hour	34,58 ± 0,19	0,754 ± 0,01	27,2 ± 0,23	4,8 ± 0,24
	Control (without insulin)			
At the beginning of the experiment	52,9 ± 2,12	0,946 ± 0,02	19,6 ± 0,25	8,0 ± 0,49
the first hour	50,5 ± 2,03	0,870 ± 0,02	18,9 ± 0,54	7,8 ± 0,30
Second hour	49,5 ± 1,50	0,924 ± 0,01	17,5 ± 0,56	7,5 ± 0,52
third hour	45,5 ± 1,17	0,944 ± 0,02	14,8 ± 0,34	7,0 ± 0,45

As can be seen from the above data, in cows that did not receive feed for three hours, the introduction of insulin at a dose of approximately 0.5 IU per 1 kg of body weight significantly increases the activity of microorganisms: more intensively used volatile fatty acids, lactic acid and protein concentration increases. whereas in control animals, the protein concentration is constantly reduced. Thus, not only the consumed food, but also the body's own resources take part in creating the known constancy of the chemical composition of the rumen content and the almost unchanging population of symbiont microorganisms.



Prerequisites for such conclusions are the data of metabolic studies in animals suffering from digestive disorders (atony of the pancreas). The slowing down of scar contractions in sick animals is accompanied by a slowing down of fermentation processes, which is a consequence of metabolic disorders.

Insulin, as our research has shown, normalizes the disturbed links in the blood and the contents of the scar and stimulates the motility of the pancreas, which promotes rapid recovery of animals.

For example, table 2 shows the data of studies of carbohydrate-phosphorus metabolism in cows suffering from atony, during treatment with insulin and glucose.

Table 2

The results of studies of carbohydrate-phosphorus metabolism in cows during insulin treatment

Time of taking blood	Sugar (mg%)	Пентозы Pentozs (mkg/mg)	Lactic acid (mg%)	Inorganic phosphorus (mg%)	ATPase (mg% P)
Before treatment	86	224	43,65	6,28	-
After 1 hour	90	241	26,64	6,88	0,56
After 3 hours	109	241	18,40	5,52	1,52
After 9 hours	73	206	27,10	7,44	1,04
After 2 days	77	188	21,10	6,48	1,32
After 4 days	55	185	18,80	2,80	1,44

These data indicate a profound disorder of metabolism of the studied metabolites and its normalization under the action of insulin.

In lactating cows, this disease is accompanied by a sharp decrease or complete cessation of milk production. Subsequently, putrefaction begins in the contents of the hand and putrefactive decay products enter the blood instead of nutrients (table 3).

Table 3

Volatile fatty acids (LFA) are expressed in ml of 0.1 N NaOH, and other indicators in mg%

	LJK	Lactic acid	Sugar	Acetone bodies	Nitrogen total	Nitrogen protein	Ammonia	Amine nitrogen
	Healthy animals							
	51,0	0,85	9,03	2,6	35,3	16,9	7,5	5,3
	Sick animals							
Before insulin	25,0	2,1	19,4	3,6	57,6	39,2	10,2	2,7
After insulin:								
1 hour	26,0	1,30	14,2	2,9	45,0	29,5	10,0	3,6
3 hours	26,6	1,26	13,0	2,37	39,6	24,9	11,0	2,6
6 hours	34,0	1,20	12,3	2,56	34,2	20,0	10,2	2,6
24 hours	38,8	6,83	12,1	2,22	29,5	15,8	6,4	4,6



The first row of figures represents the average values obtained from 40 healthy cows; the figures of the second row show the level of the studied metabolites at the first examination of a sick animal, the following series show the dynamics of changes that occur after insulin use.

These tables show that the formation of volatile fatty acids lactic acid, accompanied by a slightly increased concentration of acetone bodies.

The concentration of nitrogenous substances and, in particular, ammonia is increased, with the exception of amine nitrogen, the level of which is reduced.

Ruminants, which is characterized by a close relationship of tissue metabolism with enzymatic processes occurring in the rumen. Therefore, metabolic disorders in diseases of scar atony are general in nature and can be normalized as a result of exposure to active hormonal factors such as insulin. The effect of insulin is manifested in certain stages of metabolism, in particular, associated with the synthesis of macroergic compounds and their use. Insulin plays an important role in the catalysis of reactions associated with NADP metabolism, which may indirectly affect the course of carbohydrate, lipid and protein metabolism. All this explains the rapid therapeutic effect of insulin therapy.

The first row of figures represents the average values obtained from 40 healthy cows; the figures of the second row show the level of the studied metabolites at the first examination of a sick animal, the following series show the dynamics of changes that occur after insulin use.

These tables show that the formation of volatile fatty acids lactic acid, accompanied by a slightly increased concentration of acetone bodies.

The concentration of nitrogenous substances and, in particular, ammonia is increased, with the exception of amine nitrogen, the level of which is reduced.

Ruminants, which is characterized by a close relationship of tissue metabolism with enzymatic processes occurring in the rumen. Therefore, metabolic disorders in diseases of scar atony are general in nature and can be normalized as a result of exposure to active hormonal factors such as insulin. The effect of insulin is manifested in certain stages of metabolism, in particular, associated with the synthesis of macroergic compounds and their use. Insulin plays an important role in the catalysis of reactions associated with NADP metabolism, which may indirectly affect the course of carbohydrate, lipid and protein metabolism. All this explains the rapid therapeutic effect of insulin therapy.

Conclusion.

These disorders are general in nature and can be normalized under the influence of active hormonal factors (insulin). Insulin affects certain stages of metabolism associated with the synthesis of macroergic compounds and their use.

References

Prevention of metabolic disorders in calves with trace elements / VI Sapego, SI Plushenko, EV Bernik, EN Lyakhov // Veterinary medicine. animals. - 2006. - № 7. - P. 50–52.

2. Handbook of complete feeding of farm animals / I.I. Ibatullin, MI Бащенко, O.M. Zhukorsky [etc.]; for science. ed. II Ibatullin and OM Zhukorsky. - Київ:



Аграрна наука, 2016. - 336 с

3. Yanovich VG Biological bases of transformation of nutrients in ruminants / VG Yanovich, LI Sologub. - Lviv: Triada plus, 2000. - 384 pp.

4. Mikhailenko AK Ecological aspects of formation of the physiological and biochemical status and productivity of animals in ontogenesis: author's ref. dis. on soisk. scientist. steppe. Dr. Biol. Science: special. 03.02.08 "Ecology" / A.K. Михайленко. - Makhachkala, 2010. - 42 pp.

5. Shapovalov SO Regulation by essential microelements of resistance of an organism of animals to adverse environmental factors: author's ref. dis. for science. degree of Dr. Biol. Science: special. 03.00.13 "Physiology of man and animals" / S.O. Шаповалов. - Kharkiv, 2011. - 38 pp.

6. Levchenko VI Distribution, etiology, features of the course and diagnosis of multiple internal pathology in highly productive cows / VI Levchenko, VV Сахнюк, O.B. Chub // Bulletin of Bila Tserkva. state agrarian. un-tu: zb. Science. wash. - Bila Tserkva, 2010. - Issue. 56. - P. 97–102.

7. Kamysnikov VS Clinical and biochemical laboratory diagnostics: reference book. T. 2 / V.S. Kamysnikov. - Minsk: Interpressservis, 2003. - 463 pp.

8. Internal diseases of animals. Part 1 / Levchenko VI, Kondrakhin IP, Vlizlo VV [etc.] ; for order. VI Levchenko. - Bila Tserkva, 2012. - 528 pp.

9. Levchenko VI Etiology, pathogenesis and diagnosis of internal diseases in highly productive cows / V.I. Levchenko, VV Sakhnyuk // Bulletin of agrarians. science. - 2001. - № 10. - P. 28–32.

Аннотация. Установлено, что в создании известной устойчивости химического состава содержимого рубца и почти неизменной популяции микроорганизмов-симбионтов принимает участие не только потребленный корм, но и собственные ресурсы организма, в частности, животные, не получавших корм в течение трех часов, при введении инсулина в дозе примерно 0,5 ИО на 1 кг веса значительно усиливается жизнедеятельность микроорганизмов: более интенсивно используются летучие жирные кислоты, молочная кислота и растет концентрация белка, тогда как у контрольных животных концентрация белка все время снижается. Инсулин, как показали наши исследования, нормализует нарушенные звенья обмена веществ в крови и вместительная рубца и стимулирует моторику преджелудков, что способствует быстрому выздоровлению животных. Приведенные результатов исследований указывают на существенную особенность обмена веществ у жвачных животных, которая характеризуется тесной взаимосвязью тканевого обмена с ферментативными процессами, которые протекают в рубце. Влияние инсулина проявляется на отдельных этапах обмена веществ, в частности, связанных с синтезом макроэргических соединений и их использованием.

Ключевые слова: обмен веществ, синтез, белок, сахар, животные, рубец, микроорганизмы, желудок, инсулин.

Статья отправлена: 7.10.2021 г.

© Прилипко Т.Н.



УДК 664.64

NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS AS A FACTOR OF UTILITY OF BAKERY PRODUCTS**НЕТРАДИЦІЙНА СИРОВИНА ЯК ЧИННИК КОРИСНОСТІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ****Pavlish L.O. / Павліш Л.О.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-3983-872X

Froliak M.V. / Фроляк М.В.*master student /магістр.**Uzhhorod Institute of Trade and Economics of
Kyiv National University of Trade and Economics,
Uzhhorod, Pravoslavna Naberezhna 21-A, 88000**Ужгородський торговельно-економічний інститут
Київського національного торговельно-економічного університету,
Ужгород, Православна Набережна, 21-А, 8800*

Анотація. В роботі розглядаються можливості збагачення хлібобулочних виробів з використанням різної сировини, при цьому основну увагу акцентовано на рецептурних компонентах з певною корисною дією. Проаналізовано молочні, зернові, плодові та овочеві продукти, лікарські рослини, речовини та суміші що пропонують додавати для збільшення корисності хлібобулочних виробів. Проведені дослідження дозволили запропонувати класифікацію нетрадиційних сировинних компонентів.

Ключові слова: хлібобулочні вироби, фортифікація продуктів, збагачення продуктів, нетрадиційна сировина для хлібобулочних виробів

Вступ.

Хліб є продуктом щоденного вживання всіх вікових категорій, в тому числі дітей, школярів, людей похилого віку а також хворих, ослаблених, зі слабкою імунною системою. Хліб на Русі одвіку був не лише їжею, але і символом ситості та їжі взагалі. Сучасний світовий ринок харчових продуктів розвивається в концепції «здорового харчування», що означає його орієнтацію на корисність товарів. Як вже було відзначено, хліб – це продукт першої необхідності, тому питання його корисності є визначальним.

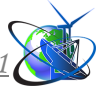
Корисність хліба визначається його рецептурним складом. Зважаючи на те, що хліб є стратегічним продуктом, питанням вивчення та дослідження сировини для виготовлення хлібобулочних виробів широко займаються в науково-дослідних та виробничих установах, науковці вищих навчальних закладів. Тому доцільно проаналізувати та виокремити сучасні напрями збагачення хлібобулочних виробів.

Основний текст.

Аналіз літературних джерел дозволив зробити висновок, що збагачення хлібобулочних виробів може здійснювати двома шляхами:

1. Використання фортифікованого борошна.

Збагачення борошна мікродобавками практикується в Північній Америці і Європі понад 70 років. У США обов'язкове включення до складу борошна сполук заліза було введено під час Другої світової війни, коли в новобранців



було виявлено високий рівень анемії. Нині у більш як 60 країнах затверджені стандарти щодо внесення мікроелементів і вітамінів у борошно під час помолу. Світова практика показала, що фортificaція борошна і випікання з нього хліба дозволяє з порівняно низькими додатковими затратами суттєво зміцнити здоров'я населення [1]. На жаль, цей спосіб підвищення корисності хліба та булочних виробів не набув широкого розповсюдження в Україні.

2. Введення збагачуючих добавок до рецептур.

Саме цей спосіб набув більшого розповсюдження та, на погляд, потребує глибокого аналізу, а засоби (збагачуючі компоненти) – систематизації.

Отже, розглянемо хліб і булочні вироби з функціональною дією, яка досягається за допомогою введення певних рецептурних компонентів.

Найбільш широкий практичний інтерес для хлібопекарної промисловості становить використання вторинних продуктів молочної промисловості, а саме сироватки (свіжої, сухої, згущеної), склотин, різних молокобілкових препаратів багатих на повноцінний білок, вітаміни, мінеральні речовини, такі як кальцій, калій, магній, залізо та інші [2].

Перспективним напрямом збагачення хлібних виробів є використання борошна не з традиційно хлібних зернових культур (пшениця, жито), а з таких як ячмінь, овес, кукурудза, рис, сорго, черемха, гречка тощо. Використання нетрадиційних видів борошна дозволяє не лише покращити вітамінно-мінеральний склад, а й впливає на структурно-механічні властивості продукту [3].

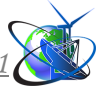
Наприклад, доведено, що введення амарантового борошна у рецептуру хліба забезпечує поліпшення мінерального складу продукту, збільшує кількість харчових волокон, сприяє поліпшенню амінокислотного складу [4]. Потреба в безглютенових výroбах вирішується за рахунок використання борошна сорго [5]. Соєве борошно підвищує в продукті кількість білків, мінеральних речовин і вітамінів групи В. Одночасно зменшується кількість вуглеводів, що особливо важливо для дієтичних видів хліба і булочних виробів, наприклад, для діабетиків [6].

Крім борошна з традиційно нехлібних зернових культур, в рецептурах хліба і булочних виробів використовують продукти переробки зернових культур: висівки, зародки, солодові продукти, а також паростки.

У технології хлібобулочних виробів пшеничні висівки використовуються в кількості 5-20% від маси пшеничного борошна. Отримані з їх використанням вироби відзначаються великою кількістю баластних речовин, ненасичених жирних кислот, вітамінів групи В, токоферолів, а також макро- і мікроелементів.

Зародки пшениці є унікальним джерелом білків, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин, а готові вироби відмічаються високими органолептичними показниками якості та підвищеним вмістом білка, багатого такими незамінними амінокислотами, як лізин, триптофан, метіонін.

Широкого застосування у хлібопекарському виробництві здобули ячмінні солодові продукти, які мають в активному стані амілолітичні ферменти і



використовуються для оцукрення борошняних заварок під час приготування рідких дріжджів та заварних сортів хліба.

Паростки пшениці містять підвищену кількість вітамінів (особливо Е, С, К, вітамінів групи В), мікроелементів (магній, хром, селен), ферментів, амінокислот, біофлаваноїдів, володіють профілактичними та лікувальними властивостями. Вітаміни паростків захищають організм від шкідливої дії вільних радикалів, оскільки є натуральними антиоксидантами.

Перспективною сировиною для збагачення хлібобулочних виробів є такі олійні культури, як насіння соняшнику та льону. У ядрі насіння соняшнику міститься значна кількість білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів Е, групи В, РР, мінеральних речовин, харчових волокон. Насіння соняшнику у технології хлібобулочних виробів використовується в кількості 2,5-10% до маси борошна у вигляді цілих та дроблених сирих, смажених або знежирених зерен [7].

Використання у рецептурах плодів і овочів може задовільнити низку цілей від зниження енергетичної цінності до її підвищення, від покращання структурно-механічних властивостей до набуття нових органолептичних характеристик. Плоди і овочі можуть додаватися до складу хлібобулочних виробів у подрібненому виді, а також у вигляді пюре, соків, екстрактів, цукатів, сушеному цілому або порошкоподібному стані, тощо. Крім того можуть бути використані вторинні продукти їхньої переробки (жом, шрот).

Проведено низку досліджень які обґрунтовують доцільність введення до складу хлібобулочних виробів свіжі овочеві маси моркви, петрушки, буряку, подрібнений перець, топінамбур, пюре капусти, яблук, горобини, глоду, гарбузу, цибулі та інших. Описано способи отримання порошків з капусти, гарбузу, перцю, цибулі, селери тощо та особливості їх введення до складу хлібобулочних виробів. Запропоновано використання виноградних та яблучних вичавок, обліпихового шроту та айвового жому [8].

Як добавки у виробництві хліба можуть використовувати дикорослі лікарські рослини, такі як листя і квіти первоцвіту весняного, листя кульбаби, траву м'яти перцевої, меліси, чебрецю, розторопши, плоди глоду, шишки хмелю, коріння лопуху, та інші. Попередньо їх можуть висушувати, подрібнювати до порошкоподібного вигляду і вносити при замісі тіста [9]. Крім того лікарські рослини можуть вносити у вигляді водних, спиртових, спиртово-водних, олійних екстрактів. Існує спосіб екстрагування молочною сироваткою [10].

Доведено доцільність використання у рецептурах хлібобулочних виробів водоростей та витяжок з них. У хлібопеченні в багатьох країнах світу, зокрема в Україні, для виготовлення виробів профілактичного і лікувального призначення використовують порошок із водоростей морської капусти, який багатий на мінеральні речовини, особливо йод. Вчені Українського державного університету харчових технологій дослідили застосування при виробництві хлібобулочних виробів біологічно активної добавки з морської водорості зостери, яка надає продукції лікувально-профілактичних властивостей [8].

Хлібобулочні вироби можуть бути направленої дії. Так для профілактики



йододефіциту в рецептуру можуть додавати йодовану сіль, йодид калію, йодказеїн; для запобігання дефіциту кальцію - хлорид кальцію, харчову крейду, глюконат кальцію; дефіциту заліза – препарати заліза (добавки Гемобін, Гемовітал) [9].

Для збагачення виробів та поліпшення технологічного процесу використовують спеціально підготовлені суміші: зернова суміш „Сафт-Корн” (вироби з додаванням цієї суміші стимулюють життєздатність корисної кишкової мікрофлори); „Корнекс” - „Зернова” (кукурудза, насіння льону, ядро соняшнику, пшеничні висівки, соєві продукти, кунжут, сироватка, пшеничне борошно вищого сорту, куркума, суха клейковина, лецитин, поліпшувачі), „Пряно-зернова” (насіння льону, ядро соняшнику, соєві продукти, кунжут, мускатний горіх, коріандр, сироватка, кукурудзяний крохмаль, карамелізований цукор, суха закваска, суха клейковина, лецитин, поліпшувачі, борошно житнє обдирне), суміш „Картопляна” (картопляне сухе пюре, сушений кріп, часник, цибуля, суха клейковина, соєве борошно, лецитин, суха сироватка, поліпшувачі, кукурудзяний крохмаль, пшеничне борошно вищого сорту), „Овочева” (паприка, помідори, морква, цибуля, петрушка, лецитин, суха сироватка, суха клейковина, поліпшувачі, соєве борошно, кукурудзяний крохмаль, пшеничне борошно вищого сорту); „Вікторія” (насіння олійних культур, пшеничні висівки, солодові продукти); „Преміум Л” і „Преміум К” (насіння льону, соняшника, подрібнену сою, кукурудзяні пластівці, кунжут) та інші [9].

Проведений аналітичний огляд дозволив провести систематизацію збагачуючих компонентів.

Так, за походженням збагачуючих добавок їх доцільно розділити на:

- продукти тваринного походження (сироватка, сироваткові концентрати, скелетини);
- продукти рослинного походження (зерно та продукти його переробки, насіння олійних, бобових, плоди, овочі і т.і.);
- індивідуальні речовини або спеціально створені композиції (премікси).

В залежності від функціонального призначення:

- речовини та продукти, що збагачують білками;
- речовини та продукти, що знижують харчову цінність;
- речовини та продукти, що надають лікувально-профілактичні властивості;
- речовини та продукти, що надають смакоароматичні властивості.

В залежності від способу внесення:

- в натуральному вигляді;
- в висушеному вигляді (різного ступеню подрібнення);
- в рідкому або пастоподібному вигляді.

В залежності від особливостей вихідної сировини:

- з цільного продукту;
- з окремої частини продукту;
- з відходів інших виробництв.

Розроблена класифікація дозволить кращим чином аналізувати та



систематизувати існуючі розробки щодо включення нетрадиційної сировини до рецептур хлібобулочних виробів, що зможе допомогти в подальших наукових пошуках.

Висновки. Розглянуті аспекти використання нетрадиційної сировини при виробництві хлібобулочних виробів свідчать про постійний інтерес до їх збагачення як стратегічного продукту, що має постійний стабільний попит. Результати дослідження дозволили розробити класифікацію продуктів які вносять за їх походженням, функціональним призначенням, способом внесення та особливостями вихідної сировини.

Література:

1. Смоляр В. І., Петрашенко Г. І., Голохова О. В. Фортифікація харчових продуктів. *Проблеми харчування*. 2014. № 1. С. 29–32.
2. Дробот В. И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности. Киев : Урожай, 1988. 152 с.
3. Дзюндзя О., Звагольська К. Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. № 1. С. 22–29. URL: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.1.4>.
4. Миколенко С.Ю., Царук Л.Ю., Чурсінов Ю.О. Вплив продуктів переробки амаранту і чіа на якість хліба. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Сер. : Нові рішення в сучасних технологіях: зб. наук. пр. Харків : НТУ «ХПІ», 2019. № 5 (1330). С. 145–151.
5. Дробот В.І., Приходько Ю.С., Бережна Г.О. Борошно сорго у технології безглютенового хліба. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 2019, 25, № 1: 208–214.
6. Сирохман І. В., Завгородня В. М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення : навч. посіб. Київ : Центр учб. літ., 2009. 544 с.
7. Технологія хліба пшеничного з продуктами переробки зародків вівса та кукурудзи : монографія / С. Г. Олійник та ін. Харків : ХДУХТ, 2017. 123 с.
8. Пахомська О. В. Науковий підхід до створення хлібобулочних виробів функціонального призначення. *«Наукові праці Національного університету харчових технологій»*. 2019. Т. 25, № 2. С. 277–283. URL: http://sw.nuft.edu.ua/Archiv/2019/swnuft_25_2.pdf (дата звернення: 30.09.2021)
9. Сімакова О. О., Никифоров Р. П. Розробка новітніх технологій виробів з борошна с заданими властивостями : монографія. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2018. 146 с. URL: http://elibrary.donnuet.edu.ua/1541/1/Simakova_rozrobka_%20novitnikh_%20tekhnolohiy_%20vyrobiv_%20z_%20boroshna_%20s_%20zadanyu_%20vlastyvostyamy_monografiya.pdf (дата звернення: 30.09.2021).
10. Кожевнікова В. О. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням лікарської та пряно-ароматичної сировини : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.18.01. Одеса, 2016. 25 с. URL: <https://card-file.onaft.edu.ua/bitstream/123456789/3510/1/KozhevnikovaVO.PDF> (дата звернення: 01.10.2021)



References

1. Smolyar, V. I., Petrashenko, G. I., & Goloxova, O. V. (2014). Fortyfikaciya xarchovyx produktiv. *Problemy xarchuvannya*, (1).
2. Drobot, V. I. (1988). *Ispol'zovaniye netraditsionnogo syr'ya v khlebopekarnoy promyshlennosti*. Urozhay.
3. Dzyundzha, O., & Zvahal's'ka, K. (2021). Analiz netradytsiynoyi boroshnyanoyi syrovyny dlya vyrobnytstva khlibobulochnykh vyrobiv. *Tavriys'kyy naukovyy visnyk*. Seriya: Tekhnichni nauky, (1), 22–29. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.1.4>
4. Mykolenko, S. Y., Czaruk, L. Y., & Chursinov, Y. O. (2019). Vplyv produktiv pererobky amarantu i chia na yakist xliba. *Visnyk Natsional'noho tekhnichnoho universytetu «KHPI»*. Ser. : *Novi rishennya v suchasnykh tekhnolohiyakh*: Zb. nauk. pr. Kharkiv, 5, 145–151.
5. Drobot, V. Y. (1988). Yspol'zovanye netradytsyonnoho syr'ya v khlebopekarnoy promyshlennosti. Urozhay.
6. Syrokhman, I. V., & Zavhorodnya, V. M. (2009). *Tovaroznavstvo kharchovykh produktiv funktsional'noho pryznachennya*. Tsentr uchbovoyi literatury.
7. Oliynyk, S. H., Stepan'kova, H. V., Samokhvalova, O. V., & et. (2017). Tekhnolohiya khliba pshenychnoho z produktamy pererobky zarodkiv vivsa ta kukurudzy. KHDUKHT.
8. Pakhoms'ka, O. V. (2019). Naukovyy pidkhid do stvorennya khlibobulochnykh vyrobiv funktsional'noho pryznachennya. *«Naukovi pratsi Natsional'noho universytetu kharchovykh tekhnolohiy»*, 25(2), 277–283.
9. Simakova, O. O., & Nykyforov, R. P. (2018). Rozrobka novitnix texnologij vyrobiv z boroshna s zadanymy vlastyvostyamy. DonNUET. /1541/1/Simakova_rozrobka_%20novitnikh_%20tekhnolohiy_%20vyrobiv_%20z_%20boroshna_%20s_%20zadanymy_%20vlastyvostyamy_monografiya.pdf(data zvernennya: 30.09.2021).
10. Kozhevnikova, V. O. (2016). *Udoskonalennya texnologiyi xlibobulochnyx vyrobiv z vykorystannyam likarskoyi ta pryano-aromatychnoyi syrovyny*. <https://card-file.onaft.edu.ua/bitstream/123456789/3510/1/KozhevnikovaVO.PDF>

Abstract.

Introduction. Bread is an essential product, so the question of its significance, which determines its prescription composition, is certain, therefore the task of the work was to analyze and to separate the current areas of bakery products collection.

The main text. The analysis of literature sources allowed us to conclude that the enrichment of bakery products can affect two ways: the use of fortified flour and the introduction of enrichment additives to recipes. A promising area of enrichment of bread products is the use of flour narrowly with the help of cereals such as barley, oats, corn, rice, sorghum, bird cherry, buckwheat and more. In addition, to flour, in the bread recipes and bakery products processed cereals: bran, germ, malt, sprouts, etc. Promising raw material for the enrichment of bakery products is oilseeds. Applying fruits and vegetables in recipes can satisfy a number of goals: from reducing the energy value to increasing it, from improving the structural and mechanical authorities to the gain of new organoleptic characteristics. Wild medicinal plants, such as spring primrose leaves and flowers, dandelion leaves, peppermint grass, lemon balm, thyme, milk thistle, hawthorn fruit, hop cones, burdock roots, etc. can be used as additives in the bread production. Individual substances and mixtures are specially prepared to enrich production and improve the technological process. The conducted research allowed to create the classification of non-traditional raw materials for the production of bakery products by origin, functional purpose, method of application and features of raw materials.

Conclusions. Consideration of aspects of the use of non-traditional raw materials in the production of bakery products shows a constant interest in their enrichment as a strategic product that has a constant stable demand.

Keywords: bakery products, product fortification, product enrichment, non-traditional raw materials for bakery products



УДК 634.75:664.856:006

POSSIBILITY OF USING STEVIA FOR PREPARATION OF QUALITY AND BIOLOGICALLY VALUABLE COMPOTES OF LOW CALORIES**МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТЕВІЇ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ЯКІСНИХ ТА БІОЛОГІЧНО ЦІННИХ КОМПОТІВ ЗНИЖЕНОЇ КАЛОРІЙНОСТІ****Voitsekhivskiy V. / Войцехівський В.***Ph.D., associate professor / к. с.-г. н., доцент***Petrovchenko M. / Петровченко М.***student / студент**National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kiev***Lutsikova V. / Луцькова В.***Ph.D., senior teacher / к. т. н., ст. викладач**Odessa national academy of food technologies***Konakh V. / Конах В.***Ph.D., associate professor / к. мед. н., доцент**Bogomolets National Medical University, Kiev***Muliarchuk O. / Мулярчук О.***Ph.D., associate professor / к. с.-г. н., доцент**State agrarian and engineering university in Podilia, Ukraine***Yushkevich M. / Юшкевич М.****Ichenko Ya. / Ільченко Я.***Researchers / наукові співробітники**Ukrainian institute for plant varieties examination, Kiev, Ukraine***Klymchuk I. / Климчук І.****Vlasenko T. / Власенко Т.***assistants / асистенти**Vinnitsa national medical university named after. M.I.Pirogov*

The results of research on the influence of recipe, variety and time storage on the biochemical composition and quality of strawberry compotes are presented. As a result of researches changes of the main components of taste and quality at long storage are established. The possibility of effective use of stevia extract 0,1% in the production of high-quality strawberry compotes has been revealed.

Key words: *strawberries, stevia, chemical composition, compote, caloric content, storage*

Introduction.

The excellent taste properties of strawberries encourage the population to consume it during summer and make various processed products. At other times of the year, jams, juices, compotes, frozen and imported products dominate in diet. One of the ways to continue the consumption and effective preservation of biologically active substances is the preparation of various canned strawberries. In modern Ukrainian families, quite popular products of processing from strawberries, in particular compotes, which in their taste and nutritional properties do not inferior to or exceed the products of processing from other fruits. The quality, nutritional and biological value of processed products are closely related to the biochemical composition of raw materials, recipe and cooking technology [2, 4, 5, 8].

Sugar and its substitutes are widely used in the food industry. Excessive consumption of sugar, honey, glucose-fructose syrup can cause metabolic disorders, provokes the development of diabetes, obesity, heart disease, tooth decay, intestinal



disease, etc. The search for natural sweeteners for complete or partial replacement of sugar in the recipes of traditional foods and in the creation of new types of functional products is of particular interest [1, 6, 7].

Numerous experimental and clinical studies had been conducted in different countries around the world showing that regular use of stevioside has a beneficial effect on the human body. In particular, stevia extract normalizes the digestive system, eliminates heartburn, promotes scar healing in gastric ulcer, relieves inflammation of the gastrointestinal tract; stimulates insulin secretion, so it is officially recommended for the treatment of people suffering from diabetes; helps to get rid of extra pounds: stevioside is a calorie-free product and helps to normalize metabolism, so it is part of the diet of many diets; has an antihypertensive effect: stevia lowers blood pressure and has a positive effect on the cardiovascular system; strengthens the immune system due to the minerals and vitamins that are part of it. Also, stevioside has the ability to slow down the reproduction of many microbes [3, 9, 11].

Concentrate of sweet substances of stevia is an intense sweetener and therefore is widely used in world practice in the production of low-calorie foods, including canned fruits and vegetables, juices and purees. In its pure form, stevioside has excessive bitterness and extraneous aftertaste, especially in high concentrations, which significantly affect the organoleptic characteristics of the finished product. The use of stevia in low concentrations in the production of compotes has been insufficiently studied, which formed the basis of our research [3, 1, 12].

Selection of recipes and raw materials is an important technological technique for predicting the quality of processed products, and the use of only the most technologically suitable ones is the key to obtaining products of high quality and biological value, which determined the direction of our research.

Research materials and methods.

The experiments were conducted at the department of storage and processing of crop products after name B.V. Lesika NULEs. Strawberry compotes were made using different concentrations of sugar (30 and 60%) and stevia (0,1%), as well as different cooking methods and shelf life. The finished products were stored for 1 year, and after 3, 6 and 9 months of storage the quality and changes of the main components of the biochemical composition and organoleptic parameters of the processed products were determined. For researches the variety of Koralova 100 is used. Fresh strawberry content of invert sugar – 5,17%, sucrose – 1,37%, titratable acids – 0,60%, glycemic load – 2. Research of influence of compounding on quality and biochemical structure of compotes, calculation of caloric content and glycemic loading was carried out, according to the generally accepted techniques [10].

Research results and their interpretation.

As a result of studies of the effect of the recipe on the quality and biochemical composition of strawberry compotes, it was found that the concentration of invert sugar in the finished compotes increases on average by 3.6% in all variants after 3, 6 and 9 months of storage. The concentration of sucrose decreases in all cases by 3.8%, and the total amount of sugars decreases by 0.3-0.5%, which may be due to the processes of melanoidin formation (interaction of sucrose with amino acids and other



compounds with the formation of dark products) (table 1).

In the variants of canned products, where high concentrations of granulated sugar are used, after 6 months of storage there is a significant amount of sucrose. In all cases, the invert content increases and the sucrose content decreases due to the inversion of sucrose in an acidic environment.

The use of stevia syrup in a concentration of 0.1% allowed to harmonize the taste and at the same time reduce the caloric content of the product. The use of fruit blanching with hot water does not significantly affect the ratio between the amount of sucrose and invert sugar in canned food.

1. Chemical composition and quality of compotes

Option, recipe	Indicator of biochemical composition,%				Sugar-acid index	Tasting assessment, score	Caloric content, kcal / 100 g
	invert sugar	saccharose	total sugar	titrated acids			
Term storage 3 months							
Berries + syrup 60%	6,50	25,60	32,10	0,379	84,60	4,65	131,80
Berries + syrup 30 %	5,50	13,90	19,40	0,358	54,10	4,80	79,72
Berries + water	3,10	0,16	3,26	0,367	8,80	4,50	13,55
Berries + stevia	3,10	0,16	3,26	0,367	8,80	4,71	13,55
Berries (blanched) + 30% syrup	5,72	13,78	19,50	0,316	61,70	4,40	80,11
Term storage 6 months							
Berries + syrup 60%	9,51	22,39	31,9	0,356	89,61	4,55	130,97
Berries + syrup 30 %	6,62	12,99	19,61	0,305	64,30	4,60	80,55
Berries + water	3,02	0,15	3,17	0,327	9,69	4,40	13,16
Berries + stevia	3,01	0,14	3,15	0,323	9,75	4,58	13,08
Berries (blanched) + 30% syrup	8,15	10,90	19,05	0,301	63,29	4,30	78,26
Term storage 9 months							
Berries + syrup 60%	10,30	20,09	30,34	0,354	85,22	4,55	124,57
Berries + syrup 30 %	7,52	11,99	19,51	0,302	63,97	4,60	80,14
Berries + water	3,07	0,10	3,17	0,323	9,69	4,40	13,16
Berries + stevia	3,03	0,11	3,14	0,321	9,72	4,58	13,03
Berries (blanched) + 30% syrup	8,95	9,10	18,05	0,297	59,97	4,30	74,15

The content of titratable acids after 3, 6 and 9 months of storage of compotes decreased by 6-8%, which is due to the destruction and combination with the components of the compote. As a result of mathematical processing of indicators of the content of titrated acids and organoleptic indicators the direct dependence of average force is established, the correlation coefficient makes $r = 0,61 \pm 0,15$.

The sugar-acid index depends on the sugar concentration used, but in the stevia version the taste was balanced and harmonious, but the sugar content was low.

Tasting evaluation of experimental samples of compotes showed that the highest quality samples are prepared using 30% syrup. Samples using stevia were attractive



and harmonious. During storage, there are changes in aromatic substances, consistency and color of the fruit. Therefore, after 3 months there is a decrease in organoleptic parameters by an average of 0,1-0,15 points, 6 - 0,15-0,2 for all options.

The caloric content calculated by us showed that the samples with the use of sugar had a caloric content of 80-132 kcal, and without the use of sugar and with the use of stevia – 13,55-13,03 kcal. After long-term storage, a slight decrease in calories was observed.

The calculation of the glycemic load per 100 g of product showed that this indicator is the highest in the samples using 60% syrup (33,0-31,1), at the same level in the samples using 30% syrup and blanching (20,0), and the lowest in samples without the use of sugar and with the use of stevia (3,3-3,4).

Comparing the organoleptic characteristics, caloric content and glycemic load of the obtained samples, it is seen that the samples using stevia have a fairly high organoleptic characteristics without significant changes during storage. At the same time, the caloric and glycemic load is quite low, so it is advisable to recommend such products for people who control their body weight and diabetics.

Conclusion and suggestions.

The results of the research showed that obtaining of high-quality strawberry compotes we should use a 30% concentration of sugar syrup. The use of stevia extract in a concentration of 0.1% allows you to compensate the sweet taste of compotes closer to the harmonious. The use of stevia can reduce calories and glycemic load by almost 6 times. Storage of compotes for 9 months has little effect on their quality and nutritional value of strawberry compotes. The obtained data should be taken into account in the production of high-quality, biologically valuable and preventive products of reduced nutritional value and glycemic load.

Bibliography:

1. Балаболкин М.И., Клубанова Е.М. Применение подсластителей в диетотерапии сахарного диабета. *Диабет*. 2006. 6. С.21-26.
2. Боднар В.М. Сорти суниці для переробки // Інтенсивні технології у садівництві Наддністрянщини та Передкарпаття України. – Чернівці: Вид-во "Еней", 1995. С. 179-180.
3. Ермолаева Г.А., Сапронова Л.А., Кривовоз Б.Г. Сахар и его заменители в производстве продуктов питания. *Пищевая промышленность*. 2012. 6. С.48-51.
4. Марх А.Т. Биохимия консервирования плодов и овощей. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1973. – 359 с.
5. Намесников А.Ф. Консервирование плодов и овощей в колхозах и совхозах. М.: Агропромиздат, 1989. 182 с.
6. Подпоронова Г.К., Верзилина Н.Д., Полянская Н.К. Изучение химического состава стевии. *Пищевая промышленность*. 2005. 7. С.68.
7. Подпоронова Г.К., Верзилина Н.Д., Рудакова Л.В., Полянская Н.К. Изучение антиоксидантной активности стевии и продуктов ее переработки. *Пищевая промышленность*. 2005. 9. С.97.
8. Подпратов Г.І., Скалецька Л.Ф., Войцехівський В.І. Товарознавство продукції рослинництва. К.: Арістей. 2005. 256 с.



9. Полянский К.К., Подпоронова, Г.К. и др. Производство пищевых Продуктов с использованием натурального подсластителя из стевии. *Пищевая промышленность*. 2004. 7. С.80-81.

10. Савчук Н.Т., Подпратов Г.І., Скалецька Л.Ф., та ін. Технохімічний контроль продукції рослинництва /За редакцією Л.Ф. Скалецької. К.:Арістей, 2004. 230 с.

11. Abelyan V.H., Abelyan L.A. The Art of Stevia. *PureCircle*. Kuala Lumpur. 2012. 876 p.

12. DuBois, G.E. Validity of early indirect models of taste active sites and advances in new taste technologies enabled by improved models. *Flavour and Fragrance Journal*. 2011. V. 26. № 4. P. 239-253.

Наведено результати досліджень впливу рецептури, сорту та терміну зберігання на біохімічного складу та якість суничних компотів. В результаті досліджень встановлено зміни основних компонентів смаку і якості за тривалого зберігання. Виявлено можливість ефективного використання екстракту стевії 0,1% при виготовленні якісних суничних компотів

Ключові слова: суниця, стевія, хімічний склад, компот, калорійність, зберігання

© Voitsekhivskyi V., Lutskova V., Petrovchenko M., Konakh V., Muliarchuk O., Yushkevich M., Ilchenko Ya., Klymchuk I., Vlasenko T.



UDC 629.238

**OPTIMAL SIZE RATIO OF A PASSE-PARTOUT AND A WATERCOLOR
ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПАСПОРТУ И АКВАРЕЛИ****Altunina A./Алтунина А.***Student / студент***Matvieieva T.V./ Матвеева Т.В.***PhD / к.пед.н, доцент кафедры**ORCID: 0000-0003-4079-4901***Chursanova M.V./Чуранова М.В.***PhD / к.ф-м.н, доцент кафедры**ORCID: 0000-0001-6977-7473**National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
Kyiv, Av.Peremogy, 37, 03056**Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут ім. Ігоря Сикорського», Київ, пр. Перемоги, 37, 03056*

Abstract: Scientific explanation of the "golden section" from historical to modern research is considered. The definition of the most harmonious ratio of sizes of a passe-partout and a watercolor is given with help of the Shannon's formula. In practice, the most harmonious ratio of the size of the passe-partout to the size of the "blank" image and the size of the passe-partout to the size of the picture is revealed.

Key words: "golden ratio", "golden section", the size of the passe-partout and watercolor, Shannon's formula, harmonic ratio.

A problem of harmonic ratio has captured thinkers' minds back in the VI century BC. Ancient people have noticed certain patterns in the length ratio of a tail and a body of a lizard, in a distance between leaves on a branch and so on. It is believed that the concept of golden ratio is introduced into scientific use by Pythagoras himself, who is the prominent ancient Greek philosopher and mathematician [1]. There is an assumption that Pythagoras has borrowed the knowledge of golden ratio from Egyptians and Babylonians. Indeed, proportions of household items and ornaments from the Tutankhamun tomb, as well as proportions of entire temples and the Great Pyramid of Cheops, indicate that Egyptian masters have used the golden ratio in their creation.

For the first time, the "golden ratio", or the "golden section", was scientifically explained by Italian monk Luca Pacioli in his book "Divina Proportione" ("Divine Proportion"), illustrated by Leonardo da Vinci. Pacioli saw the Divine Trinity in the golden section: the large segment represented the Father, the small one was the Son, and the whole was the Holy Spirit (Fig. 1).

Leonardo da Vinci also paid much attention to the study of the golden section. He was making cross section of a stereometric body formed by regular pentagons, and each time he had obtained rectangles with sides in the golden ratio. Therefore, he named this ratio as the "golden section".

Leonardo da Vinci's diary contains a well-known drawing of a naked man in two superimposed positions inscribed in a circle. That is how Leonardo has tried to establish proportions of a human body basing on the research of the Roman architect Vitruvius. Later, the French architect Le Corbusier, using Leonardo's Vitruvian Man,



has created his own scale of “harmonious proportions” that has influenced the aesthetics of twentieth-century architecture [2].

Thus, objects that contain the “golden section” are perceived as the most harmonious. If you divide an object into two unequal parts, so that the small one is in the same ratio to the large one as the large one to the whole object, that is the “golden section”. For simplicity, this ratio can be represented as $2/3$ or $3/5$.

Translated mathematically, the “golden section” is a proportional section of a segment into unequal parts, when the ratio of the whole segment to the larger part equals to the ratio of the larger part to the smaller one; or, in other words, the fraction of the smaller part with respect to the larger is the same as the fraction of the larger part with respect to their sum. That is, $a:b = b:c$, or $c:b = b:a$ (Fig. 1).

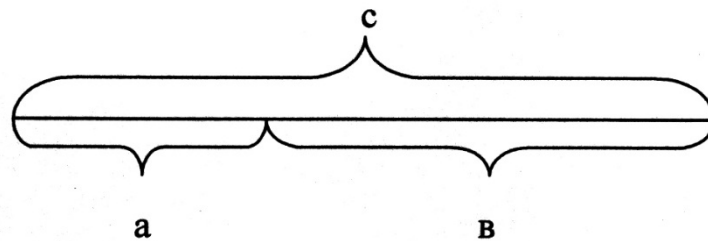


Figure 1. Illustration of the “golden section”

The rise of the information theory is associated with the publication of the article “A Mathematical Theory of Communication” by Claude Shannon in 1948. According to Shannon, the information theory (a branch of the mathematical theory of communication) sets general limits of possibilities of information transfer systems, gives initial principles of their development and practical implementation.

In the twentieth century, with the information theory it's been found that the harmonious ratio carries the greatest amount of information. It is also known that the human eye reads maximum information from a sheet framed by a passe-partout of the same area as the sheet itself, i.e. the ratio of areas is 1:1. When viewing a graphic object, such as a watercolor painting, the area of its frame ceases to carry any meaningful information, while the human eye focuses on the content of the painting [3].

Considering all the above, we have decided to determine the most harmonious size ratio of the passe-partout and watercolor painting, when a viewer reads the maximum amount of information, with help of the Shannon's formula.

Let us consider an example of a rectangular shape and reveal the nature of its influence on the observer. As we know, the process of looking at an object consists of signals coming to the visual analyzer at discrete moments of time, corresponding to the fixed position of the pupil, when it stops at certain parts of the object – the so-called “fixation points”. The pupil motion between these fixation points is quite chaotic when viewing the object, and it depends on many circumstances (in particular, the density of fixation points at different fragments of the object depends on the “content” of these fragments, as found experimentally). Thus, the pupil moves over the surface of the object, fixating at different points, from point to point (Fig. 2) [4].

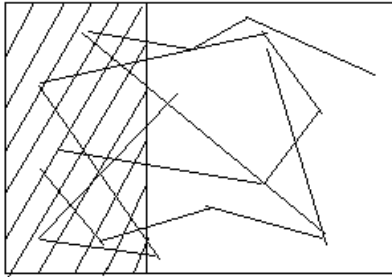


Figure 2. Motion of a pupil between the fixation points within the rectangular shape

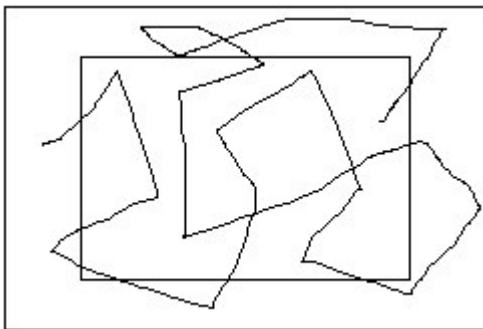


Figure 3. Motion of a pupil over the image in passe-partout

The shape recognizing by the analyzer can be described with the following mechanism. In order to recognize a rectangle shape, its smaller side is compared with the larger side. But because the eye examines not segments but shapes, it is the comparison of the rectangle with a square that takes place in the brain. Therefore, the observer must involuntarily project the smaller side of the rectangle on the larger one. The “optimal” rectangle practically coincides with the rectangle in golden ratio (with $a/b = 0.62$). From that we conclude that the maximum aesthetic advantage of rectangular objects in golden ratio is due to the maximum informativeness [5].

But the pupil runs not only over the image, but also over its passe-partout framing (Fig. 3) and perceives information accordingly.

Suppose examination of a blank picture with no image. Then all the points carry equal amount of information, and the Shannon’s formula is

$$H = -p_1 \log p_1 - (1 - p_1) \log(1 - p_1),$$

where H is the amount of information, and p_1 is the probability (the ratio of the areas of the passe-partout and the interior image) (Fig. 4).

The object carries the maximum information when the derivative of that formula is 0, therefore

$$\frac{dH}{dp_1} = -\log p_1 - 1 + \log(1 - p_1) + 1 = \log(1 - p_1) - \log p_1 = \log \frac{1-p_1}{p_1} = 0,$$

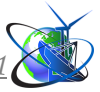
and

$$\frac{1 - p_1}{p_1} = 1 \rightarrow p_1 = \frac{1}{2}.$$

As a result, the most harmonious area ratio of the passe-partout and the interior watercolor is 1:1.

To study this hypothesis practically, the experiment was carried out with white images of equal sizes framed in monochromatic passe-partouts considered as the experimental objects. The ratio of the framing area to the image area was taken as 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2 and 2.2. Then a survey among 104 people was carried out, and the task was set: among the ten objects described above, choose, without hesitation, the one that visually appeals you the most because of its harmony. The diagram at Fig.4 shows the results of that study.

If we put a picture into the frame instead of the blank image, the amount of obtained information increases. As a result, when the amount of the information is maximum, the combination is the most harmonious. This must be taken into account by entering the coefficient of information significance k . Then,



$$H = -kp_1 \log p_1 - (1 - p_1) \log(1 - p_1).$$

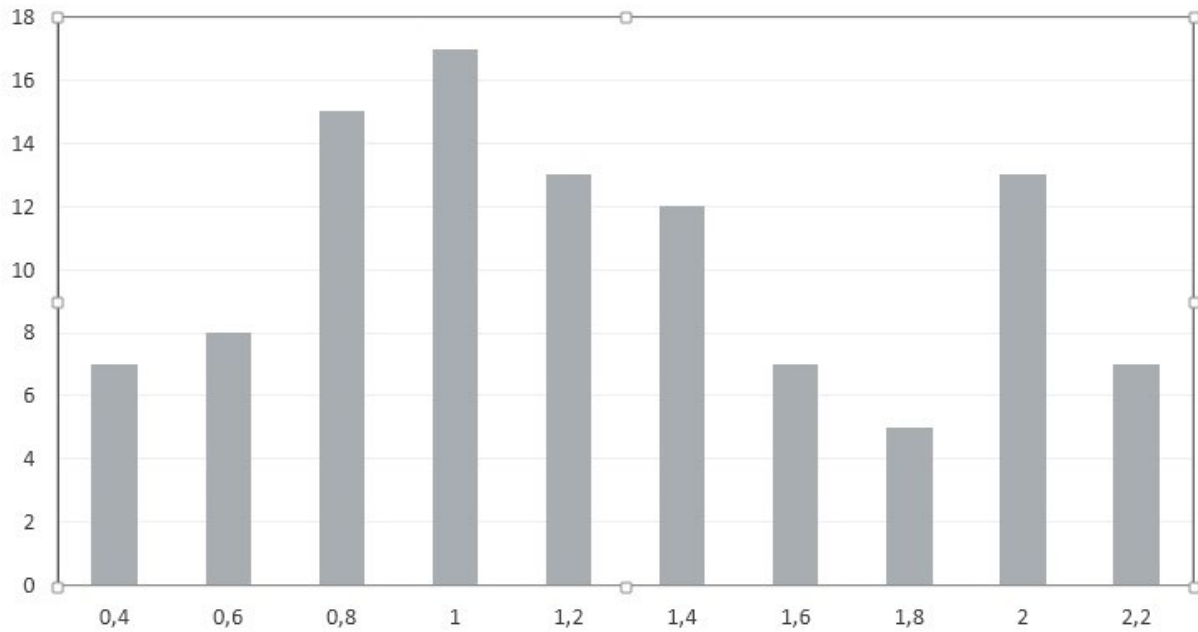


Figure 4. The survey votes number vs the ratio of the passe-partout area to the “blank” image area

If the information significance of the picture is much greater than the significance of the framing, then H is approximately equal to the first term of the formula

$$H = -kp \log p,$$

and the maximum is achieved with a completely different probability. If we take the derivative,

$$\frac{dH}{dp} = (-\log p - 1)k = 0;$$

$$\log p = -1; p = e^{-1} \approx 0.37, \text{ where } e \approx 2.71.$$

Thus, we have theoretically found that the largest amount of information is transmitted to the viewer when the informational fraction of the framing equals to 0.63, which is an indicator of the “golden section”.

Also, the same survey respondents were asked to consider options for the same ratios, but instead of the empty interior field a painting by Maximilian Voloshin was inserted (Fig. 5).

Diagram of the second experiment looks different (Fig. 6):

Thus, in the study of the “blank” picture, all the theoretical assumptions are confirmed. Indeed, respondents have denoted the ratio of areas 1:1 as the most harmonious. Regarding the second experiment, the practical results have shifted slightly, and we can make the main conclusion of the present study. When viewing the framed painting instead of the framed “blank”, the information significance increases and human eye considers as more harmonious the framing which is wider than in the first experiment.

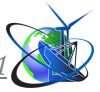


Figure 5. A painting by Maximilian Voloshin

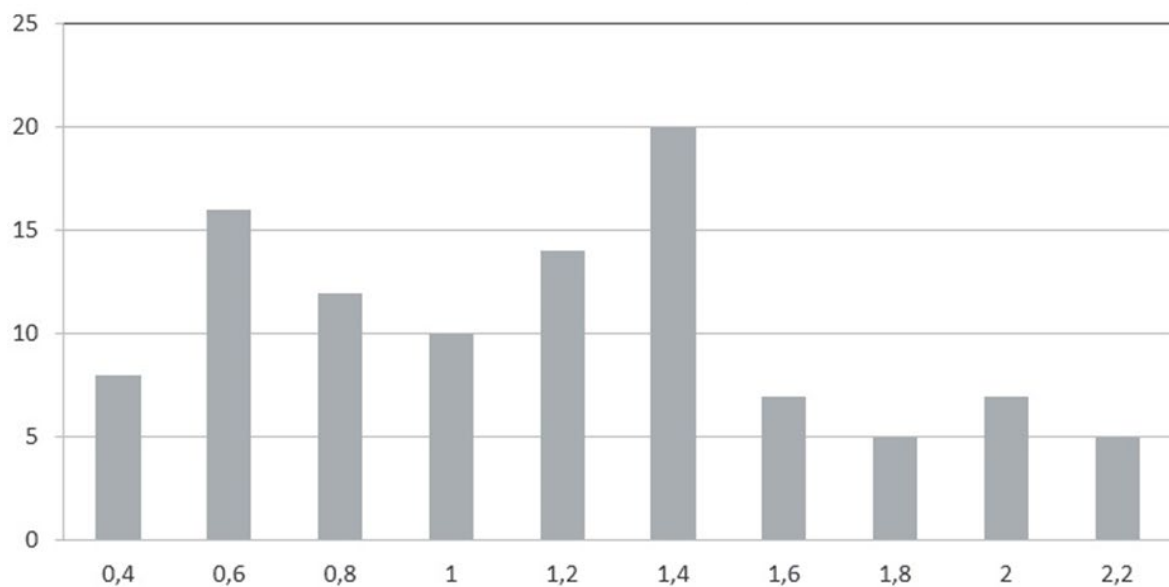


Figure 6. The survey votes number vs the ratio of the passe-partout area to the informational image area

References:

1. [Electronic resource] - C. ©. 2. ABC-people.com, "Golden Section," [Online]. Available: http://www.abc-people.com/data/leonardov/zolot_sech-txt.htm#axzz5AOxYqI1o.
2. Kovalev F.V., The Golden Section in Painting, M.: Higher School, 1989. - 252 p.
3. Kudryashev B.D., Information Theory, St. Petersburg State University, ITMO, 2010. - 584 p.
4. Zuckerman I.I., Glezer V.D., Information and vision, M. - L., 1961. - 128 p.
5. Petrov V.M., Formulas of fine proportions, in the collection: "Models and methods of research of social and economic processes". M., 1976. - 664 p.

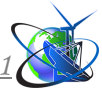


Аннотация: Рассмотрено научное объяснение «золотого сечения» от исторических до современных исследований. Подано определение наиболее гармонического соотношения размеров паспарту и акварели при помощи формулы Шеннона. Практически приведено наиболее гармоническое соотношения размеров паспарту к размерам «голового» изображения и размеров паспарту к размерам картины.

Ключевые слова: «золотое сечение», размеры паспарту и акварели, формула Шеннона, гармоническое соотношение.

Статья отправлена: 07.10.2021 г.

© Алтунина А., Матвеева Т.В., Чурсанова М.В.



УДК 004.2

**FEATURES OF FORMATION OF LIVING SPACE OF MANOR TYPE
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЖИТЛОВОГО ПРОСТОРУ САДИБНОГО ТИПУ****Bulgakova T.V. / Булгакова Т.В.***Ph. D., Assos. Prof./ к.т.н., доц.***Truten V.A. / Трутен В.А.***master student / магістр**Kyiv National University of Technologies and Design,**Kyiv, Nemyrovycha-Danchenko, 2, 01011**Київський національний університет технологій та дизайну,**Kyiv, Немировича-Данченка, 2, 01011*

Анотація. У статті розглянуто особливості формування інтер'єрів сучасного житла садибного типу. Здійснено аналіз досвіду формування інтер'єру приватного будинку на основі вітчизняної та закордонної практики. Виявлено особливості дизайну інтер'єру житла садибного типу за функціонально-планувальною структурою, технологічним та художньо-естетичним рішенням.

Ключові слова: житло садибного типу, індивідуальний будинок, дизайн інтер'єру, функціонально-планувальна структура, художньо-естетичні рішення.

Вступ

Проблема полягає в організації житлового простору, яке є відповідним до потреби людини і гармонійно існує разом з навколишнім середовищем, житла високої якості, облаштування інтер'єру, який відповідає інтересам користувача.

Завдання дослідження

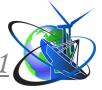
- Провести аналіз досвіду формування інтер'єрів реалізованих проектів приватних заміських будинків на основі вітчизняної та закордонної практики.
- Виявити переваги інтер'єру житла садибного типу у порівнянні з багатоквартирним помешканням.
- Виявити особливості дизайну інтер'єру житла садибного типу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Тема сучасного індивідуального житла розглянута в книгах, статтях та наукових виданнях. На сьогоднішній день чимало досліджень спрямовано на виявлення типології будівель соціального житла і визначення особливостей формування архітектурно-планувальної структури житлового середовища.

Функціонально-типологічні та соціально - психологічні проблеми житла досліджували В.Кашуба, Г.Сталінська, Ю. Горюнова, В.Аристархова, В.Даниленко, О. Казаріна. В означених роботах розглядаються фундаментальні питання взаємозв'язків архітектури та дизайну, дослідження зв'язків і взаємовпливу архітектури й мистецтва, проаналізовано проблематику візуального сприйняття, як цілісних об'єктів, так і мистецтва крізь призму гештальтпсихології, з'ясовано питання естетичної оцінки предметного наповнення середовища.

У статті В.Аристархової «Дизайн-проекування інтер'єрів приватного житлового будинку» розглянуто соціальні вимоги, які обумовлені соціально-



демографічними, соціально-економічними та соціально-культурними потребами. Вони повинні забезпечити відповідність проєктованих об'єктів умов побуту, звичаїв, традицій, норм і правил поведінки, демографічній структурі та характеристиці сім'ї. Склад приміщень житла багато в чому визначається соціальними, віковими характеристиками проживаючих в ньому людей, їх кількістю, статевою приналежністю у сім'ї.

У статті Л.В. Кучеренко, Т.Г. Шулік «Специфіка формування малоповерхових житлових будівель» було вирішено важливе завдання : формувати концепції архітектурного упорядкування суміжного навколишнього середовища та творчо розробляти їх, розробляти концепції архітектурної організації внутрішньо- об'єктивного середовища відповідно соціальним умовам, використовувати теоретичні положення і категорії архітектурної композиції при формуванні об'єкту, що проєктується, обирати оптимальну конструктивно-планувальну схему, що відповідає функціональним вимогам. Визначено, що таке екологічно комфортне житлове середовище в сучасних умовах повинно формуватися з використанням раціональних прийомів архітектурного формоутворення, спрямованих на організацію стійкого зв'язку об'єму будівлі і природи.

Книга «Усім потрібне житло. Справедливе, соціальне, доступне» від німецьких архітекторів Урсули Клеєфіш-Йобст, Петера Кеддерманна та Карена Юнга пропонує всебічний огляд теми доступного житла: від значущих моделей 1920-х років до сучасних концепцій сьогодення. Експертні нариси висвітлюють проблему житла з різних точок зору, вирішення якої є визначальним для соціальної згуртованості нашого суспільства.

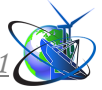
Основний текст

Житловий будинок садибного типу – це житло для використання протягом року з метою проживання або позаміського відпочинку. Розташування тих чи інших приміщень в першу чергу залежить від площі будинку, кількості осіб, що проживають в будинку, і наявних комунікацій. Все частіше люди купують приватні будинки і намагаються відгородитися від урбаністичного середовища з метою зробити своє життя більш гармонійним і ближчим до природи, адже індивідуальні будинки мають ряд переваг перед житлом в багатоквартирному помешканні, а саме:

- Можливість вільного планування, а не те, що пропонує забудовник.
- Варіативність улаштування систем та приборів опалення, водопостачання та кондиціонування.
- Незалежність від комунальних підприємств.
- Великий вибір оздоблювальних матеріалів.
- Більша площа у порівнянні з квартирою.
- Можливість використання еко технологій та матеріалів
- Наявність своєї садиби.

Функціонально-планувальні особливості

Чим більша площа будинку-тим більша варіативність використання квадратних метрів. За допомогою перегородок та зонування відбувається розпланування меж майбутніх кімнат. Мінімальна кількість житлових кімнат



для невеликої родини- три. Спальні кімнати не мають бути прохідні і бути поряд з кімнатами загальногo користування.

Найкращим рішенням є розділення кімнат за поверхами. На першому поверсі зазвичай влаштовують кімнати загального користування, такі як: вітальня, кухня та їдальня. Вхід до вітальні краще з передпокою, адже це спрощує планування. Залежно від квадратури всього будинку вітальня може бути площею від 15 до 50 метрів квадратних. Її краще розташовувати з південної сторони аби сонце потрапляло в приміщення протягом усього дня.

Щодо їдальні та кухні, це можуть бути або різні кімнати або об'єднана кухня-столова, завдяки чому приміщення буде більш просторим. Площа кухні-їдальні може бути 12-30 метрів квадратних, якщо окремо, то кухня має бути просторою, не менше 9 м², адже потрібно багато місця для улаштування побутової техніки і столових приборів.

Санвузли. Вони бувають сумісні або роздільні. Санвузол рекомендується розташовувати з тіньової сторони будинку. При умові, що будинок двох- або трьохрівневий, бажаним буде розміщення санвузлів на кожному поверсі один під одним.

Спальні кімнати необхідно розташовувати з сонячного боку і за можливості на другому поверсі, але для літніх людей розташування спальні на першому поверсі буде більш вдалим.

Технологічні особливості

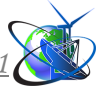
В житлі садибного типу наявна можливість вибору різноманітних систем технологічного забезпечення включаючи використання прогресивних еко технологій. Розглянемо основні види технологічного забезпечення замиського будинку.

Опалення. При виборі системи теплозабезпечення необхідно врахувати деякі складові, такі як ціна, монтаж, доступність палива та екологічність. Існує безліч варіантів організації систем опалення в індивідуальних будинках, серед яких:

- Водяне опалення. Являє собою замкнуту систему: котел – трубопровід – батареї.
- Електрична система. Працює по принципу перетворення електричної енергії в теплову. Основні види:
 - а. Електроконвектори
 - б. Система теплої підлоги
 - с. Ультрачервоні обігрівачі
- Тепловий насос. Помпи використовують тепло землі, води або повітря, таким чином перетворюють тепло в чисту енергію.
- Сонячні батареї. Принцип роботи-перетворення енергії сонця в тепло. Якщо в регіоні, де влаштовані панелі менше 20 сонячних днів на місяць, то необхідно поєднати з іншим способом опалення.

Вентиляція. Вентиляційні системи поділяють на природні і примусові (керовані, механічні). Для створення природної вентиляції необхідно виконати віддушини і створити вентиляційний канал.

Примусова вентиляція більш ефективна і здатна до контролю температури



і вологи в повітрі. Цей тип вентиляції може бути припливним, витяжним або припливно- витяжним.

Кондиціонування. Системи кондиціонування можна поділити за категоріями:

- За способом кріплення: настінні, касетні, каналні, підлогові.
- За кількістю блоків: автономні, спліт, мульти-спліт, мультизональні.
- Сезонність роботи: цілий рік або в теплу пору.
- За способом забору: з циркуляцією, рециркуляцією.
- За режимом: охолодження або нагрівання.

Художньо-естетичні особливості

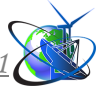
Житло садибного типу – це середовище пов'язане з природою і натуральним способом буття і тому художні образи, що здатні це передавати, найбільш гармонійно поєднуються з такими просторами. Таким чином можна виділити ряд художньо-естетичних напрямків що найбільш відповідають інтер'єру даного типу житла

- Морський стиль – використовує тему води, що підходить для інтер'єру замиського будинку. Для цього зовсім не обов'язково поблизу мати водойму. Тут досить використовувати колірне рішення і наповнити приміщення відповідними деталями: репродукціями мариністів, текстилем морської тематики.
 - Еко-стиль дозволяє злитися з природою, гармонійно поєднуючись з природною красою навколишнього ландшафту. При оформленні слід відштовхуватися від трьох складових - практичність, довговічність і натуральність. Для еко-стилю характерні правильні форми, мінімум декору і багато світла. Характерними є меблі з натуральних природних матеріалів, наприклад, з лози або фактурної деревини. Декоративна роль в інтер'єрі відводиться озелененню.
 - Сільський стиль особливо підходить, якщо стіни зведені з бруса або колод. В цьому випадку закривати стіни і балки перекриття не має сенсу - вони повністю впишуться в інтер'єр. Підтримати образ допоможуть меблі з деревини, покриті лаком або морилкою. Характерним також є використання домотканого текстилю.
 - Етнічні стилі зближать з природою, налаштовують на медитативний лад. Характерним є використання аутентичних предметів меблів та оздоблення, відповідних певним культурам, але перенасичувати площу будинка численними, яскравих відтінків, декоративними деталями не варто. Адже замиський будинок це перш за все місце відпочинку від метушні мегаполісу
- Безсумнівно, екстер'єр будівлі повинен відповідати і продовжувати стилістику приміщення.

Висновки.

Виявлено особливості формування житлового простору садибного типу за трьома критеріями:

- функціонально-планувальна структура;
- технологічні рішення;
- художньо-естетичні рішення.



За функціонально-планувальною структурою важливим є можливість вертикального зонування за поверхами та варіативне використання при зонуванні більшої площі приміщень у порівнянні з житлом в багатоквартирному помешканні. Технологічні рішення вирізняються варіативністю улаштування систем та приборів опалення, водопостачання та кондиціонування включаючи використання еко технологій. За художньо-естетичними рішеннями найбільш гармонійними для такого житла є образи пов'язані з природою та натуральним буттям, виділено 4 стильових напрями: морський стиль, еко-стиль, сільський стиль, етнічні стилі.

Література:

1. Анвин С. Основы архитектуры / С. Анвин. СПб. : Питер, 2012. 272 с.
2. Бойко Х. С. Типы домов и архитектурные конструкции: учеб. пособие / Х. С. Бойко. Львов : Издательство Львовской политехники, 2012. 196 с.
3. Забелина Е. В. Поиск новых форм в ландшафтной архитектуре: учебное пособие / Е. В. Забелина. М.: Архитектура-С, 2005. 160 с.
4. Крижановська Н. Я. Конспект лекцій з дисципліни «Архітектура житлових будівель». Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків. ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 104 с.
5. Панеро Д. Основы эргономики. Человек, пространство. Интерьер: справочник по проектным нормам /Пер. с англ. М.: АСТ; Астрель, 2008. 312с.
6. Розенсон И.А. Основы теории дизайна: учебник для вузов. СПб.: Питер, 2007. 219с.
7. Ефимов А.В. Дизайн архитектурной среды: Учебник для вузов. Москва. Архитектура-С, 2006. 504 с.
8. Рунге В.Ф. Эргономика и оборудование интерьера. Уч. пособ. М.: АрхитектураС, 2004.160с.
9. Чинь, Франсис Д.К. Архитектура: форма, пространство, композиция /Пер. англ. М.: АСТ; Астрель, 2010. 432с.
10. Кучеренко М.С. Виды освещения и его функции в жилом интерьере // Дизайн и архитектура: синтез теории и практики: сб. науч. тр. Краснодар, 2017. С. 264-275.
11. Мойсеенко З.В. Индивидуальный жилой дом: Пособие настройщику / Мойсеенко З.В., Хохол Ю.Ф. К.: Будівельник, 1981. 192 с.

Abstract. The article considers the peculiarities of the formation of interiors of modern manor-type housing. An analysis of the experience of forming the interior of a private house on the basis of domestic and foreign practice. The peculiarities of the interior design of the manor-type dwelling according to the functional-planning structure, technological and artistic-aesthetic solution are revealed.

Key words: manor-type housing, individual house, interior design, functional-planning structure, artistic and aesthetic solutions.

Науковий керівник: к.т.н., доц. Булгакова Т.В.

Стаття відправлена: 06.10.2021 г.

© Трутен В.А.



УДК 627.83

**HYDRAULICS OF AN OGGE-CRESTED WEIR WITH AN OUTFLOW
REGULATING GATE****ГІДРАВЛІКА ВОДОЗЛИВУ ПРАКТИЧНОГО ПРОФІЛЮ З РЕГУЛЮЮЧИМ
ЗАТВОРОМ****Bosak M.P. / Босак М.П.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-0306-9583

Matlai I.I. / Матлай І.І.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-4300-8825

Hvozdetzkyi O.G. / Гвоздецький О.Г.*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-5590-4689

Vashchyshyn M.I. / Ващишин М.І.*student / студент**Lviv Polytechnic National University, Lviv, S. Bandery str., 12, 79013**Національний університет «Львівська політехніка»,**Львів, вул. С. Бандери, 12, 79013*

Анотація. Представлено результати досліджень гідравлічних характеристик водозливу практичного профілю які експлуатуються в режимі регулювання витоку води затворами. Такі гідротехнічні споруди використовуються в якості водоскидних або регуляційних в системах технічного водопостачання а також на гідромеліоративних каналах. Вони забезпечують необхідні гідравлічні параметри водогосподарських систем і протічність ріки. В основі аналітичних досліджень взято базові формули теорії щодо гідравліки витікання води з під-затворів. Стиснена глибина потоку на водозливній поверхні, влаштованої по його падаючій траєкторії, віддалена від отвору затвора. Тому параметр «стиснена глибина» не може використовуватись для гідравлічних розрахунків таких споруд. Визначено дослідні величини коефіцієнтів φ швидкості та μ витрати для гідравлічних розрахунків таких споруд без використання коефіцієнта вертикального стиснення. Їх числові значення враховують місцеві втрати напору та вплив на середню швидкість витікання води – як форми водозливу так і типу затвора. Для порівняння виконано гідравлічні дослідження водозливу оснащеного плоскими та сегментними затворами. Подано гіпотезу, що коефіцієнта φ швидкості, у відповідних розрахункових формулах водоскидних споруд, в основному забезпечує зв'язок між повним напором води перед водозливом та - розрахунковим напором води для середньої швидкості по глибині потоку.

Ключові слова: водозлив практичного профілю; регульовальні затвори; пропускна здатність; коефіцієнт швидкості; коефіцієнт витрати води.

Вступ

Для гідравлічних розрахунків водозливних споруд та затворів регуляційних споруд розроблені та використовуються окремі формули. Оцінка пропускної здатності водозливу в режимі регулювання витоку води затворами здійснюється за формулами які містять стиснену глибину. Цей показник не характерний для водозливів практичного профілю з затворами (ВППЗ), - тому що вони переважно є перепадами. Для гідравлічних розрахунків в режимі регулювання витоку води затворами через такий тип водозливу доцільна комплексна залежність і значення коефіцієнта витрати.



Актуальність дослідження.

Актуальність досліджень полягає в тому, що отримані результати надають спрощення та точність розрахунків для водозливів практичного профілю з регулюючими затворами.

Мета та завдання досліджень.

Метою досліджень є отримання формулу для пропускної здатності даної споруди в залежності від величини відкриття затвору та напору води (та без залежності від глибини стисненого перерізу)

Завдання: дослідити числові значення коефіцієнта витрати μ , які поєднують їх значення як для водозливу так і для затворів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У технічній та навчальній літературі пропускну здатність водозливів практичного профілю (ВПП) визначають за формулою [1]:

$$Q = mb\sqrt{2gH_o^{2/3}}\sigma_n\sigma_\phi\sigma_{ct}\sigma_z, \quad (1)$$

де σ_n , σ_ϕ , σ_{ct} , σ_z – коефіцієнти відповідно повноти напору, форми, бокового стиснення та затоплення

Для гідравлічних розрахунків затворів регуляторів [2] води поширена формула:

$$Q = \varphi \varepsilon ab \sqrt{2g(H_o - \varepsilon a)} = \mu ab \sqrt{2g(H_o - h_c)}, \quad (2)$$

Для визначення коефіцієнта швидкості води є різні формули. Для подальшого аналізу ми використаємо формулу [3]:

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha_c + \Sigma \zeta}}. \quad (3)$$

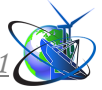
За дослідними даними [3] для затвора без водозливного порогу значення коефіцієнта швидкості знаходиться в межах $\varphi = 0,95 \dots 0,97$, а для затвора на порозі водозливу – $\varphi = 0,85 \dots 0,95$.

Дослідження для розрахунку коефіцієнти витрати для умов затопленого потоку на водозливних греблях практичного профілю представлені в публікації [4]. Наші дослідження стосуються не підтопленого потоку води через ВПП.

В публікації [5] водоскид з овальним гребенем досліджений в діапазоні, що перевищує проектний напір води. Висновком стало те, що збільшення коефіцієнта напору води в п'ять разів призводить до збільшення коефіцієнта витрати внаслідок зменшення тиску на гребень водозливу. При збільшенні напору води, коефіцієнт витрати знижується. Ми ж дослідили комплексні гідравлічні характеристики ВПП в режимі регулювання витoku води затворами.

В публікації [6] наведені різні фактори необхідні для проектування стандартних водоскидів форма яких відповідає нижній траєкторії потоку води з водозливу. Також наведені біографії основних учених, котрі працювали в цій сфері. В публікації [7] наведені різні методи які використовувались для гідравлічного моделювання ВПП (числові, лабораторні моделі, RANS – моделювання, LES, DES). Дана оцінка їх точності. Тематика наших досліджень відрізняється від вищенаведених [6, 7].

Кінетика потоку на паркових водозливах відрізняється від прийнятих



методик для водозливів на водогосподарських системах [8]. Теоретично обґрунтовано граничну довжину водозливу з широким порогом для розрахунків водозливів з широким порогом [9]. Розроблені рекомендації які надають точніші значення коефіцієнта витрати m для розрахунків водозливів з широким порогом [10]. Вплив відношення напору води до висоти порога водозливу на значення коефіцієнта m у розрахунках водозливів з широким порогом досліджено у науковій роботі [11]. У науковій праці [12] оцінено міцність та залишковий ресурс сегментних затворів, які перебувають в експлуатації 50 років. У роботі [13] розроблено методику розрахунку радіуса низової ділянки безвакуумного водозливу.

Аналіз вищенаведених наукових публікацій показав, що досліджень аналогічних нашої тематиці відсутні.

Дослідна система, методика та результати дослідження.

Характеристика системи. Водозливи практичного профілю з регулюючими затворами, поширені в системах технічного водопостачання теплових і атомних електростанцій для регулювання витрати води через водозливні греблі, ділянки каналів тощо. Вони забезпечують необхідні параметри водогосподарських систем і одночасно протічність водного об'єкту. Оснащуються такі споруди плоскими або сегментними затворами. Наші дослідження виконувались на лабораторній моделі (рисунок 1).

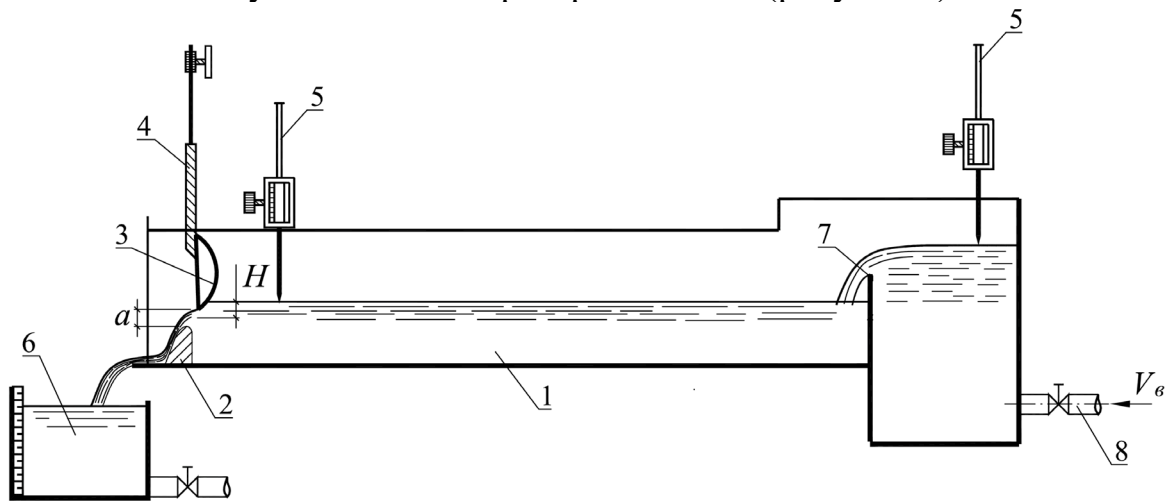


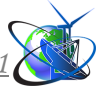
Рисунок 1 - Лабораторна модель водозливу практичного профілю:

1 – лоток; 2 – водозлив практичного профілю; 3 – сегментний затвор (знімний); 4 – плоский затвор; 5 – рівнемір-мікрометр; 6 – мірна ємність; 7 – мірний водозлив «тонка стінка»; 8 – труба подачі води.

Авторська розробка

Виконані окремі дослідження гідравлічних характеристик ВПП оснащеного плоским а потім сегментним затвором. Досліджено невідтоплене витікання води з-під затворів, що найхарактерніше для таких споруд. Проведено серії дослідів зі зміною висоти водопропускного отвору та зміною напорів води перед затворами.

В ході гідравлічних випробувань ВППЗ вимірювались:



- ✓ подача води на початку гідравлічного лотка за допомогою стандартизованого витратоміра – «тонка стінка»;
- ✓ витрата води через дослідний ВППЗ об'ємним способом;
- ✓ рівні води на мірному водозливні та перед дослідним ВППЗ, за допомогою мікрометрів-рівнемірів.

Результати досліджень гідравлічних характеристик ВППЗ

Кінетику потоку води у отворі затвора на порозі ВПП. За затвором на початку водозливної грані потік перебуває в умовах близьких до вільного падіння (рисунок 2). Це є особливістю порівняно з умовами витікання води через шлюзи-регулятори на каналах (без перепадів).

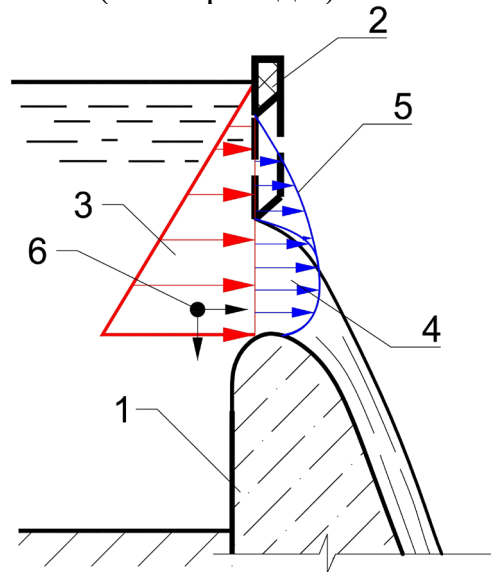


Рисунок 2 – Розрахункова схема водозливу практичного профілю:

- 1 – водозлив практичного профілю; 2 – затвор; 3 – еюра гідростатичного тиску; 4 – еюра швидкостей води при малому відкритті затвора; 5 – теж при більшому відкритті; 6 – напрямок дії гідростатичного тиску в створі перед випускним отвором.

Авторська розробка

В місці переливу через гребінь напрямок течії змінюється до низу, і кінетична енергія потоку збільшується внаслідок:

- відсутності гідростатичного тиску потоку води, що витікає глибиною h , в сторону верхнього б'єфа;
- нерозривності потоку та інерційного підсмоктування його.

Власне стиснений переріз потоку на водозливній грані може знаходитись на значній відстані від затвора. В нижній частині водозливної грані течія водозливного потоку – нестабільна з розривом суцільності потоку. Тому параметр «стисненої глибини» не може використовуватись для гідравлічних розрахунків таких споруд.

Швидкість і кінетична енергія потоку на водозливному порозі за затвором до стисненого перерізу його збільшується. А параметри течії залежать вже від величини перепаду, шорсткості поверхні та її профілю. Тому, на відміну від умов регулювання води в каналах, напір H перед ВППЗ (рисунок 2) не



витрачається на додання гідростатичного тиску потоку води безпосередньо за затвором глибиною h . З водозливного отвору низпадаючий потік витікає під дією сили $P_{кін}$, що дорівнює сумі кінетичного та гідростатичного $P_{гідр}$ тисків

$$P = P_{кін} + P_{гідр} = \frac{V^2}{2} \rho b a + \rho g H b a = \rho b a \left(\frac{V^2}{2} + H g \right). \quad (4)$$

Розрахунковий напір для ВППЗ при визначенні швидкості та витрати води. Ще важливим фактором для визначення витрати води Q при витіканні її з під затворів через ВПП є розрахунковий напір для визначення середньої швидкості V . Наприклад, для витоку води крізь малі отвори, напір H приймають від середини відкритого отвору [2]. Логічно, що напір води є різним для верху та низу потоку води, що витікає з під затвора. Тому для гідравлічного розрахунку водопропускних отворів даних споруд, а саме швидкості води, приймаємо середній напір

$$V = \varphi \sqrt{2g \left(\frac{H_1 + H_2}{2} \right)} = \varphi \sqrt{2g(H - 0,5a)}. \quad (5)$$

де H_1 , H_2 – напори води відповідно над верхом та низом потоку води у водовипускному отворі.

Витрату води через водопропускний отвір ВППЗ визначимо згідно формули:

$$Q = V \omega_{отв} = \varphi a b \sqrt{g(H_1 + H_2)} = \mu a b \sqrt{2g(H - 0,5a)}. \quad (6)$$

У даній формулі приймалося, що коефіцієнти витрати та швидкості рівні ($\mu = \varphi$).

Результати досліджень. На підставі дослідних величин пропускної здатності споруди, при різних величинах відкриття a затвора та напору H , води визначені відповідні: фактичні швидкості $V_{фак}$ води в створі затвора, розрахункові швидкості води $V_{роз}$, коефіцієнти μ витрати води для формули пропускної здатності.

Вибіркові характерні результати досліджених гідравлічних величин ВПП в режимі регулювання витоку води затворами наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати досліджень

№ п/п	a , см	Q , л/с	$H_{роз}$, см	$V_{фак}$, м/с	$V_{роз}$, м/с	φ , μ
регулювання витрати води плоским затвором						
1	1,90	2,11	1,95	4,44	6,11	0,73
2	1,90	3,60	7,55	8,50	12,09	0,70
3	1,90	5,28	12,55	12,35	15,69	0,78
4	3,70	5,00	6,35	7,88	11,10	0,74
5	2,50	4,56	6,00	8,48	10,94	0,78
6	1,22	2,78	8,80	8,11	10,84	0,75
7	2,70	5,50	6,90	9,05	11,63	0,78
8	1,50	3,00	6,45	8,48	11,25	0,75
9	2,75	2,58	5,60	7,40	10,48	0,71



регулювання витрати води сегментним затвором						
1	1,90	2,30	1,90	5,30	6,10	0,87
2	1,90	3,37	4,10	7,88	8,97	0,88
3	1,90	2,81	2,70	6,57	7,21	0,91
4	3,00	6,44	5,80	9,54	10,66	0,90
5	1,52	4,32	9,74	12,70	13,82	0,92
6	1,45	3,64	7,50	11,15	12,13	0,92
7	1,45	4,25	8,70	13,01	13,06	0,96

Авторська розробка

На підставі обробки дослідних даних побудовані графіки залежності коефіцієнтів витрати μ ВПП від відношення a/H при регулюванні витрати води затворами (рисунк 3).

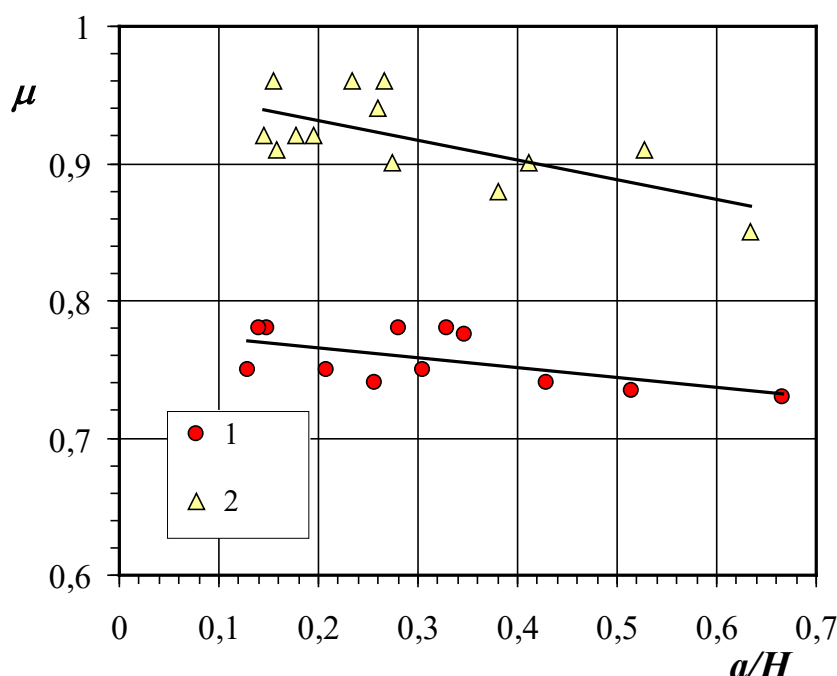
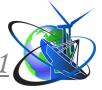


Рисунок 3 - Графіки залежності коефіцієнтів витрати ВПП $\mu = f(a/H)$ при регулюванні витрати води затворами: 1 – плоским; 2 – сегментним.

Авторська розробка

Аналіз фізичної суті коефіцієнтів μ та ϕ . В цілому коефіцієнт витрати води для водозливів (m) або для витоку води з під затворів – μ виконує коригування величини середньої швидкості води, визначеної як $V = \sqrt{2gH}$ у формулі пропускної здатності споруди або затвора. Кореляційними коефіцієнтами ϕ та μ є через невідоме значення напору води для середньої швидкості по глибині потоку. Для чого необхідно мати точну епюру швидкості потоку води. Без введення такого коефіцієнта ($m = 0,30 - 0,50$) формула для визначення $Q = f(H, b)$ не давали б достатньої точності гідравлічних розрахунків водозливів.

Відтак формула пропускної здатності затвора водоскиду (2) яка враховує



величину стисненої глибини $h_c = \varepsilon a$ дає збільшення швидкості води і водночас необхідності нижчого коефіцієнта μ . Вказана формула (2), моделює гідравлічні умови регулювання води в каналах.

Для непідтоплених ВПП величина h_c може знаходитись по водозливній поверхні на значній відстані від отвору. Тому перед затвором напір H не зменшується на величину гідростатичного тиску потоку глибиною h_c або a . Отже в гідравлічній моделі ВПП немає тісного взаємозв'язку H_o і h_c . Тому використання значення a замість h_c є логічним. Звичайно, що на значення коефіцієнта витрати таких ВППЗ має значення форма водозливної грані. Тому необхідно мати уточнене значення μ , яке враховує як форму водозливного порогу так і форму затвора.

Складова втрат напору $\sum \zeta$ у формулі (3), згідно з рівнянням Бернуллі, відноситься та впливає на показники течії потоку на низовій грані водозливної споруди. Тобто $\sum \zeta$ не впливає на характеристики витрати Q V затвора. Отже залишається у формулі (3) для визначення ϕ лише значення коефіцієнта кінетичної енергії α . Остання величина збільшується зі збільшенням висоти водозливного отвору. Відтак зменшується ϕ згідно формули (2) та результатів досліджень.

Для порівняння наведемо факт, що в насадках з плавним умовам витікання води коефіцієнти швидкості та витрати однакові і в середньому становлять $\mu = \phi = 0,82-0,99$. За дослідними даними при регулюванні витікання води через ВПП з плоским затвором коефіцієнт швидкості знаходився в межах $\phi = 0,72-0,78$, а з сегментним – $\phi = 0,85-0,95$.

Висновки

Було запропоновано формулу для розрахунку пропускної здатності не підтопленого водозливу практичного профілю в режимі регулювання затворами. Формула не залежить від стисненої глибини або коефіцієнта вертикального стиснення потоку.

Було встановлено, що коефіцієнт витрати води μ для водозливів практичного профілю з сегментним затвором вищий на 8–12% ніж при використанні плоского затвора.

Було виконано аналіз кінетики потоку для водозливів практичного профілю зі з'ясуванням складових гідродинамічного тиску. Викладено аргумент, що коефіцієнт швидкості ϕ у формулах пропускної здатності гідротехнічних споруд, виконує коригування величини повного напору – до розрахункового для середньої швидкості води.

Література:

1. Рогалевич Ю.П. Гідравліка: – К. : Вища школа, 2010. – 431 с.
2. Константинов Ю.М., Гіжа О.О. Інженерна гідравліка: Підручник для вузів – К.: Слово, 2006. – 432 с.
3. Штеренлихт Д. В. Гидравлика: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 640 с.
4. Chanson H., James D.P. Historical development of arch dams from cut-stone arches to modern concrete designs. Australian Civil Engineering Transactions,



2001, Vol. 43, pp. 39-56. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4410-6_45

5. Sobeih M. F., Helal E. Y., Nassralla T. H., Abdelaziz A. A. Skour depth downstream weir with openings. International Journal for Computational Civil and Struktural Engineering. 2012, vol. 3, no. 1, pp. 259-270.

DOI:10.6088/ijcser.201203013025

6. Mohammadzaden-Habili J., Heidarpour M., Afzalimehr H. Hydraulic characteristics of a new weir entitled of quarter-circular crested weir. Flow Measurement and Instrumentation. 2013, vol.33, pp.168-178.

<https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2013.07.002>

7. Clemmens A. J., Tony L. Wahl, Bos M.G., John Ropgle. Water measurement flumes and weirs, 2001, 28 p.

8. Рязанцев О. І. Використання водозливів з широким порогом у водних об'єктах ландшафтної архітектури. Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА, 2019. №3. с. 122-126.

9. Теоретическое обоснование границ применимости формул для коэффициентов расхода водослива с широким порогом. Давыдов В.Д., Минаев А.Н., Овчинников М.М.// Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2012, 198. с. 131-138.

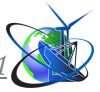
10.Повышение точности определения расходов на гидросооружениях, работающих по схеме водослива с широким порогом / В. Д. Давыдов // Известия вузов. Лесной журнал. - 2016. - № 2. - с. 141-150.

11. Zhuk Volodymyr, Matlai Ivan, Popadiuk Ihor, Vovk Lesya. Discharge coefficient of broad-crested weirs as function of tl weir length and height for weirs with large width to head ratios. International Ctienct Grup. Theoretical and Scientific Foundations of Engineering. Monograph. Boston (USA) – 2020. pp. 96-100. <https://doi.org/10.23939/jtbp2020.02.063>

12. Опыт эксплуатации сегментного затвора каскада Виллойских ГЭС. М.Н. Белошейкина // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. 2018. Т.287. с.33-37.

13.Соловьев А. А., Соловьев Д. А., Шилова Л. А. Радиус сопряжения поверхности водослива практического профиля с водобоем. Весник МГСУ «Гидравлика. Инженерная гидрология. Гидротехническое строительство». Том 13. Выпуск 7. 2018. с. 885-891.

Abstract. The paper presents the results of research of the hydraulic characteristics of the ogge-crested weir, operating in the mode of regulating water outflow by regulating gates. The main purpose of the research was to improve the methods of hydraulic calculation of spillways of ogge-crested weir with an outflow regulating gates. Such hydraulic structures are used as discharge or regulating structures, in particular, in reservoirs of technical water supply systems of thermal and nuclear power plants. They are not flooded from the downstream side and usually work as drops structures. The main task of the research is to obtain a calculation formula for this type of weir without the component "compressed depth", which is quite atypical and to determine the complex value of the discharge coefficient μ of the ogge-crested weir. The analysis of the kinetics of water flow in the area of its outflow from under the gate is carried out. The compressed depth of the flow on the spillway surface of the ogge-crested weir, arranged along its falling trajectory, is remote from the gate opening. Therefore, this parameter cannot be used for hydraulic calculations of the ogge-crested weir with regulating gates. It is hypothesized that the velocity coefficient ϕ , in the corresponding calculation formulas of spillways structures, provides a relationship between the



total water pressure head in front of the spillway and the calculated pressure head. The experimental values of hydraulic calculations of ogge-crested weir with regulating gates without the use of the vertical compression coefficient are determined. Their numerical values take into account local pressure head losses and the effect on the average water flow rate of both the shape of the weir and the type of gate. For comparison, hydraulic studies of a weir equipped with flat and segmental gates were carried out. It is established that when regulating water outflow through the ogge-crested weir it is advisable to use a flat shutter at discharge coefficient values of $\mu = 0.72-0.78$, and segmental – at $\mu = 0.85-0.95$.

Key words: ogge-crested weir; regulating gates; capacity; velocity coefficient; discharge coefficient.

Стаття відправлена: 06.10.2021 р.

© Босак М.П.



Expert-Peer Review Board of the journal Экспертно-рецензионный Совет журнала

Abdulveleva Rauza Rashitovna, Orenburg State University, Russia
Antoshkina Elizaveta Grigorevna, South Ural State University, Russia
Artyuhina Marina Vladimirovna, Slavic State Pedagogical University, Ukraine
Afinskaya Zoya Nikolaevna, Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Russia
Bashlaj Sergej Viktorovich, Ukrainian Academy of Banking, Ukraine
Belous Tatyana Mihajlovna, Bukovinian State Medical Academy, Ukraine
Bondarenko Yuliya Sergeevna, PSU named after T.G. Shevcheckko Department of Psychology, Ukraine
Butyrskij Aleksandr Gennadevich, Medical Academy named after S.I. Georgievsky, Russia
Vasilishin Vitalij Yaroslavovich, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
Vojcehovskij Vladimir Ivanovich, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
Gavrilova Irina Viktorovna, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Russia
Ginis Larisa Aleksandrovna, South Federal University, Russia
Gutova Svetlana Georgievna, Nizhnevartovsk State University, Russia
Ivanova Svetlana Yurevna, Kemerovo State University, Russia
Ivlev Anton Vasilevich, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Russia
Idrisova Zemfira Nazipovna, Ufa State Aviation Technical University, Russia
Iliev Veselin, Bulgaria
Kirillova Tatyana Klimentevna, Irkutsk State Transport University, Russia
Kovalenko Tatyana Antolevna, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Russia
Kotova Svetlana Sergeevna, Russian State Vocational Pedagogical University, Russia
Krestyanpol Lyubov Yurevna, Lutsk State Technical University, Ukraine
Kuhtenko Galina Pavlovna, National University of Pharmacy of Ukraine, Ukraine
Lobacheva Olga Leonidovna, Mining University, Russia
Lyashenko Dmitrij Alekseevich, National Transport University, Ukraine
Makarenko Andrej Viktorovich, Donbass State Pedagogical University, Ukraine
Melnikov Aleksandr Yurevich, Donbass State Engineering Academy, Ukraine
Moroz Lyudmila Ivanovna, "National University" "Lviv Polytechnic" "", Ukraine
Muzylyov Dmitrij Aleksandrovich, Kharkov National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko, Ukraine
Nadopta Tatyana Anatolievna, Khmelnytsky National University, Ukraine
Napalkov Sergej Vasilevich, Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky, Russia
Nikulina Evgeniya Viktorovna, Belgorod State National Research University, Russia
Orlova Anna Viktorovna, Belgorod State National Research University, Russia
Osipov Viktor Avenirovich, Tyumen State University, Russia
Privalov Evgenij Evgrafovich, Stavropol State Agrarian University, Russia
Pyzhyanova Nataliya Vladimirovna, Ukraine
Segin Lyubomir Vasilovich, Slavic State Pedagogical University, Ukraine
Sergienko Aleksandr Alekseevich, Lviv National Medical University named after Daniil of Galitsky, Ukraine
Sochinskaya-Sibirceva Irina Nikolaevna, Kirovograd State Technical University, Ukraine
Sysoeva Vera Aleksandrovna, Belarusian National Technical University, Belarus
Tleuov Ashat Halilovich, Kazakh Agro Technical University, Kazakhstan
Tolbatov Volodimir Aronovich, Sumy State University, Ukraine
Tolbatov Sergij Volodimirovich, Sumy National Agrarian University, Ukraine
Hodzhaeva Gyulnaz Kazym kyzy, Russia
Chigirinskij Yulij Lvovich, Volgograd State Technical University, Russia
Shehmirzova Andzhela Muharbievna, Adygea State University, Russia
Shpinkovskij Aleksandr Anatolevich, Odessa National Polytechnic University, Ukraine

**CONTENTS/СОДЕРЖАНИЕ****Mechanical engineering and machinery****Машиностроение и машиноведение**

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-002> 6

ESTIMATION OF COSMIC RADIATION ON FREE SPACE OPTICAL
COMMUNICATION LINES

Nazarii Blazhennyi

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-021> 11

DEPTH OF INSERTION OF THE CUTTING PART OF ABRASIVE GRAIN
IN SUPERHARD CERAMICS DURING VIBRO-MAGNET-ABRASIVE
TREATMENT

*ГЛИБИНА ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ АБРАЗИВНОГО ЗЕРНА У
НАДТВЕРДУ КЕРАМІКУ ПРИ ВІБРО-МАГНІТО-АБРАЗИВНОМУ ОБРОБЛЕННІ*

Burlakov V.I./Бурлаков В. І.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-029> 16

ABOUT INCREASING THE LIFE OF THE SUPPORTING UNITS OF
THE DRUM FURNACES

Shvachko D.G., Shcherbyna V. Yu., Borshchik S.A., Li Diao

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-034> 25

SOME QUESTIONS OF THE PROBLEM OF PROFILING THE WHEELS
OF DIAGONAL TURBINE

*ДЕЯКІ ПИТАННЯ ЗАДАЧИ ПРОФІЛЮВАННЯ ЛОПАТОК РОБОЧИХ КОЛІС
ДІАГОНАЛЬНИХ ТУРБІН*

Kisietov J. V. / Кісетов Ю.В., Kuklina O. J. / Кукліна О. Ю.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-038> 32

ROSTERING OF THE FORMING CHANNEL OF THE DISPENSER-LIQUID
DISPENSER

РОЗРАХУНОК ФОРМУЮЧОГО КАНАЛУ ДОЗАТОРА-ЖИВИЛЬНИКА РОЗЧИНУ

Andreiev Igor / Андреев І.А., Pinchuk Andrii / Пінчук А.Є., Polishchuk Denys/ Поліщук Д.М.

Electrical engineering. Electronics. Nuclear engineering**Энергетика**

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-047> 36

SOFTWARE-BASED IMPROVEMENTS OF THE DRILLING CONTROL
AND MANAGEMENT SYSTEM

*ПОКРАЩЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ І УПРАВЛІННЯ БУРІННЯ
ЗАСОБАМИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ*

Kropyvnytska V.B. / Кропивницька В.Б., Mahas D.M. / Магас Д.М.

**Mining engineering. Metallurgy****Металлургия и материаловедение**<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-085>

42

**FEATURES OF TECHNOLOGY PROCESSING OF ALUMINA
PRODUCTION CERTAIN STAGES FROM GUINEA BAUXITES***ОСОБЛИВОСТІ ВІДПРАЦЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОКРЕМИХ СТАДІЙ
ВИРОБНИЦТВА ГЛИНОЗЕМУ З ГВІНЕЙСЬКИХ БОКСИТІВ**Nesterenko T.M. / Нестеренко Т.М., Nesterenko O.M. / Нестеренко О.М.**Lychko D.M. / Личко Д.М., Ahafonov O.A. / Агафонов О.А.,**Lotoshnykov O.O. / Лотошников О.О.***Animal products. Cereals and grain. Milling industry****Технология продовольственных продуктов**<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-026>

49

**MODERN ASPECTS OF HEALTHY EATING AND STATE REGULATION
OF COMPLIANCE WITH FOOD SAFETY AND QUALITY REQUIREMENTS***СУЧАСНІ АСПЕКТИ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ ТА ДЕРЖАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ
ДОТРИМАННЯ ВИМОГ ЩОДО БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**Prylipko T.M. / Приліпко Т.М., Kostash V.B. / Косташи В.Б., Fedoriv V.M. / Федорів В.М.*<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-036>

59

**OPTIMIZATION OF RAW MATERIAL PROCESSING SCHEDULE
IN THE FOOD INDUSTRY***ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАФИКА ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ В ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**Balandin D.V. / Баландин Д.В., Kuzenkov O.A. / Кузенков О.А.*<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-043>

67

**INFLUENCE OF COPPER ON PIGMENTATION AND WOOL PROTEIN
SYNTHESIS IN SHEEP***ВПЛИВ МІДІ НА ПІГМЕНТАЦІЮ ТА СИНТЕЗ БІЛКА ШЕРСТІ В ОВЕЦЬ**Koval T.V. / Коваль Т.В., Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.*<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-051>

73

METABOLISM IN CATTLE WITH DIGESTIVE DISORDERS*ОБМІН РЕЧОВИН У ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ПРИ ПОРУШЕННІ ТРАВЛЕННЯ**Prylipko T.M. / Приліпко Т.М., Koval T.V. / Коваль Т.В., Kostash V. B. / Косташи В.Б.*<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-058>

78

**NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS AS A FACTOR OF UTILITY
OF BAKERY PRODUCTS***НЕТРАДИЦІЙНА СИРОВИНА ЯК ЧИННИК КОРИСНОСТІ ХЛІБОБУЛОЧНИХ
ВИРОБІВ**Pavlish L.O. / Павліш Л.О., Froliak M.V. / Фроляк М.В.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-067>

84

POSSIBILITY OF USING STEVIA FOR PREPARATION OF QUALITY AND BIOLOGICALLY VALUABLE COMPOTATES OF LOW CALORIES**МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТЕВІЇ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ЯКІСНИХ ТА БІОЛОГІЧНО ЦІННИХ КОМПОТІВ ЗНИЖЕНОЇ КАЛОРІЙНОСТІ***Voitsekhivskiy V. / Войцехівський В., Petrovchenko M. / Петровченко М.**Gunko T. / Гунько Т., Lutsikova V. / Луцькова В., Konakh V. / Конах В.**Muliarchuk O. / Мулярчук О., Yushkevich M. / Юшкевич М.**Plchenko Ya. / Льченко Я., Klymchuk I. / Климчук І., Vlasenko T. / Власенко Т.***Textile industries****Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности**<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-049>

89

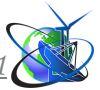
OPTIMAL SIZE RATIO OF A PASSE-PARTOUT AND A WATERCOLOR**ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПАСПОРТУ И АКВАРЕЛИ***Altunina A./Алтунина А., Matvieieva T.V./Матвеева Т.В., Chursanova M.V./Чуранова М.В.***Building construction****Строительство и архитектура**<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-048>

95

FEATURES OF FORMATION OF LIVING SPACE OF MANOR TYPE**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЖИТЛОВОГО ПРОСТОРУ САДІБНОГО ТИПУ***Bulgakova T.V. / Булгакова Т.В., Truten V.A. / Трутень В.А.*<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit17-01-053>

100

HYDRAULICS OF AN OGGE-CRESTED WEIR WITH AN OUTFLOW REGULATING GATE**ГІДРАВЛІКА ВОДОЗЛИВУ ПРАКТИЧНОГО ПРОФІЛЮ З РЕГУЛЮЮЧИМ ЗАТВОРОМ***Bosak M.P. / Босак М.П., Matlai I.I. / Матлай І.І.**Hvozdetzkyi O.G. / Гвоздецький О.Г., Vashchyshyn M.I. / Ващишин М.І.*



International periodic scientific journal

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Indexed in
INDEX COPERNICUS
high impact factor (ICV: 98.95)

Issue №17

Part 1

October 2021

Development of the original layout - Sergeieva&Co
Articles published in the author's edition

Signed: October 30, 2021

Sergeieva&Co
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe
e-mail: editor@moderntechno.de
site: www.moderntechno.de



With the support of International research
project SWorld
www.sworld.education





www.moderntechno.de

e-mail: editor@moderntechno.de