



ISSUE №9

Part №1



International periodic scientific journal

—*ONLINE*

www.moderntechno.de

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 84.35)

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Issue №9
Part 1
October 2019

Published by:
Sergeieva&Co
Karlsruhe, Germany

Editor: candidate of technical sciences Kuprienko Sergey

Editorial board: More than 160 doctors of science. Full list on pages 4

UDC 08
LBC 94
DOI: 10.30890/2567-5273.2019-09-01

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

The publisher is not responsible for the validity of the information or for any outcomes resulting from reliance thereon.

Copyright
© Authors, 2019



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

- Bukharina Irina Leonidovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Grebneva Nadezhda Nikolayevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Gritsenko Svetlana Anatol'yevna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Russia
 Kalenik Tat'yana Kuz'minichna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Knyazeva Ol'ga Aleksandrovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Russia
 Kukhar Yelena Vladimirovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Kazakhstan
 Moiseykina Lyudmila Guchayevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Nefed'yeva Yelena Eduardovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Russia
 Sentyabrev Nikolay Nikolayevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Starodubtsev Vladimir Mikhaylovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Ukraine
 Testov Boris Viktorovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Tungushbayeva Zina Baybagusovna, Doctor of Biological Sciences, , Kazakhstan
 Fateyeva Nadezhda Mikhaylovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
 Akhmediyev Gabdulakhat Malikovich, Doctor of Veterinary Science, Professor, Russia
 Shevchenko Larisa Vasil'yevna, Doctor of Veterinary Science, Professor, Ukraine
 Animitsa Yevgeniy Georgiyevich, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Russia
 Sukhova Mariya Gennad'yevna, Doctor of Geographical Sciences, assistant professor, Russia
 Irzhi Khakhula, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Czech Republic
 Fedorishin Dmitro Dmitrovich, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Ukraine
 Kokebayeva Gul'zhaukhar Kakenovna, Doctor of Historical Sciences, Professor, Kazakhstan
 Otepova Gul'fira Yelubayevna, Doctor of Historical Sciences, Professor, Kazakhstan
 Trigub Petr Nikitovich, Doctor of Historical Sciences, Professor, Ukraine
 Elezovich M Dalibor, Doctor of Historical Sciences, assistant professor, Serbia
 Vizir Vadim Anatol'yevich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukraine
 Fedyanina Lyudmila Nikolayevna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Russia
 Orlov Nikolay Mikhaylovich, Doctor of Science in Public Administration, assistant professor, Ukraine
 Velichko Stepan Petrovich, doctor of pedagogical sciences, Professor, Ukraine
 Gavrilenko Nataliya Nikolayevna, doctor of pedagogical sciences, assistant professor, Russia
 Gilev Gennadiy Andreyevich, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Dorofeyev Andrey Viktorovich, doctor of pedagogical sciences, assistant professor, Russia
 Karpova Nataliya Konstantinovna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Mishenina Tat'yana Mikhaylovna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Ukraine
 Nikolayeva Alla Dmitriyevna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Rastrygina Alla Nikolayevna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Ukraine
 Sidorovich Marina Mikhaylovna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Ukraine
 Smirnov Yevgeniy Ivanovich, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Fatykhova Alevtina Leont'yevna, doctor of pedagogical sciences, assistant professor, Russia
 Fedotova Galina Aleksandrovna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Khodakova Nina Pavlovna, doctor of pedagogical sciences, assistant professor, Russia
 Chigirinskaya Natal'ya Vyacheslavovna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Churekova Tat'yana Mikhaylovna, doctor of pedagogical sciences, Professor, Russia
 Latygina Natal'ya Anatol'yevna, Doctor of Political Sciences, Professor, Ukraine
 Sirota Naum Mikhaylovich, Doctor of Political Sciences, Professor, Russia
 Khrebina Svetlana Vladimirovna, Doctor of Psychology, Professor, Russia
 Vozhegova Raisa Anatol'yevna, doctor of agricultural sciences, Professor, Ukraine
 Denisov Sergey Aleksandrovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Russia
 Zhovtonog Ol'ga Igorevna, doctor of agricultural sciences, , Ukraine
 Kostenko Vasilii Ivanovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Ukraine
 Kotlyarov Vladimir Vladislavovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Russia
 Morozov Aleksey Vladimirovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Ukraine
 Patyka Nikolay Vladimirovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Ukraine
 Rebezov Maksim Borisovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Russia
 Tarariko Yuriy Aleksandrovich, doctor of agricultural sciences, Professor, Ukraine
 Mal'tseva Anna Vasil'yevna, Doctor of Sociology, assistant professor, Russia
 Stegny Vasilii Nikolayevich, Doctor of Sociology, Professor, Russia
 Tarasenko Larisa Viktorovna, Doctor of Sociology, Professor, Russia
 Averbchenkov Vladimir Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Antonov Valeriy Nikolayevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Bykov Yuriy Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Goncharuk Sergey Mironovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Zakharov Oleg Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Kalayda Vladimir Timofeyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Kapitanov Vasilii Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Kirillova Yelena Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Ukraine
 Kovalenko Petr Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Kopey Bogdan Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Kosenko Nadezhda Fedorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Russia
 Kruglov Valeriy Mikhaylovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Kuderin Marat Krykbaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakhstan
 Lebedev Anatoliy Timofeyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Lomoto Denis Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Makarova Irina Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Morozova Tat'yana Yur'yevna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Pavlenko Anatoliy Mikhaylovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Parunakyan Vaagn Emil'yevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Pachurin German Vasil'yevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Pershin Vladimir Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Piganov Mikhail Nikolayevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Polyakov Andrey Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Popov Viktor Sergeyevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Rokochinskiy Anatoliy Nikolayevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Romashchenko Mikhail Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Sementsov Georgiy Nikiforovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Sukhenko Yuriy Grigor'yevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Ustenko Sergey Anatol'yevich, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Ukraine
 Khabibullin Rifat Gabdulkhakovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
 Chervonny Ivan Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Shayko-Shaykovskiy Aleksandr Gennad'yevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Shibayev Aleksandr Grigor'yevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Shcherban' Igor' Vasil'yevich, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Russia
 Bushuyeva Inna Vladimirovna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Ukraine
 Volokh Dmitriy Stepanovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Ukraine
 Georgiyevskiy Gennadiy Viktorovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Senior Researcher, Ukraine
 Gudzenko Aleksandr Pavlovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Ukraine
 Tikhonov Aleksandr Ivanovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Ukraine
 Shapovalov Valeriy Vladimirovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Ukraine
 Shapovalova Viktoriya Alekseyevna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Ukraine
 Blatov Igor' Anatol'yevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Russia
 Kondratov Dmitriy Vyacheslavovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, assistant professor, Russia
 Lya'l'kina Galina Borisovna, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Russia
 Malakhov A V , Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Ukraine
 Vorozhbitova Aleksandra Anatol'yevna, doctor of philology, Professor, Russia
 Lytkina Larisa Vladimirovna, doctor of philology, assistant professor, Russia
 Popova Taisiya Georgiyevna, doctor of philology, Professor, Russia
 Kovalenko Yelena Mikhaylovna, doctor of philosophical science, Professor, Russia
 Lipich Tamara Ivanovna, doctor of philosophical science, assistant professor, Russia
 Maydanyuk Irina Zinoviyevna, doctor of philosophical science, assistant professor, Ukraine
 Svetlov Viktor Aleksandrovich, doctor of philosophical science, Professor, Russia
 Stovpets A V , doctor of philosophical science, assistant professor, Ukraine
 Antraptseva Nadezhda Mikhaylovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Ukraine
 Bazheva Rima Chamalovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Russia
 Grizodub Aleksandr Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Ukraine
 Yermagambet Bolat Toleukhanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Kazakhstan
 Maksin Viktor Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Ukraine
 Angelova Polya Georgiyevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Bulgaria
 Bezdenezhnykh Tat'yana Ivanovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Russia
 Burda Aleksey Grigor'yevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Russia
 Granovskaya Lyudmila Nikolayevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Ukraine
 Dorokhina Yelena Yur'yevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Russia
 Klimova Natal'ya Vladimirovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Russia
 Kochinev Yuriy Yur'yevich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Russia
 Kurmayev Petr Yur'yevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Ukraine
 Lapkina Inna Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Ukraine
 Mel'nik Alona Alekseyevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Ukraine
 Milyayeva Larisa Grigor'yevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Russia
 Pakhomova Yelena Anatol'yevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Russia
 Reznikov Andrey Valentinovich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Russia
 Savelyeva Nelli Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Russia
 Sokolova Nadezhda Gennad'yevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Russia
 Strel'tsova Yelena Dmitriyevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Russia
 Batyrgareyeva Vladislava Stanislavovna, doctor of law, , Ukraine
 Get'man Anatoliy Pavlovich, doctor of law, Professor, Ukraine
 Kafarskiy Vladimir Ivanovich, doctor of law, Professor, Ukraine
 Kirichenko Aleksandr Anatol'yevich, doctor of law, Professor, Ukraine
 Stepenko Valeriy Yefremovich, doctor of law, assistant professor, Russia
 Tonkov Yevgeniy Yevgen'yevich, doctor of law, Professor, Russia
 Shepir'ko Valeriy Yur'yevich, doctor of law, Professor, Ukraine
 Shishka Roman Bogdanovich, doctor of law, Professor, Ukraine
 Yarovenko Vasilii Vasil'yevich, doctor of law, Professor, Russia
 Kantarovich YU L , Ph D in History of Arts, , Ukraine
 Volgireva Galina Pavlovna, Candidate of Historical Sciences, assistant professor, Russia
 Tokareva Natal'ya Gennad'yevna, Candidate of Medical Sciences, assistant professor, Russia
 Demidova V G , Candidate of Pedagogical Sciences, assistant professor, Ukraine
 Mogilevskaya I M , Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Ukraine
 Lebedeva Larisa Aleksandrovna, Candidate of Psychological Sciences, assistant professor, Russia
 Yatsenko Olexsandr Volodymyrovych, Candidate of Technical Sciences, Professor, Ukraine
 Shapovalov Valentin Valer'yevich, Candidate of Pharmaceutical Sciences, assistant professor, Ukraine
 Stovpets V G , Candidate of Philology, assistant professor, Ukraine
 Ruslan Zubkov, Doctor of Economics, Associate Professor, Ukraine
 Tolbatov Andrey Vladimirovich, candidate of technical sciences, associate professor, Ukraine
 Sharagov Vasily Andreevich, Doctor of Chemistry, Associate Professor, Moldova



L'ACTION RECIPROQUE DES CORPS CONTOURNES AVEC LE FLUX ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ З ПОТОКОМ ПРИ ЇХ ОБТІКАННІ

Shandyba A.B. / Шандиба О.Б.

Ph.D., assistant prof. / к.т.н., доцент

Sumy National Agrarian University, Sumy, Kondrat'ev St. 160, 40021

Abstract. The conical contraction is the most widespread unit of many technical systems. For the inside problem of Hydrodynamics it is the noticeable sample of power interaction between flow and streamlining surface. In this consideration we shall be limited by the developed turbulence regime that allows to examine the influence of contraction geometry on pressure distribution, energy losses and drag resistance. The paper presents the calculation model for hydraulic resistance of bodies in water flow. Experimental verification is made for the axially symmetric cases. A satisfactory agreement is obtained to confirm the influence of the local attack angle and current cross-sectional area of flow contraction.

Key words: conical contraction, inside problem of hydrodynamics, power interaction, contraction geometry, energy losses, drag resistance, local attack angle, ring contraction, external problem of hydrodynamics, streamlining pontoon.

INTRODUCTION. Le probleme de l'action reciproque des corps contournes avec le flux est d'un probleme d'actualite de la technique moderne. On distingue le probleme exterieur et le probleme interieur de telle liaison. Avec cela on peut noter que le calcul des parameters hydrauliques du flux a l'interieur des murs restrictifs avec la connue section transversale est plus argumente et resolu plus facile [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18].

D'autre part, le probleme exterieur de l'hydrodynamique est traditionnellement resolu par les methodes des fonctions analytiques, de la theorie des masses attaches et de la theorie d'une couche frontiere. Les resolutions theoriques de telle sorte dans les limites de la methode continuum de Euler liees avec les considerables difficultes mathematiques et les restrictions physiques a l'emploi dans les conditions hydrodynamiques en realite. Donc, la distribution des caracteristiques de cinematique du flux autour des corps contournes est ecrit par des methodes d'Euler et de Lagrange. Le plus repandre methode d'Euler decrit le champ des vitesses comme le continuum et est fonde sur la conception de la vitesse locale.

Au contraire, la methode de Lagrange considere le flux plus naturellement, plus individuellement en distinguant chaque parcelle du flux. Cependant, dans l'inconnues des trajectoires du mouvement des parcelles de Lagrange cette methode n'a pas de la preference. D'autre part, il existe le serie des problemes du genie où ces trajectoires sont definee a priori, donc il n'y a besoin decrire en detail la totalite des caracteristiques hydrodynamiques. Par exemple, dans le calcul de l'action reciproque des corps avec le flux il est necessaire de trouver la distribution de la pression seulement sur la surface contourne que permette les plus simples solutions par la determination des trajectoires des courants frontieres. L'application de la loi de conservation de l'impulsion et le modele des courants frontieres dans le contournement des corps donne la possibilite du calcul des coefficients de la resistance frontale et la portance pour des differentes degres de la contraction.

Par exemple, le changement de la portance du profil segmentaire mince dans le



flux a points fixes de la division et de la reunion du flux se passe sans changement de l'intensite du tourbillon adjoint, parce que dans ce cas il y aurait le rapprochement des points de la division et de la reunion du flux. Les autres resultats parlent de la contradiction de la theorie de tourbillon adjoint au phenomene physique reel. L'introduction de la force tirant qui se dirige contre le courant est surtout en contradiction avec le phenomene physique. L'augmentation theorique de la pression sur la surface frontale au probleme exterieur ne se realise pas dans le probleme interieur. Cela est contraire au phenomene physique et a l'analogie entre ces problemes. A ce temps-ci meme la distribution de la pression sur la surface du cylindre classique placee en travers du flux 2D peut etre recu sans l'emploi des fonctions analytiques. On remarque que W. Thomson (Kelvin) et W. Lamb indiquoient encore aux limites de l'application du modele du liquide ideal dans les calculs de la resistance hydrodynamique [2, 5]. Mais le developpement de la theorie des fonctions analytiques dans la resolution du probleme exterieur de l'hydrodynamique pendant 100 ans entierement a elimine d'autres points de vue (la theorie mecanique de Newton etc.). Cependant, il est bien evident que la pression excessive du flux reel relativement du flux ideal est fonction $\sin^2 \alpha$ d'un angle d'attaque et est confirme experimentalement pour les plates dans le courant separe aux grands angles d'attaque. Par exemple, l'augmentation de la portance du cerf-volant est observe jusqu'au angle d'attaque tout pres 54° . Cela est conforme au maximum de la fonction $\sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha$. La naissance de la portance du profil asymetrique aux petits angles d'attaque s'explique par la contraction du flux qui est plus grand sur le dos convexe du profil. Aux moyens angles d'attaque la portance est determine par les deux facteurs. Si nous admettons que le tourbillon adjoint est implantee en conformite de la theorie de liquide parfait pour la naissance de la portance nous trouverons que cette theorie ignore la contraction evidente inegale du flux au-dessus du profil et au-dessous du profil. Au examen de la distribution des vitesses et des pressions sur la surface frontale on peut noter que le degre de la compression est la valeur different pour le bas et le dos du profil dans la meme section transversale. Alors, les vitesses des courants frontieres sur le dos du profil sont plus grands. Cependant, ce n'est pas de la preuve pour le tourbillon ajoint de Joukowski autour du profil. Aussi c'est bien probable que la diffusion de l'effet de Magnus au profil asymetrique qui ne tourne pas n'est pas correcte. Les donnees hydrauliques en premier lieu Daily, Harleman, Idelchik ne prouvent pas l'origine de tourbillon de l'action reciproque du corps et du flux. [1], [11], [15], [16], [17], [18].

Donc, pour les recherches des solutions effectives dans le probleme exterieur il faut reconnaitre le droit a l'existence des approches hydrauliques. A present on ne peut changer l'opinion dominante sur les raisons principales de l'origine de la portance du profil asymetrique que par les experiences hydrauliques et aerodynamiques selon la methode de Lagrange.

1. Le problème interieur. L'action du flux du liquide visqueux incompressible sur les corps est accompagnee des pertes de l'energie. Cependant, la fixation pratique de la resistance hydrodynamique meme pour les plus simples corps geometriques est liee avec une serie des difficultes de principe. Il y a des restrictions pour les decisions obtenues dans le modele du liquide ideal. On examine la contraction comme le plus



typique élément de l'action réciproque des corps contournés avec le flux (fig.1). La distribution de la pression sur la surface frontale dépend d'un angle d'attaque, de la rugosité de la surface, du nombre de Reynolds et du degré de la contraction $\varepsilon = S_0 / S$ où S_0 est la section maximale, S = section courante.

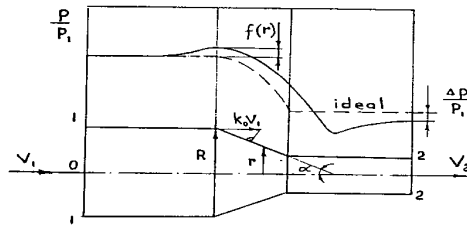


Fig.1. La distribution de la pression sur la surface frontale [1, 11]

Avec cela l'agrandissement d'un angle de l'ouverture (d'attaque) est accompagnée de l'agrandissement relatif du composant d'inertie et de la diminution du composant du frottement. Dans ce travail nous nous restreindrons de la recherche de l'influence de la forme géométrique en négligeant du frottement à des angles d'attaque assez grands.

On a été présenté plus tôt [1,9] que la pression excessive du flux réel relativement du flux idéal sur la surface frontale est en conformité de la formule:

$$\Delta p S_1 = 2\pi \int_r^R f(r) r dr \quad (1)$$

où Δp = composant d'inertie des pertes de la pression, $S_1 = \pi r^2$ section minime de la contraction, $f(r)$ = fonction de la pression excessive du flux réel relativement du flux idéal, r, R = rayons de la contraction. Les données expérimentales affirment de la pression excessive non seulement pour la contraction mais pour la superficie frontale des corps hydrodynamiques de la forme volontaire aussi [1, 2, 11]. En effet, si telle pression excessive n'a pas été, le contournement des corps se passerait sans les pertes de l'énergie mais ce qui est possible pour le liquide idéal.

On présente le flux comme la totalité des courants élémentaires d'eau où les pressions et les vitesses sont égalisée par le temps (modèle de Reynolds-Boussinesque). A la condition du changement de la structure du flux près de la superficie conique il faut examiner deux portions caractéristiques du mouvement des parcelles liquides élémentaires. Ce sont devant et au-dedans de la contraction. A ce point de vue les courants frontières qui bordent avec les murs du flux sont très intéressant car ils ont les trajectoires connu. Dans la supposition du contournement sans la separation on peut noter que ces trajectoires copient des murs restrictifs.

Au régime développé tourbillonnaire le secteur du tournant des courants frontières dans la contraction sera assez court et le mouvement le long des murs restrictifs sera accéléré. On peut fixer le pression excessive des courants frontières à tel tournant par la loi de conservation de l'impulsion.

Nous supposons que dans la section 1-1 la parcelle liquide avec la masse ρ avait l'impulsion $\rho k_0 V_0$, où k_0 – le parameter en tenant compte de la vitesse du courant frontière par rapport à la vitesse moyenne.

Après l'influence de la reaction normale du mur restrictif cette parcelle liquide aura l'impulsion $\rho k_0 V_0 \cos \alpha$ et l'énergie cinétique $0,5 \rho (k_0 V_0)^2 \cos^2 \alpha$. Alors la



pression dans le point initial de la contraction sera défini par l'équation de Bernoulli:

$$p(R) = p_1 + \frac{\rho(k_0 V_0)^2}{2} - \frac{\rho(k_0 V_0)^2}{2} \cos^2 \alpha = p_1 + \frac{\rho(k_0 V_0)^2}{2} \sin^2 \alpha \quad (2)$$

$$\text{où la pression excessive est } f(R) = \frac{\rho(k_0 V_0)^2}{2} \sin^2 \alpha \quad (3)$$

Il faut noter que les données expérimentales concordent bien avec la dépendance en fonction $\sin^2 \alpha$ d'un angle d'attaque (Tabl.1).

En outre, on constate l'augmentation de la pression excessive le long des murs de la contraction. On peut cela expliquer par la nouvelle répartition de l'énergie entre les courants dans la contraction. Cela se passe à cause de la diminution de l'impulsion des courants intérieurs qui n'ont pas la possibilité de contacter avec les murs de la contraction. Dans cette nouvelle répartition les courants frontières reçoivent l'énergie additionnelle pour la accélération et la pression excessive.

La caractéristique du changement de la fonction de la pression excessive nous fixons par les considérations suivantes. En premier lieu, l'excès de la pression du flux réel relativement du flux idéal sur la surface frontale est le résultat de l'action réciproque du corps contourné et du flux réel. Cela est accompagné du changement des directions et des vitesses du mouvement des parcelles liquides dans la contraction. Pour l'augmentation d'énergie potentielle des courants frontières se dépense seulement la partie de l'énergie de l'impulsion en conformité de la fonction $\sin^2 \alpha$. D'autre part, pour l'augmentation d'énergie cinétique des courants frontières se dépense la partie de l'énergie de l'impulsion en conformité de la fonction $\cos^2 \alpha$. Donc, sur la surface de la contraction nous avons la distribution déterminée de l'énergie complémentaire dE qui sont obtenus des courants intérieurs:

$$dE = dE \sin^2 \alpha + dE \cos^2 \alpha = df + d\varphi \quad (4)$$

$$\text{où } \frac{df}{d\varphi} = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} \quad (5)$$

où α = angle d'attaque local.

On peut alors dire que le changement de la pression excessive dépend de la distribution des vitesses des courants intérieurs et d'un angle d'attaque local.

Dans la suite, selon la condition de la ininteruption du flux à la diminution de la section de la contraction les vitesses des courants frontières augmentent en proportion du paramètre de la contraction et l'énergie cinétique en conformité de la fonction ε^2 . Avec cela l'augmentation de l'énergie cinétique des courants frontières du liquide réel $d\varphi_r$ se compose du composant idéal $d\varphi_i$ en conformité de l'équation de Bernoulli et du composant impulsional $d\varphi$ qui est reçue des courants intérieurs:

$$d\varphi_r = d\varphi_i + d\varphi \quad (6)$$

$$\text{ou } d\varphi = d\varphi_r - d\varphi_i = \varphi_r d(\varepsilon^2) - \varphi_i d(\varepsilon^2) \quad (7)$$

où φ_r φ_i - sont les dérivées de l'énergie cinétique des courants frontières du flux réel et du flux idéal.

Naturellement que la vitesse de l'augmentation de l'énergie cinétique des courants frontières dans le flux réel sera plus que dans le flux idéal:

$$\varphi_r' - \varphi_i' = \frac{\rho(kV_0)^2}{2} \cos^2 \alpha \quad (8)$$



Le composant impulsionnel s'écrit alors $d\varphi = \frac{\rho(kV_0)^2}{2} \cos^2 \alpha d(\varepsilon^2)$ (9)

où k, α, ε - son les fonctions du rayon courant de la contraction.

De manière analogue par l'équation (5) nous établissons le différentiel

$$\text{d'énergie potentielle: } df = \frac{\rho(kV_0)^2}{2} \sin^2 \alpha d(\varepsilon^2) \quad (10)$$

A la forme intégrale la fonction de la pression excessive s'écrit:

$$f(r) = \frac{\rho V_0^2}{2} \int_1^\varepsilon k^2 \sin^2 \alpha d(\varepsilon^2) + f(R) \quad (11)$$

A son tour la résistance frontale de la contraction dans le flux réel se définit par

$$\text{l'intégrale: } F_x = \Delta p S_1 = 2\pi \int_r^R \left[\frac{\rho V_0^2}{2} \int_1^\varepsilon k^2 \sin^2 \alpha d(\varepsilon^2) + f(R) \right] r dr \quad (12)$$

Naturellement ici nous ne comptons pas le frottement.

2. Le problème extérieur. On peut examiner les possibilités de la méthode exposé au problème extérieur et dans calculs de l'action réciproque du corps et du flux réel. Si nous avons le cylindre de diamètre $2r$ avec la tête conique placée dans le tube coaxial de diamètre $2R$ (fig.2) alors sa résistance frontale est la somme des résistances des contraction, frottement et expansion de Borda.

Dans les conditions du problème extérieur: $k = 1$ et $\sin^2 \alpha = \text{const}$,

$$\text{par intégration (12) on obtient: } \Delta p = (1-n) \sin^2 \alpha \frac{\rho V_1^2}{2} = \xi \frac{\rho V_1^2}{2} \quad (13)$$

où $n = V_0 / V_1 = (R^2 - r^2) / R^2$ est le rapport des vitesses moyennes,
 ξ = coefficient de résistance.

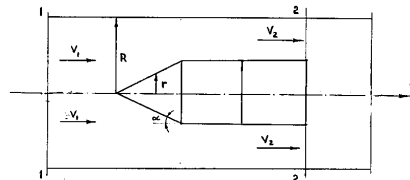


Fig. 2. Le cylindre de diamètre $2r$ avec la tête conique placée dans le tube coaxial de diamètre $2R$

Nous établissons la perte de pression à la expansion de Borda par

$$\Delta p' = (1-n)^2 \frac{\rho V_1^2}{2} = \xi' \frac{\rho V_1^2}{2} \quad (14)$$

Il faut noter que le frottement est assez considérable pour le cylindre avec la longueur plus grossière que le diamètre en 3-4 fois. Pour le court cylindre sans la tête nous avons l'augmentation des pertes en rapport de l'influence réciproque de la contraction et de l'expansion. On examine le cylindre avec la longueur de 3 diamètres et le coefficient de résistance frontale $C_x = 0,82$. En négligeant du frottement sur la surface du cylindre on peut écrire la résistance complète comme la somme des résistances de la contraction et de la expansion de Borda (relativement du flux contractant):

$$\Delta p_x = \Delta p + \Delta p' = (\xi - \xi') \frac{\rho V_1^2}{2} \quad (15)$$

$$\text{ou relativement la section du tube: } \Delta p_x = \frac{1}{n^2} (\xi + \xi') \frac{\rho V_0^2}{2} \quad (16)$$



La force de la résistance frontale du corps pour le problème intérieur de la hydrodynamique sera déterminé par la formule:

$$F_x = \Delta p_x S_x = \frac{1}{n^2} (\xi + \xi') \frac{\rho V_0^2}{2} S_x \quad (17)$$

ou S_x est la section transversale du cylindre. De l'autre côté, cette force peut présenter d'une manière traditionnelle pour le problème extérieur: $F_x = C_x \frac{\rho V_0^2}{2} S_x$ (18)

Donc, le coefficient de la résistance frontale du cylindre alors écrire sous la forme

$$C_x = \frac{1}{n^2} (\xi + \xi') \quad (19)$$

Il est facile de marquer que l'augmentation du diamètre du tube et la diminution du degré de la contraction ε réduit à la diminution de la résistance frontale mais jusqu'à la limite connu qui caractérise la résistance du corps contourne dans le flux libre:

$$0,82 = \frac{1}{n^2} [(1-n) + (1-n)^2] \quad (20)$$

d'où $n = 0,696$ et le rayon de l'influence R (c'est-à-dire le rayon minimal du tube où la résistance frontale s'égale la résistance frontale dans le flux libre) compose 1,81 du rayon de la section transversale du cylindre. Après la définition du rayon de l'influence on peut calculer des résistances frontales du cylindre avec les cônes frontales différentes (Tabl.1).

Table 1.

La influence d'angle d'attaque et le degré de la contraction

n	angle d'attaque			
	30 °	45 °	60 °	90 °
0,1	103,5 / 102	126 / 125	148,5 / 146	171 / 174
0,2	21 / 20	26 / 26	31 / 30	36 / 37
0,3	7,4 / 7,2	9,3 / 9,5	11,3 / 11,5	13,2 / 13
0,4	3,2 / 3,3	4,1 / 4,2	5,1 / 4,9	6,0 / 6,1
0,5	1,5 / 1,6	2,0 / 2,0	2,5 / 2,4	3,0 / 2,9
0,6	0,72 / 0,7	1,0 / 0,98	1,3 / 1,3	1,56 / 1,6
0,695	0,35 / 0,39	0,51 / 0,52	0,67 / 0,67	0,82 / 0,83
Flux libre(expérience)	0,38	0,52	0,66	0,82

3. La etape experimentale. Pendant la etape experimentale, on considere le coefficient de resistance frontale pour les corps prolongees "a le sous-marin". En cas de la tete (la proue) pointu avec la poupe prolonge nous avons de plus grand coefficient de resistance. D'autre part, la tete parabolique avec la poupe identique fournit la diminution de ce coefficient (environ 15 % selon "G.Fuhrmann "Jahbuch der Motorluftschiff-Studiengesellschaft. Bd.5"). Les resultats montrent que la reserve d'energie des courants frontieres, dans le derniere cas, permet de deplacer du point de separation le long de la poupe dans de direction du flux. Cependant, si l'accroissement la resistance de la tete parabolique sera plus grand que la reduction de la resistance de la poupe par ce deplacement, la somme certainement sera plus grand. Il est clair que ceci demande une analyse beaucoup plus detaillee des resultats



experimentales. A l'heure actuelle, il n'existe pas de travaux qui permettent d'évaluer de ce modèle appliqué au problème des actions réciproques dans les systèmes aquatiques. Nous avons voulu illustrer par là qu'il est possible de donner une image théorique simple du coefficient de résistance comme la somme des résistances des tête, corps et la poupe. De toute façon, une expérience a confirmé ce phénomène.

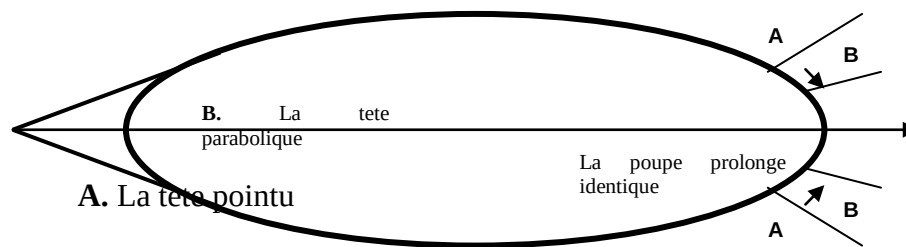


Fig. 3. Le déplacement des points de separation le long de la poupe A devant B dans le cas la tête parabolique et la poupe identique

References:

1. Daily J., Harleman D. Mécanique des fluides (la traduction d'anglais), Maison d'édition "Energie", Moscou, 1971.
2. Lamb W. Hydrodynamique (la traduction), Ed. "Gostechizdat", Moscou, 1947.
3. Wirtz H.J., Smolderen J.J. (eds) Numerical Methods in Fluid Dynamics, Von Karman Institute for Fluid Dynamics, Hemisphere Publ.: Rhode-Genese, Belgium, 1978.
4. Gurevich M.I. Theory of jets in ideal fluids.- New York-London: Academic Press, 1965.
5. Kelvin (Thomson W.) On the doctrine of discontinuity of fluid.- Nature, 1894, t.50; Math and Phys. Papers, v.IV – Cambridge, 1910.
6. Sedov L.I. Sur le développement de la méthode de Joukowski pour le mouvement à jet.- Ed.CAGI Math. Ann., v.342, 1938.
7. Kochin N.E. Application de la théorie de la couche limite au problème de la circulation générale de l'atmosphère.- Chambéry, Paris, pp. 201-205, 1933.
8. Levi-Chivita T. Scie e leggi di resistenza. Rend. Circola, Math. Palermo, 1907, t.XXIII.
9. Norwood J. High Speed Saling. Design Factors.- Granada publishing: London-Toronto-New York, 1983.
10. Riabouchinsky D. On steady fluid motion with free surfaces.- Proc.London Math.Soc., v.19, 1921.
11. Shandyba A.B. Hydraulic resistance of conical contraction. – in "Collection of articles on Chem. Machine Build." TMK Publ., Kiev, pp 89-94,1992.
12. Shandyba A.B., Nazarenko AM. Optimization of the head surface configuration of bridge supports.- Mech. Eng.Journal, vol.2, Sumy, SDAU, pp.322-325, 1998.
13. Shandyba A.B. (2002) Hydraulic Resistance of Bodies in Water Flow.-BWW Journal, Physics: Fluid Mechanics, No 3, May-June issue 2002, USA.
14. Shandyba A.B. (2002) Note on Power Interaction Between Viscous Flow and Some Profiles with Forward Sharp Edge.- BWW Journal, Physics: Fluid Mechanics, No 5, September-October issue 2002, USA.
15. Tolbatov A.V. Improving the information support of management of agricultural enterprises through innovations / O.B. Viunenko, M.M. Ruban, H.A. Smoliarov, I.H. Smoliarov, A.V. Tolbatov, V.A. Tolbatov, S.V. Tolbatov // SW Journal Agriculture. Scientific world, Ivanovo, 2015. – Volume J21509 (9). [November 2015]. – P. 8–13. – URL: <http://www.sworld.com.ua/e-journal/j21509.pdf>



16. Tolbatov A.V. Organization of investments support in innovation activities of agriculture of the region / A.V. Tolbatov, G.A. Smolyarov, V.A. Yefanov, Y.G. Smoliarov, V.A. Tolbatov, M.N. Ruban, S.V. Tolbatov // SW Journal Management and Marketing. – Scientific world, Ivanovo, 2016. – Volume 07 J116 (10). [May 2016]. P. 3–9. – URL: <http://www.sworld.com.ua/e-journal/j11607.pdf>

17. Tolbatov A.V. Development concept modeling of business processes of modern industrial enterprises in terms of theoretical and legal approaches to the analysis information security / A.V. Tolbatov, V.A. Tolbatov // International scientific-technical magazine Measuring and computing devices in technological processes. – Khmel'nyts'kyi, 2017. – №1 –P.196–199.

18. Tolbatov A.V. Functional modeling – methodological basis for investigation of business processes at industrial enterprises / A.V. Tolbatov, S.V. Tolbatov, O.O. Tolbatova, V.A. Tolbatov // International scientific-technical magazine Measuring and computing devices in technological processes. – Khmel'nyts'kyi, 2017. – №3 –P.186–189.

Анотація: Конфузор є одним з розповсюджених елементів багатьох технічних систем. Для внутрішньої проблеми гідродинаміки це є характерний зразок силової взаємодії потоку з поверхнею, що ним омивається. В цьому розгляді ми обмежимося розвинутим турбулентним режимом обтікання, що дозволить дослідити вплив геометрії конфузора на розподіл тиску, втрати енергії та лобовий опір. В статті представлена розрахункова модель для визначення лобового опору у водному потоці. Експериментальне підтвердження отримано для вісесиметричних випадків. Задовільні результати підтверджують вплив локального кута атаки та ступеня стиснення потоку.

Ключові слова: конфузор, внутрішня задача гідродинаміки, силова взаємодія, геометрія стиснення, втрати енергії, лобовий опір, локальний кут атаки, кільцеве стиснення, зовнішня задача гідродинаміки, обтічний понтон.



УДК 619:614.31+616.36.018:636.4

**VETERINARY AND SANITARY ASSESSMENT OF PIG
ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА СВИНИНЫ****Tyutyun A. I. /Тютюн А. И.****Kosyanchuk N. I./ Косьянчук Н. И.***s.v.s., as.prof. / к.в.н., доц.**National University of Life and Environmental sciences of Ukraine,**Національний університет біоресурсів і природопольовання України**Kyiv, Potehin str., 16,03041**г.Киев, ул. Потехина, 16, 03041***Layter-Moskalyuk S. V. / Лайтер-Москалюк С. В.***s.v.s./as.**Podilsky State Agrarian and Technical niversity**Подольский государственный аграрно-технический университет*

Аннотация. Проведен мониторинг ветеринарно-санитарных показателей качества свинины, которая поступала на агропродовольственный рынок г. Киева.

Из полученных результатов видно, что больше всего в свинине выявлены признаки таких инвазионных заболеваний как: эхинококкоз – 11,16%, метастронгилез – 5,37%, саркоцитоз – 0,23%. В шести случаях были выявлены дистрофические изменения в печени (0,27%).

Ключевые слова: мониторинг, рынок, продукты убоя свиней, дистрофические изменения в печени, ветеринарно-санитарный контроль.

Вступление. Продукты животноводства реализуются в Украине в различных сегментах торговой сети. Животноводческая продукция частных производителей реализуется преимущественно в сети агропродовольственных рынков. Поэтому важное значение имеет своевременная оценка качества этой продукции, перед тем как она попадет на стол потребителей.

Основной текст. Мясо и мясные продукты принадлежат к основным продуктам питания человека. Благодаря этим продуктам человек удовлетворяет большую часть потребности в полноценных белках, которые необходимы для пластических и регенеративных процессов организма. Мясные продукты являются также существенным источником жиров, минералов, витаминов, экстрактивных веществ[1].

Согласно действующим нормативным документам – Ветеринарному законодательству и Правилам передубойного ветеринарного осмотра животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов, все продукты убоя животных, которые поступают для реализации на рынки, подлежат обязательному ветеринарно-санитарному контролю (экспертизе) в государственных лабораториях ветеринарно-санитарной экспертизы рынков [2]. Мясо и другие продукты убоя, при несоответствии их качества и безопасности, а также полученные от больных животных до реализации на рынках ветеринарной службой не допускаются. Существенное влияние на качественные показатели, в частности свинины, имеет и тип кормления животных [3]. Поэтому целью нашей работы было проведение мониторинга ветеринарно-санитарных показателей качества свинины, которая поступала на



агропродовольственный рынок.

Материалом для исследований служили продукты убоя свиней, которые поступали на один из агропродовольственных рынков г. Киева из приусадебных индивидуальных и небольших фермерских хозяйств Киевской и Черкасской областей на протяжении 2018 года. Нами были проведены органолептические (цвет, запах, консистенция, степень обезжиривания, наличие патологоанатомических изменений) и лабораторных (гистологических) исследований мяса и ливера свиней, а также использованы статистические материалы ветеринарной отчетности лаборатории рынка.

Продукты убоя свиней поступают на рынок на протяжении всего года и подвергаются обязательному ветеринарно-санитарному контролю. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты ветеринарно-санитарной оценки свинины на агропродовольственном рынке (2018 год)

Исслед. туш свиней	Количество продуктов убоя с признаками заболеваний и патологоанатомических изменений (к-во, %)			
	Сарко- цистоз	Метастро- нгилез	Дистрофия печени	Эхинококкоз
2196	5/0,23	118/5,37	6/0,27	245/11,16

Из полученных результатов видно, что больше всего в свинине выявляются признаки таких инвазионных заболеваний как: эхинококкоз – 11,16%, метастронгилез – 5,37%, саркоцистоз – 0,23%. В шести случаях были выявлены дистрофические изменения в печени (0,27%), которые характеризовались наличием на поверхности печени округлых пятен белого цвета, разной величины, а также повышенной эксудативностью мяса.

При общении из хозяевами данных продуктов убоя (с дистрофическими изменениями печени) было выяснено, что свиньи откармливались в небольших фермерских хозяйствах на интенсивных концентратных рационах с ненормированным использованием кормовых добавок.

Гистологические исследования дистрофических участков печени показали, что некоторые гепатоциты увеличены, ядра и цитоплазма плохо окрашены. Цитоплазма не однородная, с мелкой зернистостью, похожа на пену. Такие гепатоциты составляют группы по 20-50. Данные изменения свидетельствуют о развитии зернистой дистрофии гепатоцитов.

Заключение.

1. При проведении ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов убоя свиней нами установлено, что больше всего в свинине выявляются признаки таких инвазионных заболеваний как: эхинококкоз – 11,16%, метастронгилез – 5,37%, саркоцистоз – 0,23% .

2. В печени 6 животных выявлены макроскопические изменения, характерные для дистрофий, что в последующем было подтверждено



гістологічески.

3. Наличие данных патологических изменений, на наш взгляд, является результатом кормовой интоксикации при чрезмерном использовании кормовых добавок.

Литература:

1. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва / О. М. Якубчак, В. І. Хоменко, С. Д. Мельничук та ін. – Київ, 2005. – 800 с.

2. Правила передзабійного ветеринарного огляду тварин та ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів, затверджені наказом Державного департаменту ветеринарної медицини України від 07.06.2002. № 28 та зареєстровані у Міністерстві юстиції України 21.06.2002 за № 524/6812.

3. Тютюн А. І. Вплив типу годівлі свиней на показники якості їх м'яса / А. І. Тютюн, Н. І. Кос'янчук, Т. П. Романенко, Н. Ф. Мартинюк // «Ветеринарна біотехнологія», Ніжин, «ПП Лисенко М. М.», №18. – 2011. – С. 258-260.

References:

1. Yakubchak O. M., Khomenko V. I., Melnychuk S. D. *ta in (2005) Veterynarno-sanitarna ekspertyza z osnovamy tekhnolohii i standartyzatsii produktiv tvarynnytstva [Veterinary and sanitary examination with the basics of technology and standardization of livestock products] – Kyiv, – 800 .[inUkrainian].*

2. *Pravyla peredzabiinoho veterynarnoho ohliadu tvaryn ta veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy m'iasa ta m'iasnykh produktiv, zatverdzheni nakazom Derzhavnoho departamentu veterynarnoi medytsyny Ukrainy vid 07. 06. 2002. № 28 ta zareiestrovani u Ministerstvi yustytzii Ukrainy 21. 06. 2002 za № 524/6812. [Rules of pre-slaughter veterinary inspection of animals and veterinary-sanitary examination of meat and meat products, approved by the order of the State Department of Veterinary Medicine of Ukraine dated June 28, 2002 No. 28 and registered at the Ministry of Justice of Ukraine on June 21, 2002 under No. 524 / 6812.]. [inUkrainian].*

3. Tyutyun A. I., Kosyanchuk N. I., Romanenko T .P., Martyniuk N. F., (2011). *Vplyv typu hodivli svynei na pokaznyky yakosti yikh m'iasa [The influence of pig feeding type on the quality of their meat]. Veterynarna biotekhnolohiia–Veterinary biotechnology, 18. 258-260. [inUkrainian].*

Abstract. The monitoring of veterinary and sanitary indicators of pork quality was performed, which was supplied to the agro-food market of Kyiv. From the obtained results it is visible that the most in pork are found signs of such invasive diseases as: echinococcosis - 11,16%, metastrongilosis - 5,37%, sarcocystosis - 0,23%. In six cases, dystrophic changes in the liver were detected (0.27%).

Key words: monitoring, market, pig slaughter products, dystrophic changes in the liver, veterinary control.



УДК 648.18

THERMODYNAMIC ASPECTS OF FORMATION OF SPINNEL STRUCTURES IN THE SYNTHESIS OF PIGMENTS OF BLUE GAMMA WITH THE USE OF A WASTE CATALYST ACM

ТЕРМОДИНАМІЧНІ АСПЕКТИ УТВОРЕННЯ ШПІНЕЛЬНИХ СТРУКТУР ПРИ СИНТЕЗІ ПІГМЕНТІВ БЛАКИТНОЇ ГАМИ С ВИКОРИСТАННЯМ ВІДПРАЦЬОВАНОГО КАТАЛІЗАТОРА АКМ

Ivanyuk E.V. / Іванюк О.В.

с.т.с., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0003-4112-837x

Suprunchuk V.I. / Супрунчук В.І.

с.т.с., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-1148-6451

Osmuk M.P. / Осмук М.П.

MSc/Magistr

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

03056, Kyiv, Prosp.Peremohy, 37, building 4

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

м.Київ, просп. Перемоги 37, корпус 4

Abstract. The thermodynamic substantiation of spinel formation processes of spin-forming and colour-forming pigment structures using the method of sequentially parallel reactions and the concept of energy and entropy of the cation of tetra- into octahedral cavities of the oxygen frame of a spinel is carried out. The possibility of using the waste catalyst of AKM in the processes of synthesis of inorganic pigments as the basic raw material for replacement of oxides of cobalt (II) and aluminum (III) in charge compositions of pigments of blue-green gamma is proved.

Key words: thermodynamic analysis, spinel, octahedral frame, energy of ordering, entropy of ordering, Gibbs energy of spinel formation, waste catalyst, inorganic pigments

Introduction. Inorganic pigments, which include industrial waste, are synthesized in various oxide systems, namely: green and blue $Cr_2O_3 - CoO - ZnO - Al_2O_3$, brown $Fe_2O_3 - ZnO - Al_2O_3 - MgO$, ochre $Fe_2O_3 - Cr_2O_3 - ZnO - Al_2O_3$ [1].

The object of the study is spent cobalt-containing ACM-type hydrogenation catalysts used in the processes of hydrotreating of natural gas and petroleum products from sulfur compounds, technological processes of ammonia production and methanol synthesis. The possibility of its use in the processes of synthesis of inorganic pigments of blue and blue-green colors has been clarified. This catalyst has, in accordance with the specifications, the composition, mass.%: $Al_2O_3 - (78-82)$, $CoO \geq 4.5$, $MoO_3 \geq 12$, $Fe_2O_3 \leq 0.2$.

Blue pigments of varying intensities and shades are synthesized mainly using cobalt (III) oxide, which decomposes (at temperatures above 1223 K) to cobalt (II) oxide and can form, depending on the charge composition of the pigments, chromophore compounds of different types: simple spinels of $Co[Al]_2O_4$, inverted $Al[CoAl]O_4$, or solid solutions of spinels $(Co Zn)[Al]_2O_4$.

Main text. The relatively high content of cobalt (II) oxide and aluminum (III) oxide in the spent catalyst of the ACM determines its use as a basic raw material for



the replacement of pure cobalt and aluminum oxides in the pigments of blue pigments.

The color gradient of the synthesized pigments is formed under the influence of many factors. The main ones are: the composition of the spinel formed, the ratio of the chromophore metals in the crystal lattice of the spinel due to the formation of solid solutions, the distribution of metal-chromophore cations between the tetra- and octahedral cells of the oxygen frame of the crystalline spinel lattice. Thermodynamic analysis (with subsequent experimental verification) of spinel-type chromophore compounds formation in the system $Cr_2O_3 - Co_2O_3 - ZnO - Al_2O_3$ was performed in order to identify the conditions of color formation of pigments synthesized with equivalent replacement of oxides in the charge composition of the spent catalyst ACM.

The concept of energy (δE) and entropy (δS) of the transition of cations from the tetrahedral to the octahedral position of the oxygen frame of the crystalline spinel lattice was used as the basis for thermodynamic analysis. The energies and entropies of the transition of cations into octahedral positions characterize the degree of inversion (disordering) of spinel. To calculate the ordering of the spinel structures formed, the paper proposes the use of systematic data on energy (δE) and entropy (δS) of the transition of cations into the octahedral state of spinels in [2-4].

When calculating the ordering of mixed spinels, using the concepts of energy and entropy of transition, the principle of thermodynamic independence of sequentially parallel processes of transition (of both two- and trivalent cations) from tetrahedral to octahedral positions of the oxygen spinel frame was used. The ordering of the cations in the crystal lattice of spinels was described by the following series-parallel reactions of the type:



where the square brackets denote the tetrahedral position of the cation in the crystalline spinel frame.

The general stoichiometric formula of complex mixed spinel formed by simple inversions takes the following form: $A'_{1-n-x} A''_{n-y} B_{x+y} [A'_x A''_y B_{2-x-y}] O_4$, where x, y – a measure of the depth of reactions (1) and (2). Given that the equilibrium constant of the reaction is defined as $\ln K = -\Delta G / (RT)$, we define the Gibbs energy of the cation transition from tetra- to octahedral positions of the oxygen spinel frame as $\delta G' = \delta E' - T\delta S'$, $\delta G'' = \delta E'' - T\delta S''$. The transition energy $\delta E'$ by reaction (1) was calculated by the formula $\delta E' = E_A - E_B'$, kJ/mol. The entropy values of the transition $\delta S'$ to the octahedral state by reaction (1) are calculated by the formula $\delta S' = S_A - S_B'$, J/(mol K). The value of the transition energy $\delta E''$ into the octahedral state by reaction (2) is calculated by the formula $\delta E'' = E_A - E_B''$, kJ / mol. The entropy values of the transition $\delta S''$ to the octahedral reaction state (2) are calculated by the formula $\delta S'' = S_A - S_B''$, J/(mol K).

Accordingly, the system of equations of isotherms of successive reactions (1) and (2) can be represented in the following form:

$$[x(x+y)] / [(1-n-x)(2-x-y)] - \exp[(S_A' - S_B) / R - (E_A' - E_B) / (RT)] = 0,$$



$$[y(x+y)]/[(n-x)(2-x-y)] - \exp[(S_A'' - S_B)/R - (E_A'' - E_B)/(RT)] = 0.$$

After calculating the values of x , y and establishing the degree of ordering of the two- and trivalent cations at different positions of the oxygen lattice of the crystal lattice, the enthalpy of formation (ΔH_f) and entropy of formation (ΔS) of spinel [2]: $A'_{1-n-x}A''_{n-y}B_{x+y}[A'_x A''_y B_{2-x-y}]O_4$, considering the ion ordering, the cations of the two and trivalent metals are in octahedral or tetrahedral positions of the oxygen frame.

The effect of temperature on the value of ΔG and the probability of formation of mixed spinels from simple oxides is expressed by the equation: $\Delta G = \Delta H_f - T\Delta S$, де $\Delta H_f = (-38,7 + 0,613 \cdot \delta H (\delta H = - (1-x) \cdot E(A') + (1-x) \cdot E(A'')) - [x \cdot E(B') + x \cdot E(B'')])$, $\Delta S = -\delta S = - (1-x) \cdot S(A') + (1-x) \cdot S(A'') - [x \cdot S(B') + x \cdot S(B'')]$.

For the selected $Cr_2O_3 - CoO - ZnO - Al_2O_3$ oxide system, the temperature and concentration dependence of the enthalpy, entropy, and Gibbs energy of the spinel spin formation process were calculated according to the ion distribution equations: $[Co]O + [Al]_2O_3 = Co_{1-x}Al_y[Co_xAl_{2-y}]$, $[Co]O + [Cr]_2O_3 = Co_{1-x}Cr_y[Co_xCr_{2-y}]$ presented in Tab. 1.

Table 1
Enthalpy, entropy, and Gibbs energy of mixed spinel formation reactions as a function of temperature

Gross formula of spinel	Concentration of prevailing spinel, мас. частка	Synthesis temperature, K					
		1623			1500		
		ΔH_f	ΔS	ΔG	ΔH_f	ΔS	ΔG
Co[Al,Cr] $_2$ O $_4$	0,1	-16,57	13,25	-38,1	-16,66	13,25	-36,5
	0,2	-16,73	13,26	-38,3	-16,86	13,28	-36,8
	0,3	-16,94	13,31	-38,5	-17,05	13,32	-37
	0,4	-17,2	13,35	-38,9	-17,31	13,36	-37,4
	0,5	-17,5	13,36	-39,2	-17,6	13,38	-37,7
	0,6	-17,83	13,42	-39,6	-17,94	13,44	-38,1
	0,7	-18,22	13,48	-40,1	-18,33	13,48	-38,6
	0,8	-18,69	13,55	-40,7	-18,8	13,56	-39,1
	0,9	-19,33	13,64	-41,5	-19,34	13,64	-39,8
(Co,Zn)[Al] $_2$ O $_4$	0,1	-18,38	11,86	-36	-18,48	11,89	-36,3
	0,2	-20,37	10,53	-36,5	-20,5	10,53	-36,3
	0,3	-22,44	9,18	-36,8	-22,57	9,2	-36,35
	0,4	-24,45	7,83	-36,9	-24,65	7,86	-36,4
	0,5	-26,53	6,49	-37,1	-26,72	6,52	-36,5
	0,6	-28,57	5,16	-37,2	-28,79	5,17	-36,55
	0,7	-30,58	3,81	-37,4	-30,86	3,84	-36,62
	0,8	-32,54	2,46	-37,5	-32,89	2,5	-36,54
	0,9	-34,24	1,09	-37,6	-34,74	1,53	-37

Authoring

As can be seen from Tab. 1, the Gibbs energy value for complex spinel



$Co_{1-x}Al_y[Co_xAl_{2-y}]$, $Co_{1-x}Cr_y[Co_xCr_{2-y}]$, which can be formed, becomes significantly negative and close. This indicates that there is a significant likelihood of mixing simple spinels of $Co[Al]_2O_4$, $Co[Cr]_2O_4$, $Zn[Al]_2O_4$, $Zn[Cr]_2O_4$ into a complex mixed with the formation of continuous series of solid solutions, which promotes the formation of shades colors in the synthesis of blue and blue-green pigments.

Thus, for mixed spinel $CoZn[Al]_2O_4$ blue at 1623 K, the Gibbs energy value changes from minus 36 kJ/mol to minus 37.6 kJ/mol with a change in the concentration of $Co[Al]_2O_4$ from 0.2 to 0.8 molar particles in the composition folding spinel. This indicates that the formation of blue shades of pigments is the result not only of simple physical mixing of colors, but also the formation of mixed cobalt-alumina-zinc spinel. And for the pigment with the optimal composition of mass.%: ACM - 50, ZnO - 50, and thermodynamic parameters $\Delta G = -37.5$ kJ/mol $n(Co[Al]_2O_4) = 0.8$ and cationic distribution: $Co_{0.867}Zn_{0.13}Al_{0.003}[Co_{0.133}Zn_{1.07}Al_{1.797}]O_4$, it can be argued that the formation of complex mixed spinel using the spent ACM catalyst as a raw material for the replacement of pure cobalt and aluminum oxides.

As the synthesis temperature increases from 1500 K to 1623 K and a constant value of $n = 0.8$ the ΔG value decreases from minus 36.54 kJ / mol to minus 37.5 kJ / mol, which corresponds to the stabilization of the mixed spinel structure of the pigments with increasing synthesis temperature. The tendency to decrease the value of ΔG with increasing synthesis temperature can be traced to the entire concentration field of mixed spinel.

Conclusions. Thus, thermodynamic analysis of cobalt-alumina-chromium and cobalt-alumina-zinc oxide systems formed by the use of the activated catalyst ACM as a raw material component for the synthesis of inorganic pigments showed that in the processes of synthetic firing, not only changes in the formation of solid solutions and this causes the formation of a color gradient of pigments from blue to blue-green. At the same time, almost complete replacement of cobalt and aluminum oxides in the pigment batch is achieved, with the activated ACM, which helps to solve the problem of environmental pollution, which meets the principles of sustainable chemistry.

References:

1. Визир В.А., Мартынов М.А., Керамические краски.-К.: Техніка,1964.-252с.
2. Резницкий Л.А. Химическая связь и превращения оксидов. -М.: Изд-во МГУ, 1991.-168с.
3. Резницкий Л.А. Энергии предпочтения ионов и теплоты образования шпинелей / Вестник МГУ, серия 2.-М.: Химия.- 1977.-т.18.-№ 1.-С.66-71.
4. Резницкий Л.А. Кристаллоэнергетика оксидов. -М.: Изд-во МГУ, 1998.-187с.

References:

1. Vizir V.A. Martinov M.A. Keramicheskie kraski.-K: Technika.1964.-252 str.
2. Reznickiy L.A. Khimicheskaya svyaz i prevrachenie oksidov.-M:Izdatelstvo MGU, 1991.-198 str.



3. Reznickiy L.A. Energii predpochtleniya ionov i teploty obrazovaniya shpineley/ Vesnik MGU, seriya 2, .-M. Khimiya.-1977.-t.18.-№1 .str. 66-71/
4. Reznickiy L.A. Kristolooenergetika oksidov.-M:Izdatelstvo MGU, 1998.-187 str.

Анотація. В роботі проведено термодинамічне обґрунтування процесів шпінелеутворення кольороутворюючих шпінельних структур пігментів з використанням методу послідовно-паралельних реакцій та поняття енергія та ентропія розупорядкування катіонів із тетра- в октаедричні порожнини оксигеного каркасу шпінелі. Доведено можливість використання відпрацьованого каталізатора АКМ в процесах синтезу неорганічних пігментів як базової сировини для заміни оксидів кобальту(II) та алюмінію(III) в шихтових складах пігментів синьо-зеленої гами та утворення безперервного ряду твердих розчинів шпінелей, що зменшує техногенне навантаження на навколишнє середовище.

Ключові слова: термодинамічний аналіз, шпінель, октаедричний каркас, енергія розупорядкування, ентропія розупорядкування, енергія Гібба утворення шпінелі, відпрацьований каталізатор, неорганічні пігменти

Стаття відправлена: 3.10.2019 р.
© E.V.Ivanyuk



УДК 616-018.2-007.17:616.151.5-053.2

DISORDER OF THE BLOOD COAGULATION AND FIBRINOLYSIS IN CHILDREN WITH UNDIFFERENTIATED DYSPLASIA OF CONNECTIVE TISSUE**ПОРУШЕННЯ ЗГОРТАННЯ КРОВІ ТА ФІБРИНОЛІЗУ У ДІТЕЙ З НЕДИФЕРЕНЦІЙОВАНОЮ ДИСПЛАЗІЄЮ СПОЛУЧНОЇ ТКАНИНИ****Rochynok T.V./Починок Т.В.***d.m.s., prof./д.м.н., проф.**Bogomolets National Medical University, Kyiv, T. Shevchenko blvd. 13, 01601**Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, Київ, бул. Т. Шевченка 13, 01601***Vasiukova M.M./Васюкова М.М.***s.m.s., assoc. prof./к.м.н., доц.**Bogomolets National Medical University, Kyiv, T. Shevchenko blvd. 13, 01601**Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, Київ, бул. Т. Шевченка 13, 01601***Fik L.O./Фік Л.О.***s.m.s., assist. prof./к.м.н., ас.**National Pirogov Memorial Medical University, 56 Pyrogov str., Vinnytsya, 21018**Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова,**Вінниця, вул. Пирогова, 56, 21018***Kudlatska-Tyshko I.S./Кудлацька-Тишко І.С.***resident doctor/інтерн**Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, 9 Dorohozhytska Str.,**Kyiv, 04112**Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика,**Київ, вул. Дорогожицька 9, 04112*

Анотація. Проведено аналіз клінічної картини дітей з недиференційованою дисплазією сполучної тканини віком 6-12 років. Доведено, що формування НДСТ залежить від впливу 2 та більше несприятливих факторів гіпоксичного тенеу на плід. НДСТ у дітей супроводжується синдромом хронічної втоми, порушенням різних органів та систем організму, створює умови для формування гострої та хронічної соматичної патології, розвитку алергії, порушень фізичного розвитку та стану здоров'я дитини в цілому. При НДСТ у дітей спостерігається підвищена активація систем згортання крові та фібринолізу.

Ключові слова: діти, недиференційована дисплазія сполучної тканини, розчинний фібрин, D-димер

Вступ

В останні роки спостерігається тенденція до збільшення кількості реєстрацій мікроаномалій та морфогенетичних варіантів вродженої дисплазії сполучної тканини дітей (ДСТ). Поряд з диференційованими захворюваннями СТ існують її аномалії у вигляді неповних, недиференційованих форм [1,7, 18].

Діти з недиференційованою ДСТ (НДСТ) мають психологічні особливості, страждають на запальні процеси верхніх дихальних шляхів та ЛОР – органів, легенів, серця, нирок, шкіри та кісткової системи, частіше у них зустрічається первинний антифосфоліпідний синдром [2,3,8,15].

У дітей з системними мезинзхімальними дисплазіями спостерігаються також порушення процесів згортання крові. Зокрема системна кровоточивість описана при синдромах Елерса – Данлоса, Марфана, вроджених вадах та



пролабуванні клапанів серця [12]. Крім того, у дітей з НДСТ частіше спостерігаються тромбоцитопатії, геморагічний синдром, тромбози [11].

До теперішнього часу патогенез порушення процесів згортання крові у дітей з мезинзхімальними дисплазіями не розшифрований та пов'язувався переважно із спадковими дефектами у судинній та тромбоцитарній ланці системи гемостазу.

У літературі немає інформації про зв'язок між особливостями метаболізму СТ та станом систем згортання крові та фібринолізу у дітей з НДСТ. Зокрема нами не знайдено досліджень по визначенню маркерів активації системи згортання крові та фібринолізу (розчинного фібрину та D-димеру) у дітей з НДСТ.

Розчинний фібрин (РФ) – це продукт, що утворюється при перетворенні фібриногену у фібрин у випадку генерації тромбіну у кровотоці. Під РФ розуміють тримерні комплекси фібринів desA та desAA з фібриногеном та розчинні олігомери фібрину desAA з фібриногеном, а також початкові продукти розщеплення цих комплексів плазміном [5].

РФ приймає участь у агрегації тромбоцитів, визначає в'язкість крові, впливає на взаємодію формених елементів крові з судинною стінкою. Підвищення концентрації РФ спостерігається в випадках розвитку гострого дисемінованого внутрішньосудинного згортання крові (ДВС-синдрому), тромбозів (ішемічний інсульт, інфаркт міокарду), запальних непластичних процесів та інших [21, 22].

D-димер – це кінцевий продукт деградації полімерного фібрину стабілізованого фактором XIII а. D-димер є молекулярним маркером утворення фібрину з подальшою його деградацією плазміном. Підвищення концентрації D-димеру у плазмі крові може спостерігатися з одного боку у пацієнтів при тромботичних станах, включаючи тромбоз глибоких вен, тромбоемболію легених артерій, ДВС-синдромах, злоякісні новоутворення, а з другого – при тромболітичній терапії з застосуванням тканинного активатора плазміногену чи стрептокінази [4,6].

Метою даної роботи було провести кількісне визначення в плазмі крові дітей з НДСТ розчинного фібрину та D-димеру, як одних з головних маркерів активації системи зсідання крові та фібринолізу.

Матеріали та методи дослідження

Об'єктом дослідження було 50 дітей (24 дівчаток та 26 хлопчиків) віком 6 – 12 років, серед яких 31 дитина з НДСТ (10 дівчаток та 21 хлопчик) склали основну 1 групу дослідження, а 19 дітей (4 дівчинки та 15 хлопчиків) без дисплазії СТ - контрольну 2 групу. Дітей обстежували у спокійному періоді поза респіраторної та іншої патології, а саме через 1 місяць після перенесення гострого процесу.

Метаболізм сполучної тканини у дітей вивчали за динамікою екскреції з сечею глікозоаміногліканів [14] та продуктів розпаду колагену – оксипроліну [10].

Кількісне визначення РФ та D-димеру в плазмі крові дітей проводили за допомогою імуноферментних методів, розроблених у Інституті біохімії імені



О.В. Палладіна НАН України [9].

Математична та статистична обробка була проведена на комп'ютері IBM PC 486 за допомогою Microsoft Excel 97 та Statistica 5.0.

Результати дослідження та їх обговорення

Для верифікації діагнозу НДСТ використовували клінічні критерії за Нью-Йоркською асоціацією кардіологів [7,13]. Серед дітей з ознаками НДСТ найчастіше спостерігався MASS-фенотип - у 15(48,4%) дітей, Елерсо-подібний тип ДСТ виявлено у 10 (32,3%) дітей, Морфано-подібний тип ДСТ – у 6 (19,4%). У 26 (83,9%) дітей з НДСТ виявлено аномалії розвитку внутрішніх органів: пролапс мітрального клапану - у 13 (41,9%) дітей, додаткові хорди лівого шлуночка у 6 (28,6%) дітей, аномалії розвитку жовчного міхура у 17(54,8%) дітей, нирок (подвоєння лоханок) у 6 (19,4%) дітей, селезінки (додаткові долі) у 3 (9,7%) дітей. Причому у 20 (76,9%) з 26 дітей було виявлено 2 та більше аномалій внутрішніх органів. Основними ознаками НДСТ з боку опорно-рухового апарату у обстежених дітей було наявність кіфосколиозу, порушення статури, деформації грудної клітки, плоскостопості, гіпермобільності суглобів та їх дисплазії, скривлення та скорочення пальців кистей рук та стоп ніг, гіпереластоз шкіри.

Згідно проведених клінічних спостережень переважає MASS – феномен ДСТ, а з віком зростає кількість серцевих аномалій розвитку, зокрема пролапсу мітрального клапану та комбінованих аномалій внутрішніх органів у однієї дитини. Слід відмітити, що чим більше зовнішніх проявів дисплазії сполучної тканини, тим частіше виявляються при ехокардіографічному дослідженні малі аномалії серця.

При поглибленому вивченні анамнезу обстежених дітей виявилось, що обтяжений перинатальний анамнез переважав у дітей, що мали прояви НДСТ. У матерів цих дітей майжеу 5 разів частіше спостерігалася загроза викидня, в 3 рази частіше перебіг вагітності був з токсикозом 1 половини та прояви вегетативно - судинної дисфункції за гіпотензивним типом відмічалися у 3 рази частіше. Серед дітей з НДСТ кожна 8 дитина народилася недоношеною, на відміну від групи дітей без дисплазії, де ус інародилися в строк. Серед дітей з ознаками НДСТ у 2 рази частіше спостерігалось їх народженн яшляхом кесаревого розтину, тобто кожна 4 дитина. Застосування спеціально розробленої комп'ютерної програми дозволило довести, що при наявності у ранньому анамнезі дитини впливу 2 та більше несприятливих чинників на плід, що викликають гіпоксію плоду (загроза викидня, токсикоз першої половини вагітності, вегетативна - судинна дисфункція за гіпотензивним типом у вагітної жінки, недоношеність, пологи шляхом кесаревого розтину та інші) з великою вірогідністю народжується дитина з НДСТ.

Слід зазначити, що діти з НДСТ у подальшому створили групу, що часто хворіла на гострі респіраторні вірусні інфекції (ГРВІ) і за останній рік у середньому частота ГРВІ у них була до 6-8 разів. В той же час частота ГРВІ у дітей без дисплазії СТ не перевищувала 2-3 разів на рік.

При клінічному обстеженні дітей звертав увагу на себе зовнішній вигляд дітей з ознаками НДСТ. Більшість з них відставала у фізичному розвитку за



даними росту дитини, обводу її грудної клітки та маси тіла на два сигмальні відхилення від вікової норми і у 27(87,1%) дітей з НДСТ спостерігалася астенична будова тіла (по даним росту - масового показника (РМП), який у цієї групи дітей був $< 18,5$. У решти 5(16,1%) дітей з НДСТ РМП був у межах норми. У дітей без ознак НДСТ відставання у фізичному розвитку спостерігалось у 4(22,8%). У такого ж відсотка дітей без ознак НДСТ відмічалось ожиріння 1-2 ступеня.

В обстежених дітей з НДСТ прояви хронічної неспецифічної інтоксикації спостерігалися у вигляді скарг на підвищену втомлюваність, емоційну лабільність, неспокійний сон, підвищену пітливість, головний біль у другій половині дня, артралгії, міалгії. Так, за нашими даними, симптомокомплекс хронічної неспецифічної інтоксикації спостерігався у 25(80,6%) дітей з ознаками НДСТ та у 4(22,8%) дітей без проявів НДСТ. Згідно з даними літератури, перелічені симптоми, що входять до складу синдрому хронічної неспецифічної інтоксикації притаманні також синдрому хронічної втоми [16,17].

В обстежених дітей виявлені також ознаки диспептичного синдрому у вигляді зниження апетиту, періодичної нудоти, розладів стільця (у 22(71,0%) дітей з НДСТ та 4(22,8%) без дисплазії СТ).

Слід відмітити, що незважаючи на перелічені скарги, загальне самопочуття дітей залишалося задовільним. Більшість дітей були активними, добре вступали в контакт, відвідували навчальні заклади та гуртки.

Обстеження лімфатичної системи дітей виявило збільшення регіональних лімфовузлів (задньошийних, підщелепних, пахвових, пахвинних) у вигляді мікрополіаденії спостерігалось у 25(80,6%) дітей з ознаками НДСТ та у 4 (22,8%) дітей без НДСТ

Відомо, що лімфоїдні органи дитини відповідають на проникнення інфекційного агенту гіперплазією, яка може утримуватися протягом часу. Лімфаденопатія супроводжує практично будь-який запальний процес в організмі, і в лімфатичних вузлах можуть довго зберігатися віруси та мікроорганізми [20].

У 19(61,3%) дітей з ознаками НДСТ та у 3(15,9%) дітей без НДСТ спостерігалася гіперплазія мигдаликів та зернистість слизової оболонки задньої стінки глотки [19].

Хронічний тонзиліт діагностовано у 21(67,7%) дітей з НДСТ та у 3(15,9%) дітей без дисплазії СТ.

Зміни з боку серця, які проявлялися функціональними шумами на верхівці серця та в V точці Боткіна та деякою приглушеністю серцевих тонів, були зареєстровані у 24 (77,5%) дітей з НДСТ та 4(22,8%) дітей без дисплазії СТ(ДСТ). На електрокардіограмі дітей без ДСТ відмічалися незначні метаболічні зміни у серцевому м'язі, а у дітей з НДСТ спостерігалися також порушення ритму у вигляді синусової браді- та тахіаритмії, провідності – неповна блокади ніжок пучка Гіса.

Артеріальний тиск був знижений нижче вікової межі норми у 22 (71,0%) дітей з ознаками НДСТ та 2(10,5%) дітей без ознак ДСТ. Знижений



артеріальний тиск, у певній мірі, може пояснювати приглушеність серцевих тонів, обумовлених, очевидно, загальною гіпотонією організму та, зокрема, серцевого м'язу.

При клінічному обстеженні дітей на момент обстеження патологічних змін із боку легенів виявлено не було.

При пальпації живота збільшення розмірів печінки, яка в середньому виступала на 1-2 см з-під краю реберної дуги по L.mediaclavicularis dextra спостерігався у 24(77,5%) дітей з ознаками НДСТ та 2(10,5%) дітей без ознак ДСТ. При пальпації у цих дітей край печінки був м'яким, округлим, безболісним. Практично у всіх дітей реєструвалися симптоми Ортнера, Мерфі, Кера-Гаусмана, Єгорова та інші.

УЗД органів черевної порожнини дітей з основної групи дозволило виявити у 100% дискінезію жовчних шляхів (ДЖШ), яка у 2/3 сполучалася з аномалією розвитку жовчного міхура. У дітей без дисплазії сполучної тканини ДЖШ виявлена лише у 22,2%.

У 7(22,6%) дітей з ознаками НДСТ, які скаржилися на болі в животі у зв'язку з прийом їжі, нудоту, зниження апетиту було діагностовано: "Хронічний гастрит, Нр - позитивний", підтверджений гастрофібродуоденоскопією (ГФДС), гістологічним дослідженням слизової оболонки шлунку та дихальним тестом на Нр. У дітей без дисплазії СТ клінічних ознак хронічного гастриту не було.

При пальпації кишечника у 24(77,4%) дітей з ознаками НДСТ та 6(31,6%) дітей без ознак ДСТ відмічалася спазмованість та чутливість сигмовидної кишки. Ці ж діти мали скарги на порушений характер випорожнень. Виявлені зміни з боку кишечника обстежених дітей може бути пояснено порушенням функціонального стану кишечника та явищами дисбіозу.

Проблема дисбіозу шлунково – кишечного тракту, як відомо, в певній мірі пов'язана з частим та не завжди виправданим призначенням антибіотиків широкого спектру дії. Згідно з думкою окремих клініцистів, причиною дисбактеріозу при антибіотикотерапії є загибель нормальної мікрофлори та активізація умовнопатогенних та патогенних мікроорганізмів, зниження активності місцевого імунітету з подальшою сенсibiliзацією організму [9].

Дослідження показників периферичної крові показало різноспрямований характер змін у дітей з ознаками дисплазії сполучної тканини та без них. Так, у 22(71,0%) дітей, що мають ознаки НДСТ спостерігалася анемія I ступеня. У 15(48,4%) дітей цієї ж групи спостерігалася зниження рівня лейкоцитів нижче $5 \cdot 10^9$ кл/л, а підвищення показника лейкоцитів у периферичній крові вище $9,0 \cdot 10^9$ кл/л спостерігалася у 4(12,9%) дітей. У 19(61,3%) дітей відмічалася відносна лімфопенія, а у 9(29,0%) реєструвався відносний лімфоцитоз.

У 2(10,5%) дітей без ознак дисплазії сполучної тканини спостерігалася анемія I ступеня, зниження загальної кількості лейкоцитів нижче $5 \cdot 10^9$ кл/л. У лейкоцитарній формулі крові дітей без дисплазії СТ змін не виявлено.

У 16(51,6%) дітей з НДСТ в анамнезі відмічався геморагічний васкуліт: 4(25%) дитина з шкіряним синдромом, 8(50,0%) дітей з шкіряним, суглобовим та абдомінальним синдромами, а 4(25%) - шкіряним, суглобовим,



абдомінальним, нирковим синдромами. В анамнезі дітей без дисплазії СТ геморагічний васкуліт не зареєстровано.

За допомогою імуноферментного аналізу було проведено кількісне визначення РФ та D-димеру в плазмі крові дітей з НДСТ та дітей без дисплазії СТ. Було встановлено, що концентрація РФ при НДСТ в 3,5 рази більша у порівнянні з контрольною групою дітей без дисплазії СТ ($3,6 \pm 0,6$ мкг/мл та $1,0 \pm 0,1$ мкг/мл відповідно, мал. 1). Концентрація D-димеру в плазмі крові дітей з НДСТ була приблизно в 2 рази більшою у порівнянні з контрольною групою ($51,9 \pm 4,1$ нг/мл та $23,8 \pm 3,8$ нг/мл відповідно, таблиця 1; мал. 1). Одержані дані свідчать про те, що при у дітей з НДСТ спостерігається підвищена активація систем зсідання крові та фібринолізу.

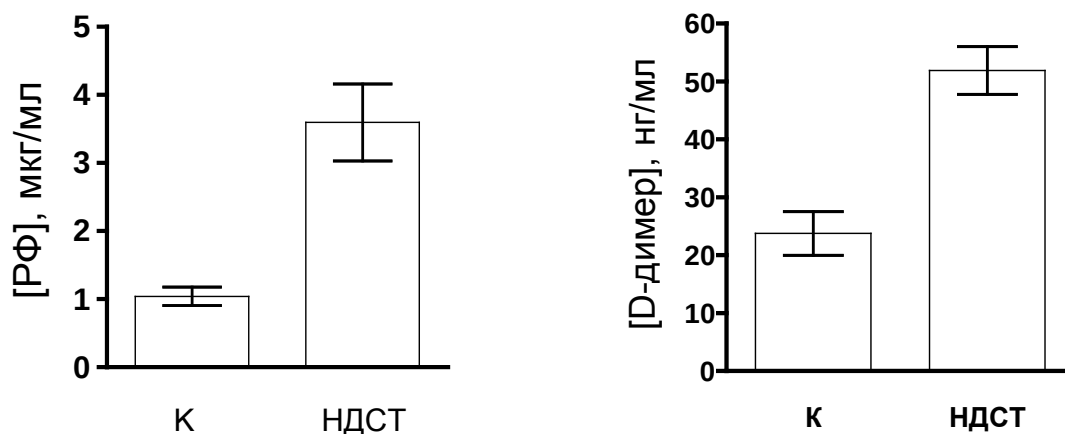
Таблиця 1

Рівень концентрації розчинного фібрину та D-димеру в плазмі крові дітей, ($M \pm m$)

№ п/п	Групи дітей	Розчинний фібрин Мкг/мл	D-димер Нг/мл
1	З ознаками НДСТ n-31	$3,6 \pm 0,6$	$51,9 \pm 4,1$
2	Без ознак НДСТ n-19	$1,0 \pm 0,1$	$23,8 \pm 3,8$

$P_{1-2} < 0,05$

$< 0,05$



Мал. 1. Вміст розчинного фібрину та D-димеру в плазмі крові дітей з НДСТ та без дисплазії СТ (К)

Маркерами розпаду колагену є підвищення виділення з сечею оксипроліну та глікозоаміногліканів, які визначали у обстежених дітей у добовій порції сечі [10,14]. Аналіз результатів біохімічного обстеження виявив у більшості дітей з дисплазією сполучної тканини підвищену порівняно з нормальним рівнем екскрецію оксипроліну та глікозоаміногліканів із сечею (таблиця 2).



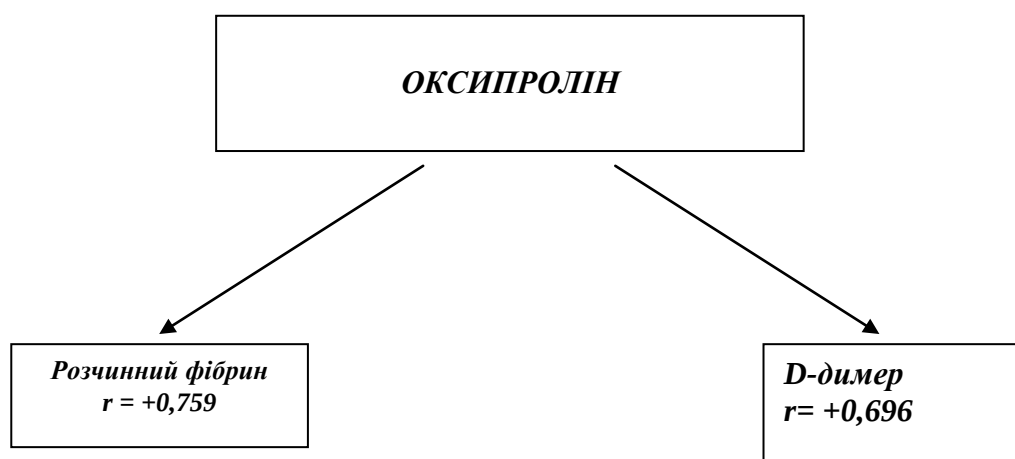
Таблиця 2

Рівень екскреції оксипроліну та глікозоаміногліканів у добовій сечі дітей з НДСТ, (M±m)

№ п/п	Групи дітей	Оксипролін мкмоль/д	ГАГ мкмоль/д
1	З ознаками НДСТ n-31	110,7±0,9	83,0±1,1
2	Без ознак НДСТ n-19	64,4±1,1	50,4 ±1,1

 $P_{1-2} < 0,05$
 $< 0,05$

Проведений кореляційний аналіз дозволив встановити наявність вірогідного прямого зв'язку між рівнем екскреції оксипроліну у добовій порції сечі дітей з НДСТ з одного боку та концентрацією РФ та D-димеру у плазмі крові, з іншого (мал.2).



Мал.2 Кореляційний зв'язок між концентрацією розчинного фібрину, D-димеру та рівнем екскреції оксипроліну дітей з недиференційованою ДСТ

Виділення оксипроліну з сечею у дітей корелює з тяжкістю клінічних проявів НДСТ, що дозволяє в певній мірі прогнозувати порушення в системі згортання крові та фібринолізу при наявності 10 та більше головних фенотипових ознак дисплазії СТ.

Отримані дані про взаємозв'язок між концентрацією РФ та D-димеру в венозній крові та рівнем екскреції оксипроліну з сечею у дітей з недиференційованою ДСТ дозволяють припустити, що підвищений розпад колагену в організмі дітей з НДСТ, зокрема у судинах, сприяє активізації



систем згортання крові та фібринолізу, можливо, створює умови для підвищеного тромбоутворення, розвитку ДВС-синдрому і свідчать про доцільність з профілактичною та лікувальною метою цієї категорії дітей застосовувати препарати, які покращують метаболізм сполучної тканини.

Висновки

1. При наявності у ранньому анамнезі дитини впливу 2 та більше несприятливих чинників на плід, що викликають гіпоксію плоду (загроза викидня, токсикоз першої половини вагітності, вегетативна - судинна дисфункція за гіпотензивним типом у вагітної жінки, недоношеність, пологи шляхом кесаревого розтину та інші) з великою вірогідністю можна прогнозувати народження дитини з проявами НДСТ.

2. НДСТ у дітей супроводжується синдромом хронічної втоми, порушенням різних органів та систем організму, створює умови для формування гострої та хронічної соматичної патології, розвитку алергії, порушень фізичного розвитку та стану дитини в цілому.

3. При НДСТ у дітей спостерігається підвищена активація систем згортання крові та фібринолізу.

4. У дітей з НДСТ спостерігається підвищене виділення оксипроліну, яке корелює з тяжкістю клінічних проявів НДСТ, підвищенням концентрацій РФ та D-димеру, що дозволяє діагностувати загрозу тромбоутворення або розвитку ДВС- синдрому при наявності 10 та більше головних фенотипових ознак дисплазії сполучної тканини

5. Причинний взаємозв'язок між концентрацією РФ та D-димеру в плазмі венозної крові та рівнем екскреції оксипроліну дітей з НДСТ свідчать про доцільність з профілактичною та лікувальною метою застосовувати препарати, які покращують метаболізм сполучної тканини.

Література

1.Гречаніна О.Я., Бугайова О.В., Богатирьова Р.В. Спектр та частота дисплазії сполучної тканини вимагають впровадження скринуючих програм серед новонароджених //Педіатрія, акушерство та гінекологія.-2001. - №2.- С.63

2.Земцовский Э.В. Диагностика и лечение дисплазии соединительной ткани//Медицинский вестник.- 2006.- №11.- С. 11 – 14

3.Инзель Г.Н., Гаглоева Л.М., Ковальский С.В. Диагностическое значение специфических фенотипических маркеров аномалий развития почек, ассоциированных с синдромом дисплазии соединительной ткани // Урология.- 2000. -№3.- С. 8-9

4.Медична лабораторія "Діла". Лабораторные тесты (клиническое использование) [Електронний ресурс] / Медична лабораторія "Діла" // ТОВ "Доктор-Медіа". – 2008.

5.Луговской Э.В., Гриценко П.Г., Луговская Н.Э., Колесникова И.Н., Комисаренко С.В. Молекулярный состав растворимого фибрина и продуктов расщепления фибрина. Методы их количественного определения // Трансфузиология и гематология. – 2006. – №5. – С. 39-43

6.Луговской Э.В., Колесникова И.Н., Луговская Н.Э., Гриценко П.Г.,



Литвинова Л.М., Гоголинская Г.К., Ляшко Е.Д., Костюченко Е.П., Голота В.Я., Курочка В.В., Комисаренко С.В. Растворимый фибрин и D-димер при нормально протекающей беременности и при угрозе её прерывания. // Укр. биохим. журн. - 2006. - **78**, №4. - С. 120-129

7. Миньков И.В. Клиническая классификация синдромов врожденной дисплазии соединительной ткани // *Врачебная практика*. - 1999. - № 5. - С. 31-32

8. Монастирський В. А. Коагулологічні аспекти патогенезу загально патологічних процесів // *Журнал АМН України*. - 2002. - Т. 8. - №2. - С. 238-258

9. Мошчич П.С., Марушко Ю.В. Застосування ЛАН для корекції дисбактеріозів носогорла та кишечника у дітей // *Труди II-ї конференції Асоціації дитячих лікарів України “Лікувально-профілактичне харчування та пробіотики в педіатрії”*, 1-3 червня 1998, м.Київ. - К., 1998. - С.120

10. Перфилов В.П., Перилова Т.Н., Левенец Л.С. Применение бензоилсульфонилхлорида (хлорамина Б) в качестве окислителя при определении оксипролина // *Рационализаторские предложения и изобретения в медицине*. - Б.И., 1974. - С.168

11. Розанова Л.С. Скрининговая диагностика гемостазопатий при мезенхимальных дисплазиях // *Клиническая лабораторная диагностика*. - 1997. - №6. - С. 18

12. Стуров В.Г. Нарушение конечного этапа свертывания крови у детей и подростков с синдромом системной мезенхимальной дисплазии // *Автореф. Дисс.... докт. мед. наук*. - Новосибирск. - 2008. - 47с.

13. Трисветова Е.Л., Бова А.А., Фещенко С.П. Врожденные дисплазии соединительной ткани: клиническая и молекулярная диагностика // *Медицинские новости*. - 2000. - №5. - С.23-29

14. Bitter I., Muir H.A. Modified uronic acid carbosol reaction // *Anal. Biochem.* - 1968. - V.4. - №4. - P.240-244.

15. Bruckner-Tuderman L., Royce P., Steinmann B. et al. Connective tissue and heritable disorders: molecular, genetic and medical aspects. - New-York: Willey-Liss, - 1992. - P. 507-532

16. Goldstein J.A. The diagnosis of chronic syndrome as a limbic encephalopathy // *The CFIDS Chronicle J.CFIDS Association* - 1992. - N 9. - P.20-34

17. Komaroff A.L., Buchwal D.D. Symptoms and signs of chronic fatigue syndrome // *Rev. Infect. Dis.* - 1991. - N 13, Suppl.1. - P.8-11

18. Kulvanemi H., Tromp G., Prockop D. Mutation in collagen genes: causes of rare and some common diseases in humans // *FASEB J.* - 1991. - Vol. 5. - P. 2052 - 2060

19. Prenatal and postnatal changes of the human tonsillar crypt epithelium / G.Choi, Y.L.Suh, H.M.Lee, K.Y.Jung, S.I.Hwang // *Acta Oto-Laryngologica*. - 1996. - N 523, Suppl. - P.28-33

20. Simon M., Borisch B., Heymer B. Epstein-Barr-virus-associated lymphoproliferative syndrome in severe combined immunodeficiency establishment of a lymphoblastoid cell line as an in vitro model for biological and therapeutic studies // *Acta Haematologica*. - 1996. - Vol.96, N 3. - P.170-177



21. Sturov V.G., Chuprova A.V. Dysfibrinogenemia at children: problems of diagnostics, verification and treatment // 7th International winter meeting on Coagulation.- 2006. – La Thuile, Italy.[Abstr. 1764-F1]

22. Sturov V.G., Chuprova A.V. Rare cases of congenital dysfibrinogenemia and thrombophilia at children with a Deep Vein Thrombosis // 7th International winter meeting on Coagulation.- 2006. – La Thuile, Italy.[Abstr. 1739-F3]

References:

1. Grechanina O. Y. The Spectrum and frequency of connective tissue dysplasia require the introduction of screening programs among newborns // Pediatrics, obstetrics and gynecology. - 2001. - vol.2. - p. 63.
2. Zemtsovskiy E.V. Diagnostics and treatment of connective tissue dysplasia / E.V. Zemtsovskiy // Med. bulletin – 2006. - №11 (354). – P.11.-14
3. Inzel T.N. Diagnostic significance of specific genotypic markers of kidneys abnormal development, associated with connective tissue dysplasia syndrome / T.N. Inzel, L.M. Gagloeva, S.V. Kovalskiy // Urology. - 2000. - № 3. - P.8-9.
4. Medical laboratory "DILA". Laboratory tests (clinical use) [Електронний ресурс] / Medical laboratory "DILA" // LLC "Doctor-Media". – 2008.
5. Molecular composition of soluble fibrin and fibrin cleavage products [Електронний ресурс] / [E. V. Lugovskoy, P. G. Gritsenko, N. E. Lugovskaya та ін.] // Transfusiology and Hematology. – 2006.
6. Soluble fibrin and D-dimer at normal pregnancy and pregnancy with risk of fetal loss [Електронний ресурс] / [E. V. Lugovskoy, I. N. Kolesnikova, N. E. Lugovskaya та ін.] // Ukrainian Biochemistry Journal. – 2006.
7. Minkov E. V. Clinical classification of syndromes of congenital connective tissue dysplasia [Електронний ресурс] / Minkov // Medical Practice. – 1999.
8. Monastyrskiy V. A. coagological aspects of pathogenesis of general pathological processes [Електронний ресурс] / Monastyrskiy // Ukrainian Academy of Medical Science Journal. – 2002.
9. The use of LAN for the correction of dysbacteriosis of the nasopharynx and intestines in children [Електронний ресурс] // Proceedings of the Second Conference of the Association of Pediatric Physicians of Ukraine "Therapeutic and Prophylactic Nutrition and Probiotics in Pediatrics. – 1998.
10. Perfilov V. P. The use of benzoylsulfonyl chloride (chloramine B) as an oxidizing agent in the determination of oxypoline [Електронний ресурс] / V. P. Perfilov, T. N. Perilova, L. S. Levenets // Rationalization proposals and inventions in medicine.. – 1974.
11. Rozanova L. S. Screening diagnosis of hemostasopathies in mesenchymal dysplasia [Електронний ресурс] / Rozanova // Clinical laboratory diagnostics. – 1997.
12. Sturov V. G. Disorder of the final stage of blood coagulation in children and adolescents with systemic mesenchymal dysplasia syndrome [Електронний ресурс] / Sturov. – 2008.
13. Trisvetova E.L., Bova A.A., Feshchenko S.P. [Congenital dysplasia of connective tissue: clinical and molecular diagnostics.]. Vrozhdenneye displaziya i soedinitel'nykh tkani: klinicheskaya i molekulyarnaya diagnostika [Medical News]. Medicinskie novosti. 2000; 5: 23-29. (in Russ.).
14. Bitter I., Muir H.A. Modified uronic acid carbosol reaction // Anal. Biochem.-1968.- V.4.- №4.-P.240-244.
15. Bruckner-Tuderman L., Royce P., Steinmann B. et al. Connective tissue and heritable disorders: molecular, genetic and medical aspects. - New-York: Willey-Liss,-1992.-P. 507-532
16. Goldstein J.A. The diagnosis of chronic syndrome as a limbic encephalopathy // The CFIDS Chronicle J.CFIDS Association - 1992. - N 9. - P.20-34
17. Komaroff A.L., Buchwal D.D. Symptoms and signs of chronic fatigue syndrome // Rev. Infect. Dis. - 1991. - N 13, Suppl.1. - P.8-11
18. Kulvanemi H., Tromp G., Prockop D. Mutation in collagen genes: causes of rare and



some common diseases in humans // FASEB J. - 1991. – Vol. 5. - P. 2052 -2060

19. Prenatal and postnatal changes of the human tonsillar crypt epithelium / G.Choi, Y.L.Suh, H.M.Lee, K.Y.Jung, S.I.Hwang // Acta Oto-Laryngologica. - 1996. - N 523, Suppl. - P.28-33

20. Simon M., Borisch B., Heymer B. Epstein-Barr-virus-associated lymphoproliferative syndrome in severe combined immunodeficiency establishment of a lymphoblastoid cell line as an in vitro model for biological and therapeutic studies // Acta Haematologica. - 1996. - Vol.96, N 3. - P.170-177

21. Sturov V.G., Chuprova A.V. Dysfibrinogenemia at children: problems of diagnostics, verification and treatment // 7th International winter meeting on Coagulation.- 2006. – La Thuile, Italy.[Abstr. 1764-F1]

22. Sturov V.G., Chuprova A.V. Rare cases of congenital dysfibrinogenemia and thrombophilia at children with a Deep Vein Thrombosis // 7th International winter meeting on Coagulation.- 2006. – La Thuile, Italy.[Abstr. 1739-F3]

Abstract. *The analysis of the clinical picture of children with undifferentiated dysplasia of connective tissue aged 6-12 years is carried out. It was shown that the formation of UCTD depends on the influence of 2 or more unfavorable factors of hypoxic genesis on the fetus. UCTD in children is accompanied by chronic fatigue syndrome, disorders of various organs and systems of the body. It also creates conditions for the formation of acute and chronic somatic pathology, development of allergies, physical development disorders and state of the health of the child as a whole. In children with UCTD, increased activation of blood coagulation and fibrinolysis systems is observed.*

Key Words: *children, undifferentiated connective tissue dysplasia, soluble fibrin, D-dimer*

Статья отправлена 11.10.19
Васюкова М.М.

**DIFFERENTIAL RECYCLING WATER SUPPLY SYSTEMS****ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ ОЧИСТКА ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ВОДЫ В СИСТЕМАХ
ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ****Shandyba A.B. / Шандыба А.Б.***Ph.D., assistant prof. / к.т.н., доцент**Sumy National Agrarian University, Sumy, Kondrat'ev St. 160, 40021*

Аннотация: В современных производствах широкое применение нашли главным образом локальные одно- и двухступенчатые оборотные системы в режиме с продувкой циркуляционного контура и/или с использованием реагентов. Характерным примером дифференцированного накопления и удаления загрязнений является оборотная система водяного охлаждения теплонагруженных поверхностей. Здесь в качестве основного легкоудаляемого компонента выступает температурное загрязнение, а тяжелоудаляемого – соли жесткости, накопление которых приводит к инкрустации элементов системы. В этом случае, если для охлаждения воды предусмотрена градирня, то минерализация ограничивается лишь продувкой системы. Применение ингибирующих добавок приводит к установлению солевого баланса в системе за счет гидравлического выноса в градирнях (то есть специфической продувки, пропорциональной соответствующему повышению допустимой минерализации циркуляционной воды), но без применения специализированных очистных стабилизационных установок.

Ключові слова: очистка циркуляционной воды, системы оборотного водоснабжения, качество очистки оборотной воды.

**1. Теоретическое обоснование дифференцированных систем
оборотного водоснабжения. Постановка задачи исследования**

Принимая во внимание традиционные схемы оборотного водоснабжения, во многих случаях продувку можно полностью исключить дополнительной байпасной степенью корректировки солесодержания оборотной воды на основе различных видов термореагентной обработки, ионного обмена, гиперфльтрации и других методов глубокой очистки [1], [2], [3]. В связи со значительной стоимостью устройства и эксплуатации замкнутых водооборотных систем, возникает проблема максимального сокращения гидравлической нагрузки на более дорогие и энергоемкие аппараты корректировки солесодержания. В таком случае рациональным решением может быть применение байпасной ступени дифференцированной очистки и стабилизации оборотной воды при условии баланса поступления и извлечения лимитирующего компонента загрязнения согласно уравнению:

$$C'_i E_i Q + C_i E_{in} Q_n = (r + g) C_{io} + M_i - G_i, \quad (1)$$

где: Q , Q_n – соответственно, общая производительность оборотной системы и производительность n -й ступени очистки; E_i – эффективность очистки i -го компонента на первой ступени системы; E_{in} , C_{in} – соответственно, эффективность очистки и концентрация i -го компонента в циркуляционной воде, которая поступает на n -ую ступень системы; C'_i , C_i – соответственно, максимальная продувочная концентрация i -го компонента на первой ступени системы и текущая его концентрация перед n -й (байпасной) ступенью очистки и стабилизации; C_{io} – начальная его концентрация i -го компонента в подпиточной свежей воде; r , g – соответственно, потери



циркуляционной воды на испарение и гидравлический вынос; M_i - интенсивность поступления i -го компонента в систему от технологического процесса; G_i - интенсивность потерь i -го компонента в цикле.

Для оценки возможности снижения расчетного расхода Q_n относительно специализированного очистного сооружения n -ой ступени исключим гидравлические потери, то есть $(r + g) = 0$. Тогда, учитывая специализацию очистного сооружения n -ой ступени, которая предусматривает эффективную очистку i -го лимитирующего компонента, из левой части выражения (1) получим условие двухступенчатой дифференцированной очистки и стабилизации циркуляционной воды в байпасном контуре.

На первом этапе исследований была поставлена задача теоретически обосновать саму возможность раздельной очистки со значительным уменьшением расхода воды, подаваемой на вторую ступень и соответствующим сокращением затрат. На примере технологических процессов металлообработки и мелиоративных оборотных систем были получены обнадеживающие результаты по экономии воды и энергоресурсов.

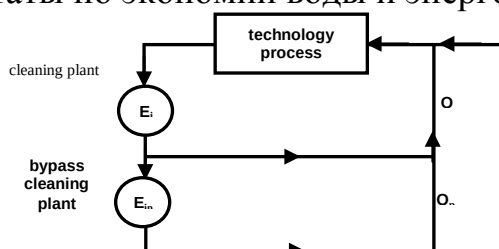


Рис.1 Принципиальная схема очистки и стабилизации оборотной воды

1. Применение эрлифтов для циркуляции технологического раствора

Эрлифты являются специальным видом насосов, в которых одновременно осуществляется циркуляция и перемешивание растворов при промывке, пассивировании и нанесении функциональных покрытий на поверхность стального проката или металлоизделий (рис.2). Разработанные на кафедре охраны труда СНАУ компактные установки отличаются простотой конструкции, надежностью в эксплуатации и могут применяться для загрязненных растворов с абразивными компонентами. Одна из наиболее экономичных промышленных промывных установок [1], [2], [3], [4], [5], [6] состоит из ванны 1 с сборными водосточными желобами 2, разделенная перегородкой 3 на секции, каждая из которых оборудована циркуляционным эрлифтом 4, соединенным с перфорированной распределительной трубой 5. При подаче сжатого воздух образуется водовоздушная смесь, которая через отверстия распределительных труб поступает в секции ванны. Турбулизация раствора вблизи распределительных труб приводит к интенсивному смыву загрязнений с поверхности обрабатываемого металлокорда или других металлоизделий. Часть загрязненной промывной воды из первой секции по ходу движения металлокорда поступает в цеховую канализацию и далее на дифференцированную очистку с байпасом.

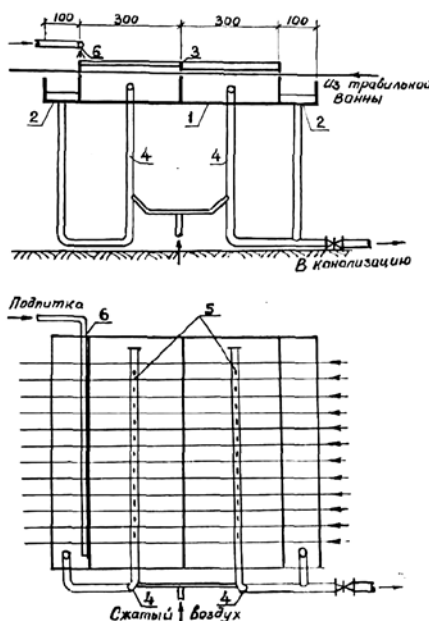


Рис.2. Установка для обработки поверхности металлокорда

Компенсация продувочных расходов на первой секции промывки обеспечивается за счет перетекания менее загрязненной воды из второй степени через гребневую перегородку 3, что разделяет секции. Подпитка второй секции осуществляется из душевого коллектора 6. Преимуществам подобной системы следует отнести низкое рабочее давление воздуха, что позволяет использовать вместо компрессорного сжатого воздуха относительно дешевый воздух центробежных воздуходувок. В результате проведенных исследований было установлено, что существующие полуэмпирические модели процесса нуждаются в уточнении для коротких циркуляционных эрлифтов. Рассмотрим некоторые гидравлические особенности работы эрлифта в промывных установках такого типа. Из опыта эксплуатации известны специфические гидродинамические явления, которые происходят с водовоздушной смесью при движении ее внутри подающей трубы. Одним из них есть то, что сжатый воздух после смешивания с водой поднимается вверх быстрее, чем вода, которая вовлекается в это движение и вследствие этого наблюдается так называемое "проскальзывание" потоков. При увеличении части воздуха в водовоздушной смеси, потери энергии, вызванные относительным движением воды и воздуха, в общем балансе будут превалировать над потерями трения о стенки подающей трубы и происходит существенное снижение к.п.д эрлифтной установки.

Следует отметить также, что относительное движение воды и воздуха в поднимающей трубе наблюдается независимо от того, заполненной воздухом все пересечение трубы, или воздух поднимается отдельными пузырьками. Количественное соотношение плотности воздуха и воды в водовоздушной смеси, которая создается эрлифтом, можно оценить следующим выражением:

$$\rho_c = \rho \frac{q}{q + kQ} \quad (2)$$

где, соответственно, ρ , ρ_c – соответственно, плотность воды и водовоздушной смеси; q , Q – расходы воды и воздуха соответственно; k – гидродинамический



коэффициент, характеризующий относительное количество воздуха, который создает водовоздушную смесь (к.п.д. смешивания).

Следует заметить, что подъем промывной жидкости на высоту h возможен лишь при выполнении условия, $\rho_c = \rho \frac{H}{h+H}$ (3)

где: H - глубина погружения воздушного патрубка относительно уровня воды в секции; h - рабочая высота подъема, который равняется разнице уровней воды в секции и сборном водосточном желобе. С другой стороны, расход воздуха, который приходит в эрлифт, зависит от глубины погружения воздушного патрубка и расчетного давления, создаваемого воздухоподувкой,

$$Q = \mu S_0 \sqrt{2g(H_0 - H)} \quad (4)$$

где: μ - коэффициент расхода; S_0 - площадь сечения воздушного патрубка; H_0 - расчетный напор воздухоподувки.

С учетом приведенных зависимостей (2-4) можно записать

$$\alpha = \frac{H}{H+h} = \frac{q}{q + A\sqrt{H_0 - H}} \quad (5)$$

где: μ - часть воздуха в водовоздушной смеси (водовоздушное отношение); A - параметр производительности эрлифта.

Окончательное выражение, удобное для обработки экспериментальных данных, будет иметь вид: $\frac{1-\alpha}{\alpha} q = A\sqrt{H_0 - H}$ (6)

Результаты промышленных испытаний предложенной конструкции [2] при минимальном количестве секций обработки (предыдущая и чистовая) и относительной глубине погружения воздушного патрубка в пределах 0,45 - 0,90 подтвердили ее адекватность для численного значения параметра эрлифта $A = 0,65$.

2. Результаты промышленных испытаний дифференцированной очистки в системе оборотного водоснабжения

Как известно, уровень требований к качеству очистки оборотной воды, очищенной от взвешенных веществ, определяется спецификой технологического процесса, а также интенсивностью накопления и удаления загрязнений в цикле [1], [2]. При этом сброс избыточных продувочных вод в систему коммунальной канализации обычно ограничивается максимальной концентрацией 300 - 500 мг/л для первой ступени цикла, хотя некоторые водопотребители допускают содержание взвешенных до 150 мг/л. Однако большинство технологических процессов требуют, чтобы этот показатель не превышал 20 - 40 мг/л. Так, согласно лабораторному анализу загрязненность сточных вод электродного производства Череповецкого сталепрокатного завода (РФ) при среднем водоотведении 120 м³/час составляет [мг/л]: взвешенные вещества 850 - 110; хром общий 4 - 16; марганец 0,5 - 7; силикаты 12 - 33; кальций 90 - 210; хлориды 6 - 40; PH 8 - 8,3.

С целью повышения эффективности [3], [4], [5], [6] очистки оборотной воды на существующих производственных площадях предложено применить двухступенчатую схему осветления «гидроциклон-фильтр».



Согласно предлагаемой схеме, исходная вода, поступающая от участков цеха по напорным трубопроводам в пульподелитель (приемник) распределяется между гидроциклонами ГЦ – 1, 2, расположенными по оси центральных опорных колонн (Рис.3). Количество (2 шт.) и диаметр гидроциклонов (2,4 м) выбраны с учетом общей производительности и удельной гидравлической нагрузки порядка 5,5 м³/м²•час, расстояния между колоннами и стесненных условий монтажа оборудования. Эффективность осветления в безнапорных гидроциклонах при номинальной нагрузке составляет 70 – 85 %, что обеспечивает снижение концентрации взвеси в очищенной воде с 800 – 100 мг/л до 200 – 250 мг/л. Улавливаемый в гидроциклонах осадок отводится в действующий горизонтальный отстойник, используемый в качестве 2-секционного осадкоуплотнителя с грейферной выгрузкой осадка. Объемный расход осадка с концентрацией твердого 6 – 10 г/л не превышает 8 – 10 % расхода сточных вод, что составляет 10 – 12 м³/час. Предварительно очищенная вода из гидроциклонов первой ступени поступает на фильтры 1,2,3 с плавающей пенополистирольной загрузкой. Эффективность очистки в условиях нисходящего фильтрационного потока не менее 85 %, при этом содержание взвеси в фильтрате снижается соответственно до 20 – 40 мг/л (Табл. 1).

Табл.1.

Результаты двухступенчатой очистки сточных вод электродного цеха от взвешенных веществ

Концентрация взв. в-в в исходной воде мг/л	Время отстаивания, мин.	Концентрация взв. в-в в пробе на глубине, мм	Эффект. осветл. %	Концентрация взвеш. веществ	
				песок	пенополист.
		300 / 100		0,5 0 - 1 мм	0,5 – 1,5 мм
1080	5	404/368		15	43
	10	295/271		15	33
	30	270/246	76	11	27
1022	5	353/310		16	37
	10	306/298		12	30
	30	237/200	80	10	24
780	5	328/294		16	37
	10	280/269		13	31
	30	174/155	80	10	22

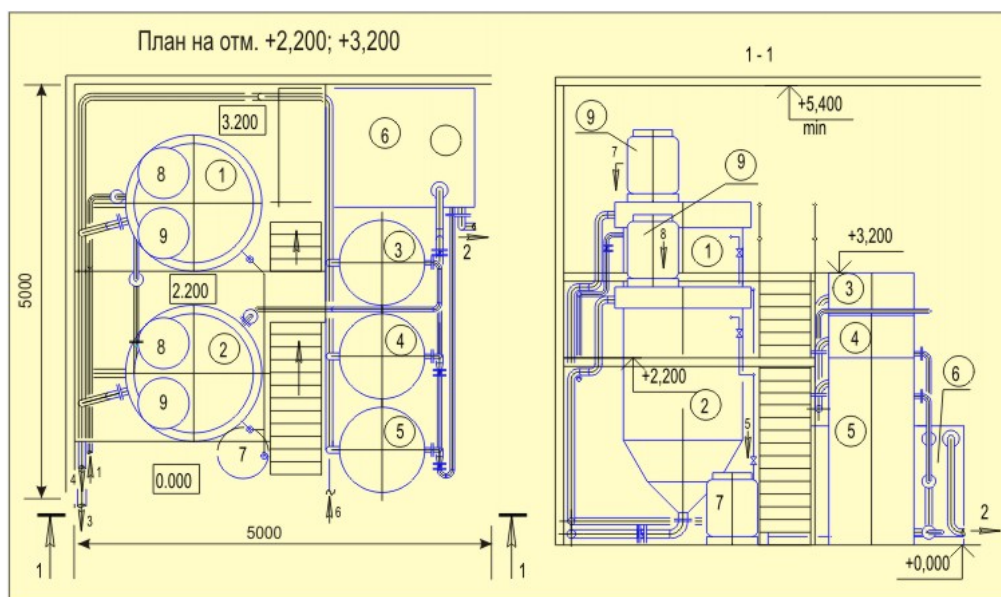


Рис. 3 Схема расположения очистных сооружений системы оборотного водоснабжения

3. Мелиоративная циркуляционная промывка загрязненных почв [3]

Промывная вода по распределительной системе лотков подается на загрязненный участок, ограниченный геомембранными экранами, препятствующими притоку грунтовых вод извне. Уровень промывных вод в пределах участка поддерживается ниже уровня грунтовых вод системой горизонтального дренажа, связанного с приемным колодцем, оборудованным циркуляционным насосом.

Разделение оборотного контура на две ступени позволяет снизить расход циркуляционной воды на байпасной линии и сэкономить эксплуатационные расходы. В отдельных случаях, если интенсивность накопления загрязнений невелика, можно ограничиться продувкой системы. Но рекомендуемым вариантом следует принять грубую механическую очистку основного объема циркуляционной воды на первой ступени и более качественную стабилизационную обработку на второй байпасной линии. Естественно, должен соблюдаться баланс поступления и удаления загрязнений из системы.

ВЫВОДЫ. При дифференцированной обработке байпасного потока воды достигается стабилизация всей циркуляционной системы за счет более эффективной очистки меньшего объема воды и удаления лимитирующих загрязнений из оборотного цикла. Техничко-экономическая эффективность интенсификации обработки металлоизделий в ваннах непрерывно-травильных агрегатов за счет использования короткого эрлифта достигается в комплексе водооборотной системы с локальными очистными сооружениями. Определены гидродинамические параметры работы коротких эрлифтов в промывных противоточных многоступенчатых ваннах обработки поверхности металлокорда. Предложена система дифференцированной очистки промывной воды в процессах мелиоративной рекультивации загрязненных почв.



Таблица 2.

Результаты дифференцированной промывки грунтов от растворимых загрязнений

Experiment number	Stage number	Water volume ml	Effluent concentration, g/l	Mass of removed pollutant, mg (# total)
1	2	3	4	5
1a	1	100	2,56	256
	2	200	0,33	66 # 322
1b	1	200	1,75	350
	2	100	0,68	68 # 418
2a	1	100	2,33	233
	2	200	0,29	58 # 291
2b	1	200	1,78	356
	2	100	0,52	52 # 408
3a	1	100	2,21	221
	2	200	0,38	76 # 297
3b	1	200	1,72	344
	2	100	0,67	67 # 411
4a	1	100	2,25	225
	2	200	0,38	76 # 301
4b	1	200	1,83	366
	2	100	0,60	60 # 426
5a	1	100	2,13	213
	2	200	0,41	82 # 295
5b	1	200	1,69	338
	2	100	0,75	75 # 413
6a	1	100	2,18	218
	2	200	0,43	86 # 304
6b	1	200	1,67	334
	2	100	0,72	72 # 406
7a	1	100	2,05	205
	2	200	0,49	98 # 303
7б	1	200	1,64	328
	2	100	0,71	71 # 399
8a	1	100	2,29	229
	2	200	0,36	72 # 301
8б	1	200	1,73	346
	2	100	0,64	64 # 410

Литература:

1. Shandyba A.B. Ecology Forecast for Migration of the Chemical Substances into Ground and Surface Water.- Fresenius Environ. Bull.- Basel, Switzerland.-



1995.- vol.4, pp. 80-85.

2. Shandyba A.B., Vakal S.V., Chivanov V.D. Pollution Removal by Washing of Contaminated Soils.- in Proc. GREEN2 Int. Symposium “Contaminated and derelict land”.- Krakow, Poland.- 1997.- pp.313-316.

3. Tolbatov A.V. Improving the information support of management of agricultural enterprises through innovations / O.B. Viunenko, M.M. Ruban, H.A. Smoliarov, I.H. Smoliarov, A.V. Tolbatov, V.A. Tolbatov, S.V. Tolbatov // SW Journal Agriculture. Scientific world, Ivanovo, 2015. – Volume J21509 (9). [November 2015]. – P. 8–13. – URL: <http://www.sworld.com.ua/e-journal/j21509.pdf>

4. Tolbatov A.V. Organization of investments support in innovation activities of agriculture of the region / A.V. Tolbatov, G.A. Smolyarov, V.A. Yefanov, Y.G. Smoliarov, V.A. Tolbatov, M.N. Ruban, S.V. Tolbatov // SW Journal Management and Marketing. – Scientific world, Ivanovo, 2016. – Volume 07 J116 (10). [May 2016]. P. 3–9. – URL: <http://www.sworld.com.ua/e-journal/j11607.pdf>

5. Tolbatov A.V. Development concept modeling of business processes of modern industrial enterprises in terms of theoretical and legal approaches to the analysis information security / A.V. Tolbatov, V.A. Tolbatov // International scientific-technical magazine Measuring and computing devices in technological processes. – Khmel'nyts'kyy, 2017. – №1 –P.196–199.

6. Tolbatov A.V. Functional modeling – methodological basis for investigation of business processes at industrial enterprises / A.V. Tolbatov, S.V. Tolbatov, O.O. Tolbatova, V.A. Tolbatov // International scientific-technical magazine Measuring and computing devices in technological processes. – Khmel'nyts'kyy, 2017. – №3 – P.186–189.

Abstract. The use of recycling water supply systems under non-blowing operation results in the contaminants accumulation and exceeding concentration limits for circulation water). Balance of accumulation and contaminant removing is provided by treatment plants (cleaners) which usually are special-purposed for several contaminants. However, it is necessary to remove all dangerous limited components from circulation water. Moreover, a different intensity of a different contaminants accumulation in circulation water must be compensated by means of an adequate intensity of removing these components from water on the treatment stages.

Key words: circulation water treatment, water recycling systems, quality of water recycling.



УДК 636.041

**JUSTIFICATION OF THE STRUCTURAL PARAMETERS OF THE
BUNKER OF THE WEIGHT DOSIER OF THE TECHNOLOGY OF
PRODUCTION OF THE COMPOUND FEEDING IN THE ECONOMY
ОБГРУНТУВАННЯ КУНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ БУНКЕРА ВАГОВОГО
ДОЗАТОРА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ В УМОВАХ
ГОСПОДАРСТВА**

Yatsenko Yu. V. / Яценко Ю.В.*aspirant / здобувач***Piskun V.I./Піскун В.І***doctor of agricultural sciences /д.с.з.н**Institute of Animal Science of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,**Kharkiv, Animals 1-A 61026**Інститут тваринництва Національної академії аграрних наук ,**Харків, ул. Тваринників 1-А, 61026*

Анотація. В роботі розглянуто обґрунтування конструктивних параметрів бункера вагового дозатора з оптимізацією площі бокової поверхні для оригінальної технології виробництва комбікормів в умовах господарства проведено. Мінімальна площа бокової поверхні склала $4,23 \text{ м}^2$ при об'ємі бункера $0,54 \text{ м}^3$, та обмеження кут нахилу частини бічної поверхні бункера $\alpha=60^\circ$, ширина бункера $X_1=0,7 \text{ м}$; висота прямої частини бункера не більше або дорівнює $0,9 \text{ м}$. Представлено вигляд натурального зразка вагового дозатора

Ключові слова: технологія, комбікорм, ваговий дозатор, конструктивні параметри, бокова поверхня.

Вступ.

Вітчизняна і світова практика свідчить, що комбікорми необхідно виробляти по двох напрямках: складні комбікорми і білково вітамінні добавки (БВД) – на комбікормових заводах, а більш прості – на базі промислових БВД і білково вітамінні мінеральних добавок (БВМД в) господарствах. Комбікорми, приготовлені безпосередньо в господарстві у 1,5 – 2 рази дешевші від заводських. Тому їхнє виробництво на фермах і міжгосподарських комбікормових підприємствах стало умовою підвищення рентабельності галузей тваринництва. [1, 2].

Мета досліджень.

Обґрунтування конструктивних параметрів бункера вагового дозатора технології виробництва комбікормів умовах господарства.

Основний текст.

Нами запропонована оригінальна технології виробництва комбікормів в умовах господарства з навантаженим резервуванням змішувачів. Технологія виробництва комбікормів яка включає таке основне обладнання: навантажувач зерна; наддробарковий бункер; дробарку; норію, бункери інгредієнтів комбікормів, кожен з яких має вивантажувальні шнеки, пересувний ваговий дозатор, який забезпечує вивантаження компонентів сировини в двох протилежних напрямках, та установлено з можливістю пересування уздовж витратних бункерів; завантажувальні шнеки; та змішувачі інгредієнтів комбікормів на два, більше ніж вагових дозаторів, вивантажувальні шнеки. Для



практичної реалізації технології був розроблений пересувний ваговий дозатор, який забезпечує вивантаження компонентів сировини в двох протилежних напрямках (рис. 1.)

Перед виготовленням вагового дозатора провели оптимізацію конструктивних параметрів бункера 1 зокрема бокової поверхні (рис. 1). Було отримано вираз для функції двох змінних:

$$S_{(X_1 X_2)} = \frac{3X_1^4 + 8\sqrt{3}X_1^3 X_2 + 16X_1^2 X_2^2 + 24VX_1 + 16VX_2}{2X_1(4X_2 + \sqrt{3}X_1)} \quad (1)$$

де V - об'єм бункера; X_1 - ширина бункера; X_2 - висота прямої частини бункера.

Шукали частинні похідні за X_1 та X_2 :

$$\frac{\partial S}{\partial X_1} = \frac{(12X_1^3 + 24\sqrt{3}X_1^2 X_2 + 32X_1 X_2^2 + 24V) \cdot 24X_1(4X_2 + \sqrt{3}X_1) - (3X_1^4 + 8\sqrt{3}X_1^3 X_2 + 16X_1^2 X_2^2 + 24VX_1 + 16VX_2) \cdot (8X_2 + 4\sqrt{3}X_1)}{4X_1^2(4X_2 + \sqrt{3}X_1)^2}; \quad (2)$$

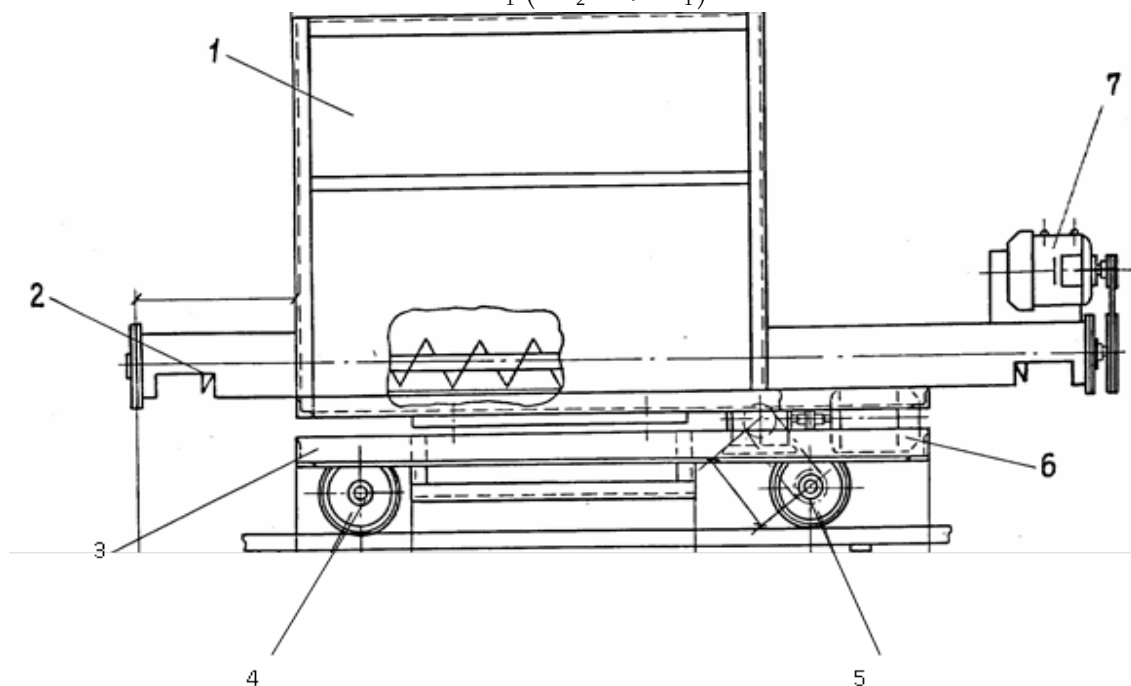


Рис. 1. Схема вагового дозатора:

1 – бункер вагового дозатора; 2 – вивантажувальний шнек;

3 – платформа з тензодатчиками; 4 – ведена вісь візка; 5 – ведуча вісь візка; 6 – електропривод візка; 7 – електропривод вивантажувального шнека.

Авторська

$$\frac{\partial S}{\partial X_2} = \frac{(8\sqrt{3}X_1^3 + 32X_1^2 X_2 + 16V) \cdot (4X_2 + \sqrt{3}X_1) - (3X_1^4 + 8\sqrt{3}X_1^3 X_2 + 16X_1^2 X_2^2 + 24VX_1 + 16VX_2) X_4}{2X_1(4X_2 + \sqrt{3}X_1)^2} \quad (3)$$

та прирівняли їх до нуля. Отримали єдиний розв'язок:



$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial X_1} = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial X_2} = 0 \end{cases} \quad \frac{\partial S}{\partial X_2} = 0 \quad (24) \quad X_1 = \frac{3+\sqrt{3}}{33} \sqrt[3]{363V(13-7\sqrt{3})}; \quad (25) \quad X_2 = \frac{1}{11} \sqrt[3]{363V(13-7\sqrt{3})}. \quad (4)$$

На основі математичного пакет MATLAB була розроблена програма для оцінки бокової поверхні бункера вагового дозатора для об'ємів $0,54 \text{ м}^3$; $1,0 \text{ м}^3$; $1,5 \text{ м}^3$ та $2,0 \text{ м}^3$ з трьома варіантами обмежень. Результати визначення наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати оптимізації бокової площі вагового дозатора

Об'єм бункера, м^3	Варіант з обмеження $\alpha=60^\circ$, $X_2+h \leq 0,95 \text{ м}$					Варіант з обмеження $\alpha=60^\circ$, $X_1=0,7 \text{ м}$; $X_2+h \leq 0,95 \text{ м}$				
	Довжина a , м	Ширина X_1 , м	Висота X_2 , м	Висота h , м	Мінімальна площа поверхні, м^2	Довжина a , м	Ширина X_1 , м	Висота X_2 , м	Висота h , м	Мінімальна площа поверхні, м^2
0,54	1,145	0,758	0,293	0,657	4,221	1,193	0,7	0,344	0,606	4,230
1,0	2,063	0,808	0,251	0,699	7,001	2,209	0,7	0,344	0,606	7,062
1,5	3,068	0,824	0,236	0,714	10,014	3,313	0,7	0,344	0,606	10,140
2,0	4,076	0,832	0,229	0,721	13,026	4,417	0,7	0,344	0,606	13,218

Авторська розробка

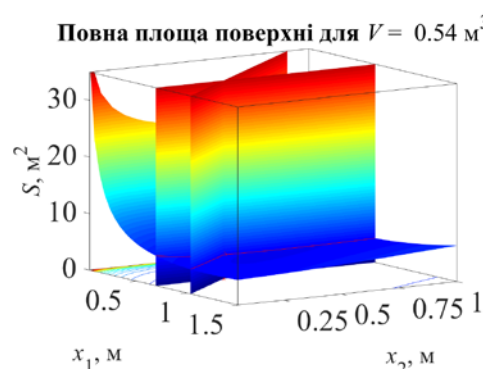
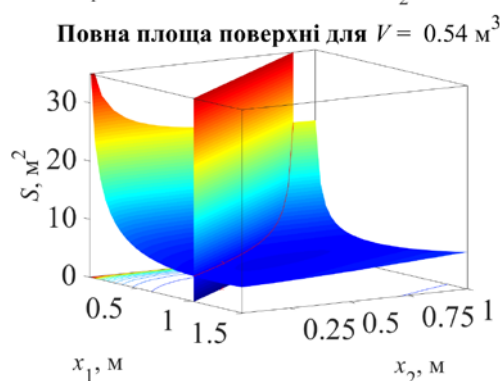
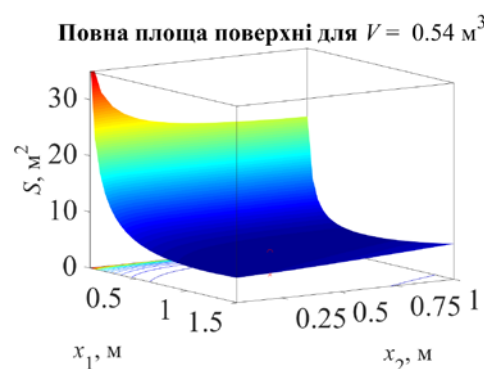


Рис. 2. Поверхні цільових функцій для об'єму $0,54 \text{ м}^3$ при обмеженнях
 а - $\alpha=60^\circ$; б - $\alpha=60^\circ$ і $X_2+h \leq 0,95$; в - $\alpha=60^\circ$, $X_1=0,7 \text{ м}$; $X_2+h \leq 0,95 \text{ мм}$

Авторська розробка



Були отримані поверхні цільових функції для цих об'ємів. На рис. 2, як приклад, представлені поверхні цільових функції для об'єму $0,54 \text{ м}^3$.

На основі проведених досліджень був виготовлений та змонтований в технологічній лінії ваговий дозатор (рис.3)

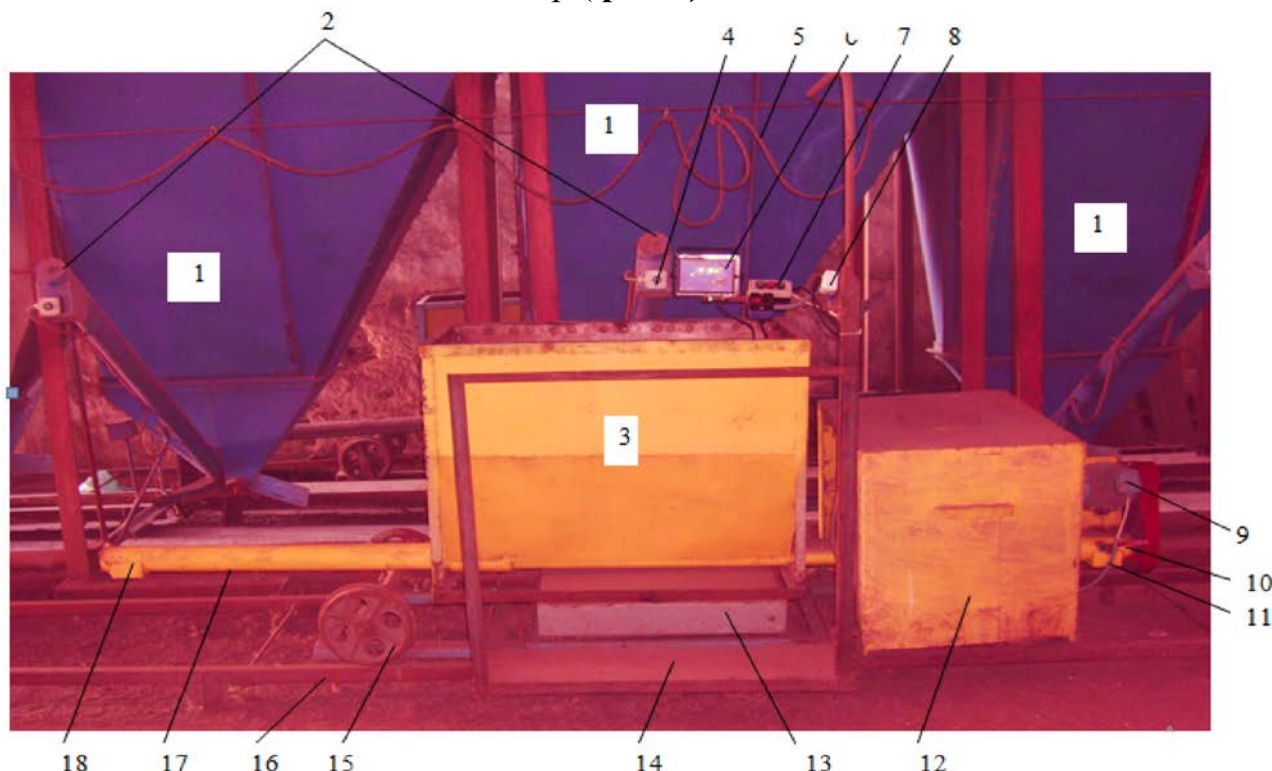


Рис. 3 Загальний вигляд вагового дозатора:

1 – бункери інгредієнтів комбікормів; 2 – шнеки для завантаження інгредієнтів комбікормів до вагового дозатора; 3 – бункер вагового дозатора; 4 – кнопка керування шнеком завантаження інгредієнтів комбікормів; 5 – кабель живлення вагового дозатора; 6 – блок керування та індикації тензовагів; 7 – пульт керування; 8 – пост підключення електроживлення блока керування та індикації тензовагів; 9 – електропривод вивантажувального шнека; 10 – вивантажувальний шнек; 11 – розвантажувальне вікно шнека; 12 – кожух приводу візка; 13 – платформа тензовагів; 14 – платформа оператора; 15 – візок; 16 – колії; 17 – вивантажувальний шнек; 18 – розвантажувальне вікно.

Авторська розробка

Заключення та висновки

Були отримані, для оригінальної технології виробництва комбікормів в умовах господарства, конструктивні параметри бункера вагового дозатора з оптимізацією площі бокової поверхні. Мінімальна площа бокової поверхні склала $4,23 \text{ м}^2$ при об'ємі бункера $0,54 \text{ м}^3$, та обмеження кут нахилу частини бічної поверхні бункера 60° , ширина бункера $0,7 \text{ м}$; висота прямої частини бункера не більше або дорівнює $0,9 \text{ м}$. Представлено загальний вигляд натурального зразка вагового дозатора



Література :

1. Столяров Г. Сбалансированные комбикорма - залог высокопродуктивного животноводства. Комбикорма. 2004. № 8. С. 41 – 42
2. Сыроватка В.И. Машинные технологии приготовления комбикормов в хозяйствах. Москва : ГНУ ВНИИМЖ, 2010. 248 с.

References:

1. Stoljarov G. (2004). Sbalansirovannye kombikorma - zalog vysokoproduktivnogo zhivotnovodstva [Stolyarov G. Balanced feed - the key to highly productive livestock]. Kombikorma [Compound feed], issue 8, pp. 41–42 [in Russian].
2. Syrovatka V.I. (2010). Mashinnye tehnologii prigotovleniya kombikormov v hozjajstvah [Machine technology for the preparation of animal feed in farms]. Moscow : GNU VNIIMZh [in Russian].
<https://www.twirpx.com/file/1866990/>

Abstract. The practice and practice of combining feeds need to be done in two straightforward ways: folding feeds and supplements and supplements (BVDs) - at feed mills, and most of them - at state-owned supplements and supplements. Compound feeds prepared without delay in state gifts at 1.5 - 2 times and cheap at the factory. In addition to the fact that virobnitstvo farms and farms of the combined feed and feed industry have become the brain of profitable profitability of galleys of creation

The original technology of viral feed production has been propounded in the minds of the state thanks to the provision of reserve reserves. Technology virobnitstva kombikormiv yak including ϵ such as the main possession: Navantazhvach grains; super-bunker hopper; a knocker; norm, a bunker of an integrated feed, leathers of different kinds of augers, a reddish vagovy dispenser, a kind of safety vivantazheny components of a syrovini in two rotary strands, that was installed with a possible redundancy; zavantazhuvalny screws; there are two, more than two lower batchers, vivantazhuvalny augers. For practical realizatsii technology buve of crushing, overdriving vagovy dispenser, a kind of safe installation of syrovini components in two strand strands.

The design parameters of the hopper of the carriage dispenser with optimization of the area of the side surface have been carried out. The minimal area of the lateral surface piled up 4.23 m² with a bunker volume of 0.54 m³, which is separated, while the bulk of the bunker surface is 600, the width of the bunker. 0.7 m; the height of the straight part of the bunker is not greater than the height of 0.9 m. The view is presented of a natural view of the vagina of a vaginal dispenser

Key words: technology, compound feed, weight dispenser, design parameters, lateral surface

Стаття відправлена: 04.10.2019 р.
Яценко Ю.В., Піскун В.І.



УДК 004.2

**INVESTIGATION OF THE FEATURES OF THE STEPPER ROBOT
MOVEMENT****ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЯ ШАГОВОГО РОБОТА****Lvovich I.Ya. / Львович И.Я.***d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

SPIN: 5881-4289

*Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Lenina, 73a, 394043**Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, ул.Ленина, 73а, 394043***Lvovich Ya.E. / Львович Я.Е.***d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

SPIN: 9029-3251

*Voronezh state technical university, Voronezh, Moskovskiy 14, 394026**Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Московский пр. 14,
394026***Preobrazhenskiy A.P. / Преображенский А.П.***d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-6911-8053

SPIN: 2758-1530

*Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Lenina, 73a, 394043**Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, ул.Ленина, 73а, 394043***Preobrazhenskiy Yu.P. / Преображенский Ю.П.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

SPIN: 0000-0000-0000-0000 (указать свой номер, если нет – удалить строку)

*Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Lenina, 73a, 394043**Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, ул.Ленина, 73а, 394043***Choporov O.N. / Чопоров О.Н.***d.t.s., prof. / д.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-3176-499X

SPIN: 4294-9831

*Voronezh state technical university, Voronezh, Moskovskiy 14, 394026**Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Московский пр. 14,
394026*

Abstract. The paper describes the main characteristics that relate to the movement of a stepping robot. Applications for walking machines are given based on appropriate scheme. Management system requirements are shown. Development of the shortest path search algorithm is carried out. Two variants are shown - the movement using the Dejkstra method, the movement bypassing obstacles.

Key words: step robot, movement, modeling.

Introduction.

Simulation, simulation and analysis of robot motion for production purposes is an integral part of robotics because experimenting with realistic models is a time-consuming process. The ability to perform real-time simulations becomes particularly important later in the design process. The final scheme can be tested before proceeding with expensive laboratory tests [1-3]. Simulation is an important sequence for observational robotics that evaluates, predicts robot behavior, in addition to



verification and optimization. The possibility of simulation opens up a wide range of options for solving many problems creatively [4, 5]. You can explore, design, and test an object even if it doesn't already exist. Robotic mechanisms are mainly used in situations where the process requires high precision, and has a short cycle time, so robots are popular as part of Assembly lines.

Over the years, the use of robots in various areas of human activity, whether in industry [6, 7] or everyday use, has become increasingly prominent. One of the fastest growing field of robotics is mobile robotics. Mobile robotics can be divided into two classes. The first class are remotely operated robots by the operator, and the second class are robots capable of performing certain actions offline. In most cases, the robot is controlled by a human operator at the level of movements, while the person is required to continuously monitor the robot and operational control of its actions [8-10].

To date, stepper motors are widely used in numerical control machines, printers, in everyday life. The stepper motor can also be used for conveyor line applications such as food processing.

This problem is also handled by the servo and drive with asynchronous motor, with the appropriate setting.

It would be tempting to use stepper motors as the power drive of transport systems, because the system with stepper motors is positioned without the use of feedback sensors. The popularity of the use of stepper drives is gradually increasing, from year to year.

However, at the moment they have not yet found a specific and well-established application in any sphere of human life.

The aim of the work is to study a stepper drive for a robot using a stepper motor.

Features of stepper robots.

Stepper robots are designed for automated transportation of objects, research of hard-to-reach territories, escort of people. Research and development on the creation of walking robots are intensively conducted around the world. At the same time, there are four fundamentally different types of movement of automated mechanisms and systems - terrestrial, aeronautical, waterfowl and underground. The theory and practice of the last three types have not yet reached the level, in General, to speak of them today as a reality. Practical development has now received ground walking robots.

Also, according to functionality, they are divided into: performing only one operation and performing several operations.

According to the control method-with a manual system, Autonomous, working on external signals, and with a combined system. In the first case, the parameters of the trajectory are chosen by the operators, the robot system implements and maintains their values. In the second case, the indication of the parameters of the walking movement is carried out completely by its Autonomous automatic control system. In the third - all motion parameters are formed under the influence of external signals transmitted by contactless method.

The control system of walking robots, built on the combined methods of setting the program, provides the decoding of these signals and the development of



commands to the actuators.

Walking robots on adaptability to external conditions are divided into robots with a rigid program and adaptive.

Adaptive robots have sensor software that allows you to adjust the control program in accordance with the information received in the process. The system of these robots allows you to bypass the obstacle encountered in the way of movement, which is very important both from the point of view of safety, and the safety of the robot, and can also be used in mapping the terrain, etc.

The difference in the technical characteristics of walking robots causes a difference in their economic performance and, therefore, in the economic efficiency of their application.

The possibilities of using stepper robots are very large. Transportation of goods, delivery of various goods, support, analysis of debris, the study of difficult areas, cartography, use in space programs, work as a minesweeper, etc. (Fig. 1).

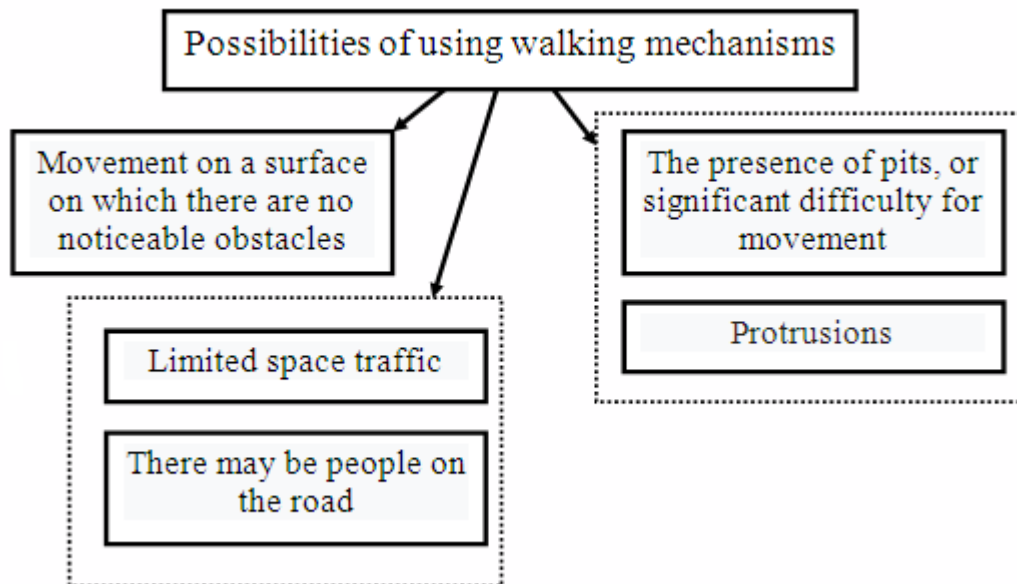


Fig. 1. Applications for walking machines

Management system requirements.

The control device consists of a microcontroller and a stepper motor driver chip. The system works as follows: from the computer to the microcontroller comes user data, such as, the direction of rotation of the motor, the value of the crushing step, that is, it is a full step, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 or 1/32 step, the time interval between steps in microseconds.

After receiving the data from the computer, the microcontroller on their basis generates control pulses and a miander on one of the outputs (for the implementation of the " steps " of the engine), which are fed into the stepper motor driver chip to select the operating mode. The stepper motor driver chip then generates a PWM signal at the output, which is fed to the stepper motor windings [11].

Development of the shortest path search algorithm.

In the framework of solving the problem of finding the shortest path, we use the



algorithm D^* . The algorithm is an optimal and efficient trajectory planning algorithm for a mobile robot. This algorithm can process a full range of a priori information about obstacles, including accurate measurements and their complete absence. D^* is a generalized algorithm and can be used in other applications. It can solve any weight-aware route optimization problem where the weight parameter changes while searching for a solution. D^* is most effective when these changes are detected near the starting point of the search space, which is typical when searching for the shortest route for a robot equipped with a rangefinder. To implement this algorithm, we introduce the following notations and definitions [12]. The space problem can be formulated as a set of directions directed from the robot and having its own value. The movement of the robot begins at the specified starting position and continues in the selected directions (having the lowest cost) until the target state g is reached. Every state X except G has a back pointer to the next state Y , denoted as $b(X)=Y$. D^* uses back pointers to map the path to the target. The cost of passing through the arc from state Y to state X is a positive number, and is determined by the function $c(X, Y)$. If the state Y has no intrinsic arc to X , then the function $c(X, Y)$ is undefined. Two States X and Y are adjacent if the function $c(X, Y)$ is defined.

The experimental conditions were two necessary situations: the movement using the Dijkstra method, the movement bypassing obstacles. Both conditions were simulated in the program, all the necessary conditions of the experiment were met [13, 14].

Conclusion. The paper reviewed mathematical models of the stepper motor. The considered models contain a description of the subject area and the internal device. The methods of stepper motor control were considered: step crushing and vector stepper motor control. Their advantages and disadvantages are also considered. The mathematical component of the simulation of a stepper robotic mechatronic device is analyzed on the basis of the currently presented mathematical bases. An approximate spatial virtual abstract model of the investigated robotic device is formed. Some laws of motion of these automated devices are given, in particular, the algorithm for finding the shortest path, the algorithm for avoiding obstacles and the algorithm for localization on the ground. Experimental conditions for simulation in the predicted environment are formulated. Simulations were carried out in Matlab Simulink. The simulation results are similar in values in each case. The mathematical model was used to understand the dynamics of the motion of the stepper robot and its limbs. This understanding of the dynamics in the future will help in the formation of a utilitarian platform of robotic mechatronic devices to optimize the production of these automated systems.

Литература:

1. Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 200с.
2. Преображенский Ю.П., Паневин Р.Ю. Формулировка и классификация задач оптимального управления производственными объектами // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – Т. 6. – №



5. – С. 99-102.

3.Преображенский Ю.П. Оценка эффективности применения системы интеллектуальной поддержки принятия решений // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. –№ 5. – С. 116-119.

4.Ермолова В.В., Преображенский Ю.П. Методика построения семантической объектной модели // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. –№ 9. –С. 87-90.

5.Паневин Р.Ю., Преображенский Ю.П. Реализация транслятора имитационно-семантического моделирования // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. –№ 5. –С. 057-060.

6.Преображенский Ю.П. Разработка методов формализации задач на основе семантической модели предметной области // Вестник Воронежского института высоких технологий. –2008. –№ 3. –С. 075-077.

7.Гостева Н.Н., Гусев А.В. О возможности увеличения эффективности производства // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2017. – № 1 (20). – С. 76-78.

8.Гостева Н.Н., Гусев А.В. Информационные системы в управлении производством // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2017. –№ 1 (20). –С. 58-60.

9.Максимов И.Б. Принципы формирования автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. –2014. – № 12. – С. 130-135.

10.Максимов И.Б. Классификация автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. –2014. – № 12. – С. 127-129.

11.Размер шага шагового двигателя. Режим доступа: <https://www.pololu.com/product/2133> (Дата обращения 15.10.2019).

12.Иванов М.С., Преображенский Ю.П. Разработка алгоритма отсечения деревьев // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 031-032.

13.Интегрированная среда разработки Arduino. Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> (Дата обращения 01.10.2019).

14.Справочник языкаArduino. Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage> (Дата обращения 10.10.2019).

References:

1.Kenio, T. «SHagovye dvigateli i ih mikroprocessornye sistemy upravleniya»/ T. Kenio.–М.: Energoatomizdat, 1987.–200s.

2.Preobrazhenskij YU.P., Panevin R.YU. Formulirovka i klassifikaciya zadach optimal'nogo upravleniya proizvodstvennymi ob'ektami // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2010. – Т. 6. – № 5. – S. 99-102.

3.Preobrazhenskij YU.P. Ocenka effektivnosti primeneniya sistemy intellektual'noj podderzhki prinyatiya reshenij // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. – 2009. –№ 5. – S. 116-119.

4.Ermolova V.V., Preobrazhenskij YU.P. Metodika postroeniya semanticheskoy ob'ektnoj modeli // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. – 2012. –№ 9. –S. 87-90.

5.Panevin R.YU., Preobrazhenskij YU.P. Realizaciya translyatora imitacionno-



semanticheskogo modelirovaniya // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. – 2009. – № 5. – S. 057-060.

6. Preobrazhenskij YU.P. Razrabotka metodov formalizacii zadach na osnove semanticheskoy modeli predmetnoj oblasti // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. – 2008. – № 3. – S. 075-077.

7. Gosteva N.N., Gusev A.V. O vozmozhnosti uvelicheniya effektivnosti proizvodstva // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. – 2017. – № 1 (20). – S. 76-78.

8. Gosteva N.N., Gusev A.V. Informacionnye sistemy v upravlenii proizvodstvom // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. – 2017. – № 1 (20). – S. 58-60.

9. Maksimov I.B. Principy formirovaniya avtomatizirovannyh rabochih mest // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. – 2014. – № 12. – S. 130-135.

10. Maksimov I.B. Klassifikaciya avtomatizirovannyh rabochih mest // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. – 2014. – № 12. – S. 127-129.

11. Razmer shaga shagovogo dvigatelya. Rezhim dostupa: <https://www.pololu.com/product/2133> (Data obrashcheniya 15.10.2019).

12. Ivanov M.S., Preobrazhenskij YU.P. Razrabotka algoritma otsecheniya derev'ev // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2008. № 3. S. 031-032.

13. Integrirovannaya sreda razrabotki Arduino. Rezhim dostupa: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> (Data obrashcheniya 01.10.2019).

14. Spravochnik yazyka Arduino. Rezhim dostupa: <https://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage> (Data obrashcheniya 10.10.2019).

Аннотация. В работе дается описание основных характеристик, которые относятся к движению шагового робота. Приведены основные сферы применения для шагающих машин на основе соответствующей схемы. Показаны параметры системы, которая применялась для эксперимента на практике. Обсуждаются возможности алгоритма для определения кратчайшего пути робота. Показаны два варианта - движение по методу Дейкстры, движение в обход препятствий.

Ключевые слова: шаговый робот, движение, моделирование.

Рецензент: д.т.н., проф., Кострова В.В.

Статья отправлена: 10.10.2019 г.

© Львович И.Я, Львович Я.Е., Преображенский А.П.,
Преображенский Ю.П., Чопоров О.Н.



УДК 621.396

ARITHMETIC OPERATIONS FOR BINARY NUMBERS REPRESENTED AS ARRAYS**БАЗОВІ АРИФМЕТИЧНІ ОПЕРАЦІЇ ДЛЯ ДВІЙКОВИХ ЧИСЕЛ ПРЕДСТАВЛЕНИХ ЯК МАСИВИ****Levchenko A.A. / Левченко А.О.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.**Odessa National University, Odessa, Dvoryanska, 2, 65029**Одесский национальный университет, Одесса, Дворянская, 2, 65029*

Аннотация. В работе рассматривается метод представления чисел как двоичковых массивов. Для відповідного подання наведено зміст сукупності елементарних операцій виконання точних комп'ютерних обчислень. Особливо показана доцільність представлення двоичкових чисел у вигляді масивів для практичних завдань.

Ключевые слова: арифметичні операції, різнорозмірні дані, представлення довгих чисел в двоичковому коді, масиви двоичкових чисел, розрядність двоичкового числа.

Вступ.

Числові значення діагностичних параметрів, які використовуються в праграмно-апаратних комплексах (ПАК) складних технічних систем підвищеної небезпеки (СТС ПН), відрізняються різнорозмірністю. В цьому випадку під різнорозмірністю розуміється різна кількість елементів розрядної сітки представлення числових значень сукупності параметрів в комп'ютері [1, 2]. Ситуація унеможливорює достовірний прогноз часу виходу параметрів за межі допусків відомими методами та вимагає розвитку обчислювального забезпечення ПАК систем діагностики з прогнозуванням стану СТС ПН.

Сучасні мови програмування реалізують типи даних для роботи з великими раціональними й цілими числами. Типом даних, що описує найбільший діапазон значень цілих чисел доступних нам (C++ і Pascal) є тип даних `__int64`, який вміщує 8-байтове ціле число і може представляти цілі числа від 0 до 18 446 744 073 709 551 615 (2^{64}), або від - 9223372036854775808 до + 9223372036854775807. Такого типу даних вистачає, якщо мова не йде про малі раціональні числа (наприклад розрахунки похибок в системах технічної діагностики), або вирішення математичних задач з дуже високою точністю (наприклад реалізація чисельних методів в інформаційних технологіях СППР з прогнозуванням) [3].

Подання в пам'яті ЕОМ раціональних типів даних обумовлює обмеження на точність їх представлення. Наприклад, тип, `double` має діапазон значень від $1.7e-308$ до $1.7e+308$. Однак він може зберігати лише 16 значущих цифр числа і його порядок. Саме тому цей тип представлення даних не придатний для згаданих задач, де необхідний точний результат.

При реалізації відомих алгоритмів проведення арифметичних операцій в ЕОМ внаслідок неминучих округлень результату обчислень вже при складанні системи рівнянь та обчисленні поліномів 4 ступеню починають накопичуватися помилки комп'ютерних розрахунків які приводять до виродження матриць і унеможливають отримання результату обчислень [3, 4]. Ці помилки пов'язані



з обмеженою довжиною розрядної сітки ЕОМ (що зазвичай дорівнює 32 або 64 біта)

Для вирішення зазначеної проблеми був запропоновано метод представлення чисел як масивів [5, 6]. Під використанням довгої арифметики, в цьому випадку, розуміється арифметичні дії над числами, які за поданням чисел обходять обмеження подання стандартних типів даних та відповідно унеможливають накопичення похибок округлень. Використання довгої арифметики, в свою чергу, дозволяє вирішувати за допомогою простих відомих методів систем лінійних алгебраїчних рівнянь великої розмірності на ЕОМ для завдань прогнозу стану СТС [7].

Саме складність ПАК автоматизованих систем метрологічного супроводження з прогнозуванням (АСМСП), вбудованих систем технічної діагностики з прогнозуванням (ВСТДП) та систем підтримки прийняття рішень (СППР) про стан СТС з числовим вимірювальним контролем фактично стала причиною припинення відповідних робіт в 90-х роках ХХ сторіччя [8, 9]. Подальші дослідження набули теоретичного характеру й найбільш активно проводились у Московському інституті експертизи та випробувань.

Таким чином в роботі поставлена мета: обґрунтування змісту сукупності елементарних операцій для випадку представлення двійкових чисел як масивів. Саме досягнення цієї мети створює передумови розвитку бібліотеки програмних продуктів точних обчислень, а завдання практичної реалізації відповідних інформаційних технологій в ПАК прогнозування стану СТС ПН набуває нового змісту [10, 11].

Основний текст.

Говорячи про представлення довгих чисел у вигляді масивів масив, потрібно в першу чергу визначити кількість елементів масиву. Можливі два варіанти: або розмір масиву в програмі не фіксований, та пам'ять виділяється під нього по мірі потреби; або розмір масиву в програмі фіксований, та пам'ять виділяється однаково для всіх чисел. Для спрощення опису алгоритмів в методі подання чисел пропонується використовувати другий варіант.

Так як максимальну кількість цифр довгого числа або задано в постановці завдання, або його неважко оцінити, константу $MaxN$ оголосимо і передбачимо зберігання довгого числа в масиві розміру $[1...MaxN]$.

Це не означає, що потрібно заповнити всі незайняті елементи нулями й надалі всі арифметичні дії використовувати зі всіма $MaxN$ цифрами, не відрізняючи зайняті від незайнятих. Виконуючи дії тільки над потрібними розрядами, можна істотно виграти в часі роботи програми (наприклад, якщо при порівнянні чисел в одному з них більше знаків, то воно й буде більше - можна навіть не дивитися на цифри).

Потрібно вирішити, що робити з незайнятими старшими елементами масиву: розміщати там примусово нулі або вважати, що там можуть бути будь-які числа. Розумніше допускати будь-які числа, оскільки багаторазові заповнення всіх $MaxN$ розрядів нулями потребує багато ресурсів. Тому потрібно не забувати заповнювати нулями окремі цифри або діапазони там, де без цього виникає ризик прийняти некоректні числа за реальне значення.



Порядок зберігання цифр в масиві краще, коли в першому елементі масиву зберігається молодша цифра (кількість одиниць), у другому - передостання по старшинству (кількість "десятків" системи числення) і т.д. При такому порядку цифри однакових розрядів знаходяться в елементах з однаковими індексами. Крім того, якщо після арифметичної дії змінюється кількість розрядів (наприклад, $98+5 = 103$), то змінюється тільки вміст старших розрядів і зсувати цифри не доводиться.

Таким чином: пропонується представляти довге ціле не просто масивом, а записом із додатковими полями: масивом і цілочисельною змінною – кількістю реально зайнятих елементів масиву. Також доцільно в окремому елементі масиву зберігати знак числа (наприклад 1 позначає від'ємне число, 0 додатне) та положення коми в числі.

У найпростішому випадку кожний елемент масиву байтів може містити одну десяткову цифру числа, але це неекономно по пам'яті: байт може містити 256 значень, і лише 10 з них будуть використовуватися. Інша крайність - використовувати масив байтів як число в системі числення з основою 256: будь-яке значення байта використовується і є значенням 256-ричної цифри, і пам'ять використовується максимально ощадливо. До того ж, вдається прискорити обробку за рахунок використання спеціальних побітових команд. Але ввід-вивід такого числа в десятковій формі виявляється нетривіальним завданням. Тому систему числення з основою 256 (або 65 536) використовують, коли є жорсткі вимоги по пам'яті або відомо, що майже вся робота відноситься до "внутрішніх" дій над числами і лише мала частина - до вводу-виводу.

Часто розумним виявляється компромісний варіант: масив елементів типу long, що представляють числа від 0 до 999 999 999 (цифри по основі 1 000 000 000). У порівнянні зі зберіганням однієї десяткової цифри в unsigned char, вдається заощадити 25 % пам'яті, майже не ускладнивши ввід-вивід. При цьому ще й прискорюються деякі арифметичні дії за рахунок того, що в числі, записаного в 1 000 000 000-ричній системі, вдев'ятеро менше цифр, ніж у числі записаного в десятковій.

Слід зазначити у якому порядку зберігати цифри в масиві. На перший погляд – як пишуться на папері, так і зберігаються. Однак краще порядок, коли в першому елементі масиву зберігається молодша цифра (кількість одиниць), у другому – передостання по старшинству (кількість "десятків" системи числення) і т.д. При такому порядку цифри однакових розрядів знаходяться в елементах з однаковими індексами. Крім того, якщо після арифметичної дії змінюється кількість розрядів (наприклад, $98+5 = 103$), то змінюється тільки вміст старших розрядів і зсувати цифри не доводиться.

Потрібно також вирішити, що робити з незайнятими старшими елементами масиву: розміщати там примусово нулі або вважати, що там можуть бути будь-які числа. Звичайно розумніше допускати будь-які числа, оскільки багаторазові заповнення всіх MaxN розрядів нулями потребує багато ресурсів. Тому потрібно не забувати заповнювати нулями окремі цифри або діапазони там, де без цього виникає ризик прийняти некоректні числа за реальне значення.

Отже в остаточному варіанті наше довге число (наприклад число -18 446



744 073 709 551 615,1) буде записане в масиві у вигляді (табл.1):

Таблиця 1

Приклад представлення десятичного числа як масиву чисел

Номер елемента масиву					
1	2	3	4	5	6
3	1	1	95516151	467440737	184
Розмір числа	Знак числа	Положення коми	1	2	3

Авторська розробка

В наведеному представленні в 1-й елемент масиву записується розмір числа; в 2-й елемент масиву записується знак числа (1 – від’ємне, 0 – додатне); в 3-й елемент масиву записується положення коми в числі; в 4,5 та 6-й елемент масиву – саме число з основою системи числення 1 000 000 000, при цьому число записується навпаки, тобто в першому елементі масиву зберігається молодша цифра (кількість одиниць), у другому – передостання по старшинству (кількість "десятків" системи числення) і т.д.

Розглянемо зміст виконання базових операцій на рівні архітектури мікрокоманд комп’ютера з двійковими числами у вигляді масивів. В якості базових пропонується окреслити наступну сукупність операцій: ввід та вивід довгого числа, порівняння довгих чисел з врахуванням знаку числа, порівняння довгих чисел без врахуванням знаку числа, нормалізація довгих чисел, додавання довгих чисел без врахуванням знаку числа, додавання та віднімання довгих чисел з врахуванням знаку числа, отримання різниці довгих чисел без врахуванням знаку числа. В роботі останній не розглядається в зв’язку з громіздкістю опису процедур.

В реалізації способу вводу довгого числа у вигляді алгоритму пропонується наступні елементи системи мікрокоманд для реалізації в машинних кодах: А – масив вхідного числа, що представлено як масив з елементами типу long довжиною по 4 байти розмірністю в 100 елементів. В змінній inStroka з типу AnsiString представлено вхідне число. В алгоритмі передбачено введення змінних i, j, lenOsn, startPos, endPos, PozZnaka описаних як дані цілого типу int довжиною 4 байти. Проміжний масив buf в алгоритмі представлено як масив з елементами типу char довжиною по 1 байту, розмірністю в 10 елементів. В алгоритмі введено процедуру Pos(subStr), що повертає індекс першого символу входу в рядок inStroka підрядка subStr. Процедура Delete(index, count) видаляє з рядка inStroka, починаючи з позиції index кількість символів, що дорівнює count. Процедура Length() повертає кількість символів в рядку inStroka. Саме результат роботи алгоритму на основі методу є масив довгого двійково-десятичного числа записаний у вигляді, що представлений в таблиці 1.

Авторська розробка

Проблема виводу довгих чисел полягає в тому, що виводити число необхідно з кінця масиву, так як в кінці масиву зберігаються старші розряди числа. Крім того виводити необхідно фіксоване число розрядів (залежить від



основи системи обчислення), за винятком першого виведеного елемента.

Для виводу числа з кількістю цифр меншою від основи СЧ необхідно його попередньо доповнити нулями зліва, при цьому цифри необхідно спочатку записати у деякий буфер, а потім вивести у довге число.

Отже загальні кроки способу (методу) виводу можна визначити наступним чином:

- вивести останній елемент масиву,
- для всіх елементів від передостаннього до першого,
- якщо число розрядів менше, доповнити елемент нулями ліворуч,
- вивести поточний елемент масиву,
- якщо число раціональне, вставити в отримане число кому,
- визначити та вивести знак числа,
- вивести отримане довге число.

В реалізації способу виводу довгого числа у вигляді алгоритму пропонується наступні елементи системи мікрокоманд для реалізації в машинних кодах: *A* – масив вхідного числа представлений як масив з елементами типу *long* довжиною по 4 байти розмірністю в 100 елементів. В змінну *Stroka* з типом *AnsiString* записується вихідне число. Змінні *i*, *j*, *k*, *len*, *DovChys*, *KilCykl* описані як дані цілого типу *int* довжиною 4 байти. Змінна *tmp* типу *AnsiString* використовується як масив проміжних результатів. Метод *Length()* повертає кількість символів в рядку *inStroka*. Метод *Insert(str, index)* вставляє в рядок *Stroka* підрядок *str*, починаючи з індексу *index*.

Авторська розробка

Складність порівняння довгих чисел полягає в тому, що раціональні числа можуть мати різну кількість знаків після коми, що в свою чергу унеможливає порівняння окремих елементів масиву кожного числа. Для вирішення цієї проблеми пропонується метод нормалізації порівнювальних чисел, який полягає у приведенні дрібної частини числа до однакового розміру. Завжди нормалізується число з меншою кількістю знаків після коми шляхом додавання до нього нулів справа.

Загальні кроки алгоритму порівняння чисел можна визначити наступним чином:

- порівнюється знак чисел, якщо знаки різні, одразу повернути результат порівняння й вийти,
- проводиться нормалізація чисел,
- якщо довжини чисел не рівні, відразу повернути результат порівняння й вийти,
- для всіх елементів від останнього до першого якщо поточні розряди не рівні повернути результат порівняння,
- вийти з алгоритму,
- повернути признак рівності чисел.

В розробленому алгоритмі *A* і *B* – масиви вхідних чисел представлені як масиви з елементами типу *long* довжиною по 4 байти розмірністю в 100 елементів. Змінні *i*, *Roz_A*, *Roz_B*, *Kil* описані як дані цілого типу *int* довжиною 4 байти. Змінна *tmp* типу *AnsiString* використовується як масив проміжних



результатів. Метод Length() повертає кількість символів в рядку. Результатом роботи функції є числа -1, 0 та 1, де 0 – числа рівні, 1 – число A більше числа B, -1 – число B більше числа A.

Авторська розробка

Порядок порівняння довгих чисел без врахування знаку числа такий самий як і при порівнянні довгих чисел з врахування знаку числа. Різниця полягає лише в тому, що знаки числа при порівнянні не враховуються.

Загальні кроки алгоритму порівняння довгих чисел без врахуванням знаку числа можна визначити наступним чином:

- проводиться нормалізація чисел,
- якщо довжини чисел не рівні, відразу повертається результат порівняння й вийти,
- для всіх елементів від останнього до першого якщо поточні розряди не рівні повертається результат порівняння,
- вихід,
- повертання признаку рівності чисел.

Результатом роботи функції є числа -1, 0 та 1, де 0 – числа рівні, 1 – число A більше числа B, -1 – число B більше числа A.

Авторська розробка

Додатковою функцією довгої арифметиці є проведення нормалізації двох довгих чисел.

Алгоритм методу нормалізації двох довгих чисел наступний:

- порівнюється кількість знаків до коми двох чисел. якщо кількість знаків однакова – вихід,
- якщо кількість знаків різна – знаходиться різниця кількості знаків двох чисел,
- менше число доповнюється нулями справа,
- встановлюється положення коми в коротшому з двох чисел.

Авторська розробка

При додаванні двох довгих чисел реалізуємо добре відоме додавання "в стовпчик", в якому складаються окремі цифри, починаючи з молодших. Якщо сума більше основи системи числення, то відбувається перенос у наступний розряд. Для вирішення складності додавання двох різновеликих чисел з різною кількістю значущих знаків після коми перед додаванням проводиться нормалізація чисел.

Загальні кроки алгоритму додавання довгих чисел без врахуванням знаку числа можна визначити наступним чином:

- нормалізація чисел,
- вибір довжини числа-суми як максимум з довжин першого й другого числа,
- прохід від 1 до довжини числа – суми,
- підсумовування поточного розряду двох доданків,
- якщо сума більше або дорівнює основи системи обчислення, то робиться перенос у старший розряд,
- якщо був перенос із останнього розряду числа-суми, то збільшується



на 1 довжина числа-суми.

В алгоритм додавання передаються три параметри: перші два задають доданки, третій — суму. A , B і C - масиви з елементами типу `long` довжиною по 4 байти розмірністю в 100 елементів. Змінні i , $carry$ описані як дані типу `long` довжиною 4 байти.

Авторська розробка

При реалізації методу (способу) віднімання довгих чисел як алгоритмів для мікрокоманд необхідно врахувати, що при відніманні кількість цифр результату може бути набагато меншою кількості цифр зменшуваного (наприклад, $10000-9999 = 1$). Крім того, необхідно враховувати знаки чисел, та ситуацію коли зменшуване може бути менше від'ємника.

При відніманні двох довгих чисел реалізуємо віднімання в стовпчик, в якому віднімаються окремі цифри, починаючи з молодших. Якщо різниця в поточному розряді менше нуля, то відбувається займ числа зі старшого розряду. Для вирішення складності віднімання двох великих чисел з різною кількістю значущих знаків після коми перед відніманням проводиться нормалізація чисел.

Загальні кроки алгоритму віднімання довгих чисел без врахуванням знаку числа можна визначити наступним чином:

- проводиться нормалізацію чисел,
- віднімається від більшого числа менше для чого попередньо реалізується алгоритм порівняння двох довгих чисел,
- обирається довжина числа-різниці як максимум з довжин першого і другого числа,
- для проходу від 1 до довжини числа-різниці обчислюється різницю в поточному розряді,
- якщо різниця в поточному розряді менше нуля, то робиться позику із старшого розряду,
- визначається довжина числа-результату.

В алгоритм віднімання передаються три параметри: перші два задають зменшуване та від'ємник відповідно, третій — різницю. A , B і C – масиви з елементами типу `long` довжиною по 4 байти розмірністю в 100 елементів. Змінні i та $carry$ описані як дані типу `long` довжиною 4 байти.

Заключення та висновки..

В роботі було розглянуто реалізацію методів виконання базових операцій з двійковими числами поданими як масиви. Було наведено опис алгоритмів частки операцій, що визначено як базові, у випадку згаданого представлення чисел.

Задачі прогнозування стану вирішуються за даними експериментальних досліджень, значення яких завжди є сумішшю: шум, помилка вимірювання. Вже при шумі в 5% неможлива реалізація гарантоздатного програмного забезпечення прогнозування стану СТС [1, 4, 9].

Використання описаних в роботі алгоритмів методів довгої арифметики показує можливість гарантованого прогнозу для ступеню зашумлення до 7% (в деяких випадках зашумлення даних до 9%) [12, 13].



Литература:

1. Блинов А.П., Левин С.Ф. Научно-методическое обеспечение гарантированности решения метрологических задач вероятностно-статистическими методами // Измерительная техника. – 1988. – № 12. – С. 8 – 10.
2. Левин С.Ф. Гарантированность программ обеспечения эксплуатации техники. – Киев: Знание. 1989. – 23 с.
3. Левченко А.О., Войтенков Р.М. Витоки втрати працездатності систем діагностики ОВТ другого роду з представленням чисел з плаваючою комою // Сб. науч. труд. Sword. – Иваново: МАРКОВА АД, 2015. – Вип. № 1(38) Том 3. С. 4 – 11
4. Левин С.Ф. Погрешности измерений и вычислений как причина «катастрофического феномена 1985–1986 годов» в авиационной и ракетно-космической технике. – Контрольно-измерительные приборы и системы. – 2000. – № 3. – С. 21-25
5. Левченко А.О., Войтенков Р.М. Метод представлення чисел для програмних засобів інформаційних систем//Збірник 3-го науково-технічного семінару “Геоінформаційні системи в військових задачах”. – Львів: АСВ, 2012. – С. 114-120
6. Левченко А.О., Войтенков Р.М. Метод представлення чисел для програмних засобів гарантованих інформаційних технологій систем підтримки прийняття рішень для керування станом ОВТ//Збірник тез доповідей 19-ї науково-практичної конференції “Проблеми створення, розвитку та застосування інформаційних систем спеціального призначення”. – Житомир: ЖВІ НАУ, 2012. – С. 142-143.
7. Абрамов О.В., Розенбаум А.Н. Прогнозирование состояния технических систем. – М.: Наука, 1990. – 126 с.
8. Левин С.Ф. Математическая теория измерительных задач. Ч. 1-10. – Контрольно-измерительные приборы и системы. – 1999-2006.
9. С.Ф. Левин. Об основаниях теории измерительных задач [Online]. Available:http://pribory-si.ru/publication/index.php?ELEMENT_ID=5119
10. Левченко А.О. Структура інформаційної технології гарантованого розв’язання задачі прогнозу стану системи озброєння. //Проблеми створення, випробовування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем/Збірник наукових праць. ЖВІ НАУ. – 2010.– №3. – С. 96 – 110
11. Левченко А.О. Теоретические вопросы моделирования и оценки качества систем обеспечения эксплуатации сложных технических комплексов// Системы озброєння та військової техніки. – Х.: ХУПС, 2007. – Випуск 3(11). – С. 119 – 124.
12. Левченко А.О., Войтенков Р.М. Результати моделюючого експерименту перевірки працездатності обчислювальної системи з представленням чисел з плаваючою комою// Збірка тез доповідей 3-го науково-технічного семінару “Перспективні шляхи розвитку інформаційних систем прицілювання та самонаведення високоточного озброєння РВіА”– Львів: АСВ,



2012. – С. 119.

13. Левченко А.О. Граничні точності обчислень в інформаційних системах з представленням чисел із плаваючою комою // Збірник наукових праць ВА (м. Одеса), Випуск № 2 (2), 2014 р., С.157-161.

References:

1. Blinov A.P., Levin S.F. (2012). Nauchno-metodicheskoye obespecheniye garantirovannosti resheniya metrologicheskikh zadach veroyatnostno-statisticheskimi metodami [Scientific and methodological support of guaranteed solutions to metrological problems by probabilistic and statistical methods] in *Izmeritel'naya tekhnika* [Measuring technique], vol.12, pp. 8-12
2. Levin S.F. (1989). Garantirovannost' programm obespecheniya ekspluatatsii tekhniki [Warranty of equipment maintenance programs]. Kiyv, Znanie, 223p.
3. Levchenko A.O., Voitenkov R.M. (2015). Vytoky vtraty pratsezdatsnosti system diahnostyky OVT drugoho rodu z predstavlennyam chysel z plavayuchoyu komoyu [The origins of the disability of second-line ATS diagnostic systems with floating point representation] in *Naučnye trudy SWorld* [Scientific works SWorld], issue 38, vol.3, pp. 4-11
4. Levin S.F. (2000). Pogreshnosti izmereniy i vychisleniy kak prichina «katastroficheskogo fenomena 1985–1986 godov» v aviatsionnoy i raketno-kosmicheskoy tekhnike [Errors of measurements and calculations as the cause of the “catastrophic phenomenon of 1985-1986” in aviation and rocket and space technology] in *Kontrol'no-izmeritel'nyye pribory i sistemy* [Instrumentation and systems], vol.3, pp. 21-15
5. Levchenko A.O., Voitenkov R.M. (2012). Metod predstavleniya chysel dlya proqramnykh zasobiv informatsiynykh system [Number representation method for information systems software] in *Zbirnyk 3-ho naukovo-tekhnichnoho seminaru “Heoinformatsiyni systemy v viys'kovykh zadachakh”* [Collection of the 3rd scientific-technical seminar "Geoinformation systems in military tasks"], pp. 114-120
6. Levchenko A.O., Voitenkov R.M. (2012). Metod predstavleniya chysel dlya proqramnykh zasobiv harantozdatnykh informatsiynykh tekhnolohiy system pidtrymky pryynyattya rishen' [A method of representing numbers for software-enabled information technology decision support systems] in *Zbirnyk 19-yi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi “Problemy stvorenniya, rozvytku ta zastosuvannya informatsiynykh system spetsial'noho pryznachennya”* [Collection of the 19th scientific-practical conference "Problems of creation, development and application of special purpose information systems"], pp. 142-143.
7. Abramov O.V., Rozenbaum A.N. (1990). Prognozirovaniye sostoyaniya tekhnicheskikh system [Forecasting the state of technical systems]. Moskva, Nauka, 126 p.
8. Levin S.F. (2006). Matematicheskaya teoriya izmeritel'nykh zadach [The mathematical theory of measurement problems] in *Kontrol'no-izmeritel'nyye pribory i sistemy* [Instrumentation and systems], vol.3, pp. 21-15
9. Levin S.F. [Online]. Ob osnovaniyakh teorii izmeritel'nykh zadach [On the foundations of the theory of measurement problems]. Available:http://pribory-si.ru/publication/index.php?ELEMENT_ID=5119
10. Levchenko A.O. (2010). Struktura informatsiynoyi tekhnolohiyi harantovanoho rozv'yazannya zadachi prohnozu stanu systemy ozbroynennya [The structure of information technology of the guaranteed solution of the task of forecasting the status of the weapons system] in *"Problems of creation, testing, application and operation of complex information systems" Naučnye trudy ZVI NAU* [Scientific works of the National aviation academy Military institute], issue 3, vol.3, pp. 96-110.
11. Levchenko A.O. (2007). Teoreticheskiye voprosy modelirovaniya i otsenki kachestva sistem obespecheniya ekspluatatsii slozhnykh tekhnicheskikh kompleksov [Theoretical questions of modeling and quality assessment of systems of operation of complex technical complexes] in



Systemy ozbroyennya ta viys'kovoyi tekhniki [Weapons and military equipment], vol.3 (11), pp. 119 – 124.

12. Levchenko A.O., Voitenkov R.M. (2012). Rezul'taty modelyuyuchoho eksperymentu perevirky pratsездatnosti obchyslyval'noyi systemy z predstavlennyam chysel z plavayuchoyu komoyu [Результати моделюючого експерименту перевірки працездатності обчислювальної системи з представленням чисел з плаваючою комою] in *Zbirnyk 3-ho naukovo-tekhnichnoho seminaru "Heoinformatsiyni systemy v viys'kovykh zadachakh"* [Collection of the 3rd scientific-technical seminar "Geoinformation systems in military tasks"], pp. 129-130.

13. Levchenko A.O. (2014). Hranychni tochnosti obchyslen' v informatsiynykh systemakh z predstavlennyam chysel iz plavayuchoyu komoyu [Marginal accuracy of calculations in information systems with floating point representation] in *Naučnye trudy VA* [Scientific works of the Military academy], issue 2, vo2, pp. 157-161.

Abstract. The work is aimed at substantiation of a set of elementary operations for representation of binary numbers as arrays, which in the future will create preconditions for the development of a library of software products of exact calculations. The expediency of representing binary numbers as arrays for some practical tasks is shown. Also described are algorithms for performing some basic operations with the above representation of numbers.

Key words: arithmetic operations, multidimensional data, representation of long numbers in binary code.

Статья отправлена: 08.09.2019 г.

© Левченко А.О.



УДК 536.3: 536.6

**STATIONARY MEASUREMENT SYSTEM FOR EMISSIVITY
COEFFICIENT DETERMINATION BASED ON THERMAL METHODS
СТАЦІОНАРНІ ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СТУПЕНЮ ЧОРНОТИ
ТЕПЛОВИМИ МЕТОДАМИ**

Vorobiov L.Y. / Воробйов Л.Й

d.t.s., s.s. / д.т.н., с.н.с.

ORCID: 0000-0001-7958-6996

SPIN: 6154-2069

*Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Zhelyabova Str., 2a, Kyiv, 03057**Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, вул. Желябова, 2а, 03057***Dekusha O.L. / Декуша О.Л.**

c.t.s. / к.т.н.

ORCID: 0000-0003-3836-0485

*Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Zhelyabova Str., 2a, Kyiv, 03057**Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, вул. Желябова, 2а, 03057***Dekusha L.V. / Декуша Л.В.**

d.t.s., s.s. / д.т.н., с.н.с.

*Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Zhelyabova Str., 2a, Kyiv, 03057**Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, вул. Желябова, 2а, 03057***Kovtun S.I. / Ковтун С.І.**

d.t.s. / д.т.н.

ORCID: 0000-0002-6596-3460

*Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Zhelyabova Str., 2a, Kyiv, 03057**Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, вул. Желябова, 2а, 03057*

Анотація. В роботі розглянуто теплові методи визначення ступеню чорноти покриттів та поверхонь матеріалів та відповідні стаціонарні прилади, створені в Інституті технічної теплофізики НАН України. Надано інформацію про структуру та принцип дії приладів, методику опрацювання вимірювальної інформації. Наведено результати вимірювань ступеню чорноти (коефіцієнту емісії) поверхні деяких матеріалів та спеціальних покриттів.

Ключові слова: ступінь чорноти, коефіцієнт емісії, радіаційний теплообмін, калориметричний метод.

Вступ. Випромінювання сірих тіл відповідає закону Стефана – Больцмана [1, 2], який встановлює залежність густини інтегрального напівсферичного випромінювання від температури:

$$q = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \quad (\text{Вт/м}^2), \quad (1)$$

де: q - густина інтегрального напівсферичного випромінювання;

$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{К}^4)$ стала Стефана - Больцмана;

ε – ступінь чорноти, коефіцієнт випромінювання, коефіцієнт емісії, emissivity.

Інтегральний ступінь чорноти є відношенням випромінювальної здатності реального тіла до випромінювальної здатності чорного тіла при тій же температурі.

Визначення коефіцієнту емісії актуальне для всіх випадків дослідження,



розрахунку та моделювання радіаційного теплообміну, зокрема при визначенні властивостей енергоефективного скла та вікон, покриття елементів космічної техніки, при проведенні пірометричних та тепловізійних вимірювань.

Для реальних тіл коефіцієнт емісії є складною функцією, яка залежить від природи тіла що випромінює, його температури, стану поверхні, а для металів - від ступеню окиснення цієї поверхні. Для чистих металів з полірованою поверхнею коефіцієнт емісії має низькі значення. При температурі до 100°C значення коефіцієнту емісії полірованої поверхні металу не перевищує 0,1. З появою оксидних плівок на поверхні металу коефіцієнт емісії різко збільшується і може приймати значення більші за 0,5. Коефіцієнт емісії напівпровідникових матеріалів при температурі 100°C більше ніж 0,8.

Ступінь чорноти покриття чи матеріалу значною мірою визначає інтенсивність радіаційного теплообміну на поверхні досліджуваного об'єкта, тому його експериментальне визначення важливе для забезпечення необхідних теплозахисних характеристик конструкцій. При створенні сучасних енергоефективних вікон та склопакетів застосовують низкоемісійне скло, яке забезпечує зменшення радіаційної складової теплообміну і, відповідно, збільшення опору теплопередаванню у порівнянні зі звичайними світлопрозорими конструкціями. Для космічних апаратів, навпаки, оболонка супутника повинна сприяти розсіюванню у просторі теплоти, що виділилася у бортовій апаратурі, тобто, ступінь чорноти поверхні апарату повинен бути наближеним до одиниці для інфрачервоного випромінювання, але мати низький коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання. При впровадженні технології виготовлення енергоефективного скла та оболонок для космічних апаратів, а також для визначення характеристик поверхонь при застосуванні готових виробів актуальним є проведення вимірювання ступеню чорноти (коефіцієнту емісії).

Огляд відомих методів та приладів. Проблема створення прогресивних теплозберігаючих технологій, матеріалів із заданим ступенем чорноти та засобів вимірювання цього параметру є актуальною у всьому світі. Відомі декілька методів експериментального визначення коефіцієнту емісії. Їх можна розділити на дві великі групи: оптичні та теплові. На рисунку 1 наведена спрощена класифікація методів та приладів для визначення коефіцієнту емісії.

Серед оптичних методів найбільш відомим та розповсюдженим є спектрометричний. Методика спектрометричного дослідження скла з покриттям надана у відповідних стандартах [3]. Суть методу полягає у визначенні спектральної кривої дзеркального відбиття, обмірюваної при куті падіння пучка випромінювання, близькому до нормального, і обчисленні нормальної випромінювальної здатності поверхні ϵ_n . Нормальне відбиття R_n визначають обчисленням математичного середнього з 30 значень коефіцієнта відбиття R_i за формулою:

$$R_n = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} R_i(\lambda_i) ,$$

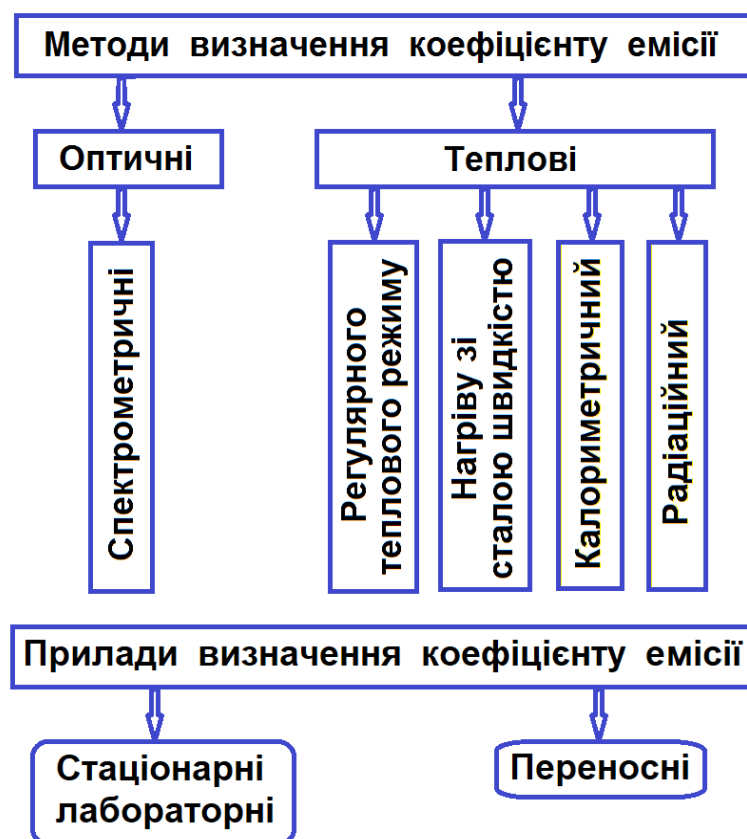


Рис. 1 Класифікація методів та приладів для визначення коефіцієнту емісії

де R_i – коефіцієнт відбиття світла; λ_i – довжина хвилі у діапазоні 5 мкм – 50 мкм.

Нормальну випромінювальну здатність ε_n визначають за формулою:

$$\varepsilon_n = 1 - R_n,$$

де R_n – нормальне відбиття.

Напівсферичний ступінь чорноти ε визначають множенням нормальної випромінювальної здатності ε_n на коефіцієнт A , значення якого залежить від визначеного значення ε_n та наведено у [3].

Як слід з наведеної спектрометричної методики вимірювань, для її реалізації необхідне досить складне і коштовне обладнання, а результат отримують шляхом розрахунків з використанням емпіричних поправочних коефіцієнтів. Таким чином, цей метод вимірювань є непрямим.

Серед теплових методів експериментального визначення коефіцієнту емісії розповсюдження набули наступні: радіаційний, калориметричний, метод регулярного режиму, метод неперервного нагріву зі сталою швидкістю. У всіх методах переніс теплоти за рахунок конвекції та теплопровідності повітря повинен бути дуже малим у порівнянні з випромінюванням.

Радіаційний метод є відносним методом [2]. Він базується на порівнянні випромінювання досліджуваного тіла з випромінюванням абсолютно чорного або іншого еталонного тіла з відомим коефіцієнтом випромінювання. Наприклад,



застосовується приймальний пристрій, в якому розміщена диференціальна термопара. Один зі спаїв термопари приймає випромінення від досліджуваного тіла, а інший - з поверхні еталонного тіла. За результатом вимірювання сигналу термопари визначають коефіцієнт емісії.

Калориметричний метод заснований на безпосередньому вимірюванні потоку випромінювання від досліджуваного тіла [2]. Такий метод є абсолютним. Коефіцієнт емісії визначають виходячи із закону Стефана-Больцмана.

Метод регулярного теплового режиму заснований на законах регулярного теплового режиму для тіла, теплообмін якого є тільки радіаційним [2]. Для такого випадку коефіцієнт емісії пропорційний до темпу охолодження, який визначають звичайним для регулярного режиму методом.

У методі нагріву зі сталою швидкістю [2] зразок досліджуваного матеріалу простої геометричної форми (наприклад, циліндр) розміщують всередині масивного циліндричного блоку, який слугує для створення рівномірного температурного поля навколо зразка. Теплообмін між зразком та блоком здійснюється лише за рахунок теплового випромінення. Масивний блок нагрівають так, щоб швидкість нагріву зразка була сталою в умовах обмеження числа Біо $Bi \leq 0,1$. Коефіцієнт емісії знаходять з рівняння теплового балансу для зразка, спираючись на значення швидкості нагріву зразка, його теплоємність та коефіцієнт випромінення масивного блоку.

Прилади для визначення коефіцієнта емісії можна класифікувати за різними признаками, але найбільш вживаною є класифікація за умовами застосування - стаціонарні лабораторні та переносні прилади.

Провідні позиції в області визначення терморадіаційних характеристик належать фірмам США - Surface Optics Corporation, NASA/Goddard Space Flight Center, AZ Technology Corporation, Німеччині - Fraunhofer-Institute for Building Physics, Чехії - Institute of Scientific Instruments, Brno, Китаю - Beijing Aoptek Scientific Co.,Ltd. В Росії дослідженнями термооптичних характеристик та їх вимірюваннями займаються у ЦАГІ, Москва, Сибірському НДІ метрології, Новосибірськ [4...12].

Стаціонарні лабораторні прилади, як правило, забезпечують вимірювання у широкому температурному діапазоні при вакуумуванні робочої камери для зменшення кондуктивно-конвективної складової теплообміну. Приклад такої установки, призначеної для вимірювання терморадіаційних характеристик в діапазоні температури від 20 К до кімнатної, наведений у роботі [4]. Застосовано калориметричний криогенний метод для вимірювання інтегральних напівсферичних коефіцієнтів емісії та поглинання різних матеріалів при температурах від 320К до 20К. При вимірюванні поглинання температура досліджуваного зразка становить приблизно 5 К...35 К. За допомогою вимірювання перепаду температури на тепловому резисторі (тепломірі) визначається радіаційний тепловий потік між двома плоскими паралельними поверхнями у вигляді дисків діаметром 40 мм, які розміщені у вакуумі. Досліджуваний зразок і диск-референт з поверхнею, що має відомі характеристики, занурюються у ванну, яка охолоджується рідким гелієм (LHe).



Тепловий потік вимірюється за методом заміщення, з використанням теплової потужності від електричного нагрівача для калібрування тепломіру. Велика увага приділяється оцінці невизначеності вимірювань, що виникає при застосуванні цього способу. Можливості приладу продемонстровано вимірюванням коефіцієнтів поглинання та випромінювання зразка чистого алюмінію. Розширена невизначеність ($k = 2$) вимірювання коефіцієнту емісії $\varepsilon = 0,0041$, вимірюного при $\approx 30\text{K}$ для чистого алюмінію, становить менше 11%, а для значень коефіцієнту емісії $\varepsilon > 0,0053$, що вимірюється за температури вище 60 K, невизначеність нижче 7%. Метод був розроблений, перш за все, для досліджень матеріалів з малим значенням коефіцієнту емісії, таких як чисті метали, проте висока випромінювальна здатність еталонного зразка також дозволяє досліджувати неметалічні матеріали з розумною точністю.

Основний текст.

В Інституті технічної теплофізики НАН України створені прилади та методики проведення вимірювань тепловими методами напівсферичного ступеню чорноти.

Методика визначення ступеню чорноти із застосуванням приладу ИТ-7С. Прилад ИТ-7С призначений для вимірювання теплового опору та теплопровідності зразків теплоізоляційних та будівельних матеріалів методом пластини [13]. Створена методика вимірювань дозволяє використовувати його і для визначення ступеню чорноти скла та інших плоских зразків. Для проведення вимірювань терморадіаційних характеристик скла та покриттів формують дослідний зразок (рис. 2) у вигляді блоку (пакету) з стекол з повітряним проміжком заданої величини $h_{\text{пов}}$. Два зразки скла розташовують паралельно один до іншого, при цьому сторони з покриттям повинні бути всередині, тобто знаходяться один напроти одного. Пакет встановлюють в вимірювальну комірку теплового блоку установки ИТ-7С і задають значення температури нагрівника $T_{\text{наг}}$ і холодильника $T_{\text{хол}}$ блоку таким чином, щоб перепад температури на поверхнях дослідного пакету становив приблизно 10 K. У стаціонарному режимі вимірюють різницю температур на верхній і нижній поверхнях пакету стекол і густину теплового потоку, що проходить крізь цей пакет.

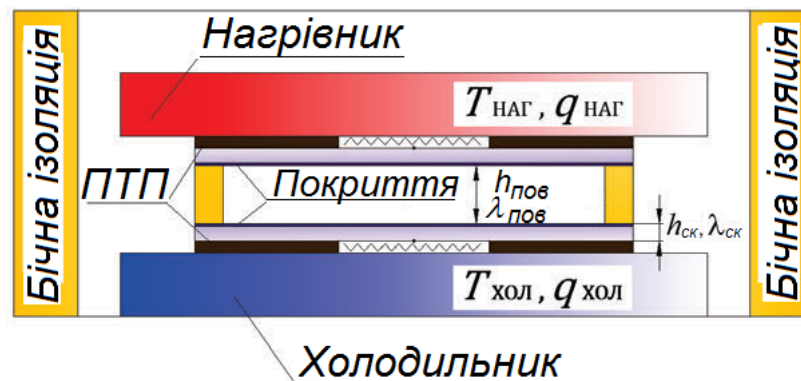


Рис. 2. Схема розміщення дослідного пакета у вимірювальній комірці теплового блоку приладу ИТ-7С.



На підставі проведених вимірювань розраховують тепловий опір пакету та значення приведенного коефіцієнту емісії $\varepsilon_{ПР}$ для двох паралельних зразків, що утворюють його.

$$\varepsilon_{ПР} = \left[\left(\frac{\Delta T}{q_{ср}} - \frac{2h_{ск}}{\lambda_{ск}} \right)^{-1} - \frac{\lambda_{нов}}{h_{нов}} \right] / 4\sigma \cdot T_{ср}^3, \quad (2)$$

де ΔT - різниця температури між поверхнями ПТП; $q_{ср}$, $T_{ср}$ - середні значення теплового потоку крізь пакет та його температури; $h_{ск}$, $h_{нов}$ - товщини скла та повітряного прошарку; $\lambda_{ск}$, $\lambda_{нов}$ - теплопровідності скла та повітряного прошарку.

Коефіцієнт емісії поверхні енергоефективного скла (покриття) $\varepsilon_{ПОВ}$ розраховують за формулою: $\varepsilon_{ПОВ} = 2 \cdot (\varepsilon_{ПР}^{-1} + 1)^{-1}$.

Створена методика робить прилад ИТ-7 універсальним засобом дослідження будівельних матеріалів і дозволяє застосовувати його для вимірювання теплового опору, теплопровідності та ступеню чорноти поверхонь зразків.

Методика визначення ступеню чорноти із застосуванням установки РГУ-2. Основне призначення радіаційної градууювальної установки РГУ-2 [14] - радіаційне градуювання та калібрування перетворювачів (сенсорів) теплового потоку. Структура теплового блоку установки РГУ-2 та зовнішній вигляд представлені на рисунку 3.

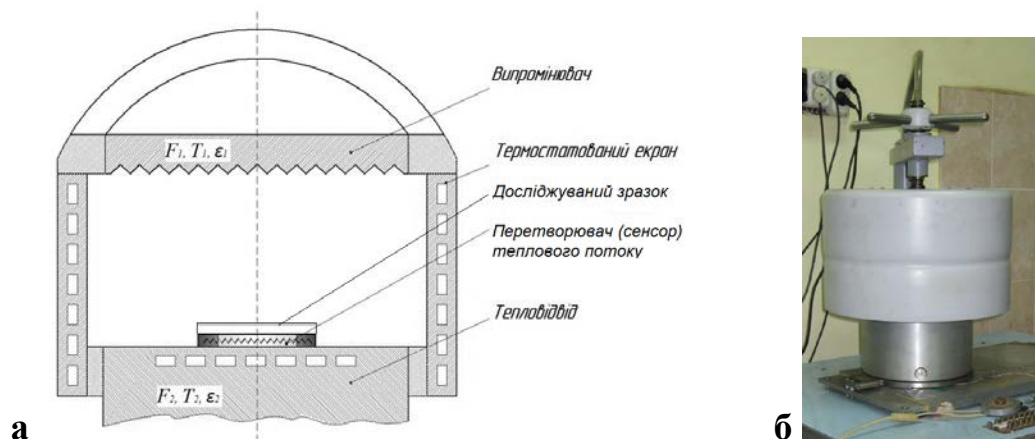


Рис. 3. Структура теплового блоку установки РГУ-2 (а) та його зовнішній вигляд (б).

Робоча камера установки утворюється при встановленні випромінювача на поверхню тепловідводу (холодильника), на яку встановлюють досліджувані зразки. Робоча камера обмежена дзеркальними боковими стінками, які мають таку ж температуру як тепловідвід, внаслідок чого від них відбивається випромінювання і створює центральну зону відносно рівномірної густини на поверхні холодильника. Плита тепловідводу та порожнистий циліндр, що утворює бокові стінки мають вбудовані канали, в яких циркулює вода від рідинного термостата, завдяки чому підтримується їх однакова температура. У



такій системі гарячий випромінювач розташований над перетворювачами зі зразками і відстоїть від них на достатньо великій відстані, тому вплив кондуктивного-конвективного теплопередавання є незначним, що підтверджено проведенням комп'ютерним моделюванням складного теплообміну у робочій камері [15].

Проведені дослідження можливості застосування установки РГУ-2 для вимірювання інтегрального напівсферичного коефіцієнту емісії. Тепловий потік, що поглинається поверхнею досліджуваного зразка та проходить крізь нього, вимірюється за допомогою перетворювача теплового потоку (ПТП), а тепловий потік, який надходить на поверхню вимірюється розташованим поряд еталонним перетворювачем з відомим ступенем чорноти поверхні. Оскільки фактично проводиться порівняння теплових потоків, що сприймаються поверхнями з різним ступенем чорноти, застосований метод вимірювань є комбінацією радіаційного та калориметричного. Ступінь чорноти поверхні досліджуваного зразка чи покриття ε_x може бути розрахований за формулою:

$$\varepsilon_x = \frac{q_x}{q_{em} / \varepsilon_{em} + \sigma(T_{em}^4 - T_x^4)}, \quad (3)$$

де q - виміряна густина теплового потоку; T - температура поверхні; індекс *em* відноситься до еталонного зразка матеріалу і його ПТП, а індекс *x* - до досліджуваного зразка матеріалу і його ПТП.

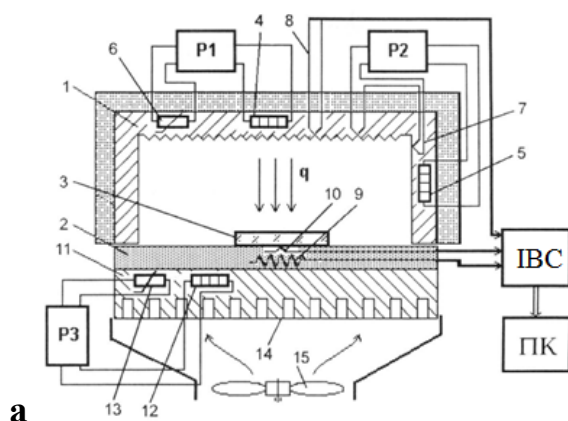
При температурах, близьких до кімнатної та різниці температур не більше 20 К, може застосовуватися спрощена формула розрахунку: $\varepsilon_x = \varepsilon_{em} \cdot \frac{q_x}{q_{em}}$.

Для розглянутих вище приладів ИТ-7 та РГУ-2 вимірювання ступеню чорноти є додатковою функцією, яка розширює діапазон їх можливостей. Розроблено також спеціалізований прилад, який призначено саме для визначення терморадіаційних властивостей поверхонь тепловими методами.

Установка ІТРС для визначення напівсферичних терморадіаційних характеристик. В установці ІТРС бокові стінки робочої камери - чорні та мають температуру випромінювача, що забезпечує зону рівномірності на холодильнику більшого радіусу. Ця установка дозволяє проводити вакуумування робочої порожнини, що повністю виключає вплив конвективної складової теплообміну. Установка дозволяє проводити як абсолютні вимірювання, так і порівняльні - за наявності зразка з відомим коефіцієнтом емісії. На рисунку 4 наведена спрощена структура системи та фотографія зовнішнього вигляду.

До складу установки входять чотири блоки: тепловий 1, вимірювальний 2, електронних регуляторів 3 та вакуумування 4 і персональний комп'ютер 5, з'єднані кабелем зв'язку (див. рис. 4 б).

У тепловому блоці установки (рис. 4 а) джерело теплового випромінювання ДТВ 1 і основа 2 виконані з високотеплопровідного металу (дюралюмінію Д16Т) і утворюють замкнутий простір. Внутрішня поверхня випромінювача (циліндр і дно), звернена до основи, вкрита дрібними V-подібними канавками і



б



Рис. 4. Спрощена структура системи (а) та фотографія зовнішнього вигляду (б).

має чорне покриття, що забезпечує коефіцієнт емісії (ступінь чорноти) $\varepsilon_{ДТВ}$ не менше 0,95. Основа і випромінювач мають вбудовані елементи, що дозволяють підтримувати задані значення температури цих вузлів - нагрівачі, канали для теплоносія, перетворювачі температури і т.п. На поверхні основи 2, зверненої до випромінювача 1, розташована пластина термоперетворювачів 3, в центральній зоні якої розташовані декілька ПТП і перетворювачів температури поверхні, так, щоб можна було над ними розташувати одночасно кілька досліджуваних зразків. У випромінювачі ДТВ розташований термоелектричний перетворювач температури поверхні випромінювача.

Аналітичне дослідження розподілу теплових потоків і температури у робочій камері [16] свідчить, що у центральній зоні основи, обмеженій 70% радіусу робочої камери, розподіл густини випромінювання є рівномірним та напівсферичним, з наявністю повітря, кондуктивний тепловий потік крізь нього такий же, як між двома нескінченими пластинами.

Режими виміру терморадіаційних характеристик поверхонь досліджуваних зразків реалізуються при малих (до 15 K) значеннях різниці температур ДТВ і досліджуваного зразка. У цьому випадку коефіцієнт випромінювання поверхні досліджуваного зразка можна вважати рівним коефіцієнту поглинання [1, 2]. Оскільки металеві підкладки напиленних зразків покриттів в довгохвильовій області спектра є непрозорими для інфрачервоного випромінювання, коефіцієнт відбиття поверхні визначається зі співвідношення: $R = 1 - \varepsilon$.

Температуру безпосередньо на поверхні досліджуваного зразка незручно вимірювати контактним способом, так як це може призвести до спотворення радіаційної складової теплообміну. Тому вимірюють температуру за допомогою спая термопари, розташованого на поверхні ПТП, а температуру поверхні досліджуваного зразка T_4 розраховують з урахуванням теплопровідності зразка λ_4 за формулою:

$$T_4 = T_3 + q_{ПТП} \times \left(\Delta R_T + \frac{H_{3P}}{\lambda_4} \right), \quad (4)$$



де T_3 - температура поверхні ПТП; ΔR_T - додатковий тепловий опір між спаєм термопари і зразком, $H_{ЗР}$, λ_4 - товщина та теплопровідність зразка.

При вимірюваннях попередньо визначають теплопровідність і товщину зразка досліджуваного матеріалу 4, а потім встановлюють зразки на поверхню пластини термоперетворювачів 3 за допомогою тонкого шару теплопровідних мастила. Встановлюють теплові режими ДТВ та основи і після їх стабілізації вимірюють середні значення температури і теплового потоку. Значення температури поверхні зразка визначають за формулою (4), значення радіаційної складової теплового потоку знаходять як різницю між виміряним тепловим потоком крізь зразок та тепловим потоком за рахунок кондуктивного теплопередавання крізь повітряний прошарок.

Значення коефіцієнта емісії поверхні зразка розраховують за формулою:

$$\varepsilon_{ЗР} = \frac{q_{РАД}}{\sigma(T_1^4 - T_4^4) - q_{РАД} \times \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{1}{\varepsilon_{ДТВ}} - 1 \right)}, \quad (5)$$

$$\text{де } q_{РАД} = q_{ПТП} - (T_1 - T_4) \times \frac{\lambda_{ПОВ}}{H_{П} - H_{ЗР}};$$

$\frac{F_1}{F_2}$ - відношення площ поверхні випромінювача і приймальні поверхні

основи; $H_{П}$ - відстань між поверхнями випромінювача ДТВ і пластиною термоперетворювачів.

Середні значення $q_{ПТП}$, T_1 і T_3 визначають безпосередньо за результатами вимірювань під час експерименту. Значення F_1/F_2 , $\varepsilon_{ДТВ}$ і ΔR_T , визначають при проектуванні і калібруванні приладу. Відстань між поверхнями випромінювача 2 і пластиною термоперетворювачів 3 задано конструкцією приладу.

Оскільки прилад дозволяє одночасно встановлювати кілька зразків, то проводять визначення густини теплового потоку і температури поверхні для кожного зразка, а розрахунок коефіцієнтів емісії проводять окремо для кожного зразка за формулами аналогічним (5). Одночасне дослідження декількох зразків дозволяє швидко порівнювати між собою зразки при відпрацюванні технології нанесення покриттів. У разі наявності еталонних зразків з відомими терморадіаційними характеристиками можливо звірення з ними досліджуваних зразків. Застосування методики вимірювань з використанням двох еталонних зразків з контрастними значеннями їх коефіцієнтів випромінювання (перший зразок - з покриттям з полірованого металу $\varepsilon_{e1} \approx 0,1$, а другий - з діелектрика з матовою поверхнею $\varepsilon_{e2} \approx 0,9$) дозволяє компенсувати кондуктивну і конвективну складові теплообміну через повітряний зазор, в зв'язку з чим відпадає необхідність врахування кондуктивного теплопередавання крізь повітря.

Результати вимірювань терморадіаційних характеристик (ТРХ) матеріалів для віконних конструкцій.



Енергозберігаюче віконне скло повинне, з одного боку, мати високий коефіцієнт пропускання у видимій частині спектру, а з іншого боку, мати мінімальне значення випромінювальної здатності (ступеня чорноти, коефіцієнта емісії) в інфрачервоній області спектра, характерній для теплообміну випромінюванням при температурі, близької до кімнатної. Також для підвищення енергоефективності вікон випускають полімерні плівки, що відбивають інфрачервоне випромінювання. Із застосуванням розроблених приладів проведені дослідження ТРХ таких матеріалів, результати вимірювань наведені у таблиці 1.

Таблиця 1.

Результати вимірювань ТРХ матеріалів для віконних конструкцій

Матеріал	ступінь чорноти (коефіцієнт емісії) ϵ	коефіцієнт віддзеркалення R
Скло:		
віконне	0,90...0,92	0,08...0,10
матове	0,93...0,95	0,05...0,07
k - скло	0,23	0,77
i - скло	0,11...0,12	0,88...0,89
Плівки:		
“Solis-85”	0,38	0,62
“Solar-guard 35”	0,31	0,69
“Solar-guard 50”	0,35	0,65
“Heat mirror 77”	0,071	0,929
“HPR	0,045	0,955

Отримані результати добре відповідають даним технічної літератури.

Результати та висновки. Розроблено методики вимірювання ступеню чорноти радіаційним та калориметричним методом за допомогою раніше створених приладів ИТ-7 та РГУ-2. Створено спеціалізовану установку ІТРС для визначення напівсферичних терморадіаційних характеристик тепловими методами. Проведено експериментальні дослідження ступеня чорноти матеріалів для енергоефективних віконних конструкцій.

Література.

1. Уонг, Х. (1979). Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров. М.: Атомиздат. 212с.
2. Исаченко, В.П., Осипова, В.А., Сукомел, А.С. (1975). Теплопередача. Учебник для вузов, изд. 3-е, перераб. и доп. М.: «Энергия». 488 с.
3. ISO 9050:2003 Glass in building. Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors.
4. Králík, T., Musilová, V., Hanzelka, P., & Frolec, J. (2016). Method for measurement of emissivity and absorptivity of highly reflective surfaces from 20 K to room temperatures/ Metrologia. 53, 743–753. Retrieved from: doi:10.1088/0026-1394/53/2/743



5. Emissometer Model AE1. Режим доступа: <http://www.devicesandservices.com/AE1%20Spec%20Sheet.pdf>
6. Portable Emissometer/Reflectometer TEMP 2000A. Режим доступа: <http://www.aztechnology.com/optical-instruments-temp2000a.html>
7. ET-100 Thermal Handheld Emissometer. Режим доступа: <https://surfaceoptics.com/products/reflectometers-emissometers/et100-thermal-handheld-emissometer/>
8. Рекант, Н.Б., Демидов, С.А., Хрусталева, Б.А., & Князева, З.А. (1981). Устройства для измерений относительной излучательной способности (степени черноты) материалов и покрытий при комнатной температуре. Промышленная теплотехника. Т.3, № 1. С. 13 - 19.
9. Халиманович, В., Харламов, В., Ермолаев, Р., Михеев, А., & Гирн, А. (2009). Испытания лабораторных образцов терморегулирующих покрытий углепластиковых элементов космических аппаратов. Вестник СибГАУ. №3. С. 110 – 113.
10. Михеев, А., Гирн, А., Ивасев, С., & Евкин, И. (2013). Исследование свойств защитных покрытий для космических аппаратов. Вестник СибГАУ. № 3(49). С. 217 – 224.
11. Падерин, Л., Прусов, Б., & Токарев, О. (2011). Установка для исследований интегральной полусферической излучательной способности теплозащитных материалов и терморегулирующих покрытий. Ученые записки ЦАГИ. Т. XLII, №1. С. 53 – 61.
12. Черепанов, В. (2005). Разработка методов и средств метрологического обеспечения измерений коэффициентов теплового излучения материалов. Интерэкспо Гео-Сибирь. т. 6. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-metodov-i-sredstv-metrologicheskogo-obespecheniya-izmereniy-koeffitsientov-teplovogo-izlucheniya-materialov>.
13. Бурова З.А., Воробьев Л.И., Грищенко Т.Г., Декуша Л.В., Шаповалов В.И. Повышение точности измерения теплопроводности строительных и теплоизоляционных материалов//Пром. теплотехника, 2010. № 1. – С. 113-121.
14. Декуша, Л.В., Грищенко, Т.Г., & Зайцев, В.Б. (2003). Установка для радиационной градуировки преобразователей теплового потока. Промышленная теплотехника. Т.25, № 44 (приложение к журналу). С. 462 – 464.
15. Babak V., Dekusha O., Vorobiov L., Dekusha L., Kobzar S., Ivanov S. The Heat Exchange Simulation In The Device For Measuring The Emissivity Of Coatings And Material Surfaces. 2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). p. 301-304. DOI: 10.1109/ELNANO.2019.8783537
16. Ковтун, С., Декуша, Л., & Воробйов, Л. (2018). Аналізування впливу параметрів випромінювача на передавання одиниці вимірювання теплового потоку. *Slovak international scientific journal*, 16(1), P. 51–54.

References:

1. Uong, X. (1979). Osnovnye formuly i dannye po teploobmenu dlja inzhenerov. [Basic formulas and data on heat transfer for engineers]. Moscow: Atomizdat, 212p. (in Russian).
2. Isachenko, V.P., Osipova, V.A., Sukomel, A.S. (1975). Teploperedacha. Uchebnik dlya



vuzov. [Transmission. Textbook for universities], ed. 3rd. Moscow: "Energy". 488 p. (in Russian).

3. ISO 9050:2003 Glass in building. Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors.

4. Králík, T., Musilová, V., Hanzelka, P., & Frolec, J. (2016). Method for measurement of emissivity and absorptivity of highly reflective surfaces from 20 K to room temperatures/ *Metrologia*. 53, 743–753. Retrieved from: doi:10.1088/0026-1394/53/2/743

5. Emissometer Model AE1. Retrieved from:

<http://www.devicesandservices.com/AE1%20Spec%20Sheet.pdf>

6. Portable Emissometer/Reflectometer TEMP 2000A. Retrieved from:

<http://www.aztechnology.com/optical-instruments-temp2000a.html>

7. ET-100 Thermal Handheld Emissometer. Retrieved from: <https://surfaceoptics.com/products/reflectometers-emissometers/et100-thermal-hand-held-emissometer/>

8. Recant, N.B., Demidov, S.A., Khrustalev, B.A., & Knyazeva, Z.A. (1981). Ustroystva dlya izmereniy otnositel'noy izluchatel'noy sposobnosti (stepeni chernoty) materialov i pokrytiy pri komnatnoy temperature. [Devices for measuring the relative emissivity (emission factor) of materials and coatings at room temperature]. *Promyshlennaya teplotekhnika. [Industrial heat engineering]*. V.3, No. 1. P. 13 - 19.

9. Halimanovich, V. I., Harlamov, V. A., Ermolaev, R. A., Miheev, A. E., & Girn, A. V. (2009). Ispytaniya laboratornykh obrazcov termoreguliruyushchikh pokrytij ugleplastikovykh jelementov kosmicheskikh apparatov [Testing laboratory patterns with thermoregulation coating on carbon details of space vehicles]. *Vestnik SibGAU*, 3, 110–113 (in Russian).

10. Miheev, A. E., Girn, A. V., Ivasev, S. S., & Evkin, I. V. (2013). Issledovanie svojstv zashhitnykh pokrytij dlya kosmicheskikh apparatov [Investigation of the space vehicles coatings feature]. *Vestnik SibGAU*, 3(49), 217–224 (in Russian).

11. Paderin, L. Ja., Prusov, B. V., & Tokarev, O. D. (2011). Ustanovka dlya issledovanij integral'noj polusfericheskoj izluchatel'noj sposobnosti teplozashhitnykh materialov i termoreguliruyushchikh pokrytij [Installation for studies of the integral hemispherical emissivity of heat-shielding materials and thermoregulatory coatings]. *Uchenye zapiski CAGI*, 1, 53–61 (in Russian).

12. Cherepanov, V. (2005). Razrabotka metodov i sredstv metrologicheskogo obespecheniya izmerenij koefitsientov teplovogo izlucheniya materialov [Development of methods and tools for metrological support of measurements of thermal radiation coefficients of materials]. *Interjekspos Geo-Sibir'*, 6 (in Russian).

13. Burova Z.A., Vorobyev L.I., Grishchenko T.G., Dekusha L.V., Shapovalov V.I. Povysheniye tochnosti izmereniya teploprovodnosti stroitel'nykh i teploizolyatsionnykh materialov [Improving the accuracy of measuring the thermal conductivity of building and heat-insulating materials.] *Promyshlennaya teplotekhnika. [Industrial heat engineering]*, 2010. No. 1. P. 113-121.

14. Dekusha, L.V., Grishchenko, T.G., & Zaitsev, V.B. (2003). Ustanovka dlya radiatsionnoy gradirovki preobrazovateley teplovogo potoka. [Installation for radiation gradation of heat flux converters.] *Promyshlennaya teplotekhnika. [Industrial heat engineering]*, V.25, No. 44 (appendix to the journal). P. 462 - 464. (in Russian).

15. Babak V., Dekusha O., Vorobiov L., Dekusha L., Kobzar S., Ivanov S. The Heat Exchange Simulation In The Device For Measuring The Emissivity Of Coatings And Material Surfaces. 2019 *IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO)*. P. 301-304. DOI: 10.1109/ELNANO.2019.8783537.

16. Kovtun, S., Dekusha, L., & Vorobyov, L. (2018). Analizuvannya vplyvu parametriv vyprominyuvacha na peredavannya odyntsi vymiryuvannya teplovoho potoku. [Analyzing the effect of the radiator parameters on the transmission of the heat flow unit]. *Slovak international scientific journal*, 16(1), P. 51–54. (in Ukrainian).

Abstract. The paper describes the classification of optical and thermal methods for



determining emissivity coefficient of coatings and surfaces of materials. Stationary devices created at the Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine that implement thermal and calorimetric methods are considered. Provided Information about the structure and principle of operation of the instruments, a methodology for processing measurement information. Methods for measuring the emissivity coefficient using previously created measurement systems IT-7 and RGU-2 are developed. A specialized measurement system ITRS has been created to determine hemispherical thermal radiation characteristics by thermal methods. Experimental studies were carried out and the results of measurements of the emission coefficient of materials for energy-efficient window structures are presented.

Keywords: emissivity, emission factor, radiation heat exchange, calorimetric method.

Науковий керівник: чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф. Бабак В.П.

Стаття підготовлена у рамках науково-технічного проекту «Створення та впровадження приладів для експрес-контролю коефіцієнту емісії поверхонь матеріалів та покриттів з використанням високочутливих сенсорів інфрачервоного випромінювання», що виконується відповідно до Цільової програми наукових досліджень НАН України «Напівпровідникові матеріали, технології і датчики для технічних систем діагностики, контролю та управління» на 2018-2020 роки».

Стаття відправлена: 08.10.2019 г.

© Воробйов Л.Й., Декуша О.Л., Декуша Л.В., Ковтун С.І.



УДК 550.34:69.07:338.2

**DETERMINATION OF THE GENERAL TYPES OF DESTRUCTION OF
OVERPASS WHARF IN SEISMIC ACTION****ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИДІВ РУЙНУВАНЬ ПРИЧАЛЬНИХ СПОРУД
ЕСТАКАДНОГО ТИПУ ПРИ СЕЙСМІЧНІЙ ДІЇ****Bezushko D.I. / Безушко Д.І.**

с.т.с., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0003-2215-1136

Odessa National Maritime University,

Odessa, Mechnikova 34, 65029

Одеський національний морський університет,

Одеса, вул.Мечникова 34, 65029

Illichov V. / Іллічов В.Г.

с.т.с. / к.т.н.,

Odessa National Maritime University,

Odessa, Mechnikova 34, 65029

Одеський національний морський університет,

Одеса, вул.Мечникова 34, 65029

Анотація. В даній роботі наведено аналіз можливих видів руйнувань причальних споруд естакадного типу під час землетрусу, для аналізу використовувались вітчизняні та іноземні літературні джерела. На основі аналізу визначено основні види руйнувань, як окремих елементів так і всієї конструкції.

Ключові слова: безвідмовна робота, «естакада», розрідження ґрунту, морський порт, причал.

Порти є стратегічно важливими елементами національної і міжнародної торгівлі. До теперішнього часу значна частина причалів морських портів України практично вичерпала нормативний термін служби. При цьому розвиток нових видів перевезень та поява нових типів суден виявили одну з головних причин морального старіння причальних споруд - для прийому судів нових типів портам необхідно забезпечити глибини у причалів від 11,5 до 20 м.

Перераховані обставини зумовили необхідність модернізації експлуатованих споруд. Більше того, подальше нарощування вантажообігу портів нині неможливе без реконструкції (посилення) певної частини причального фронту або будівництва нового, що у свою чергу накладає підвищені вимоги до забезпечення надійності конструкцій. Відповідно до [1] 7-м з 13 Морських портів України знаходяться в сейсмічно небезпечних районах з більшістю вище 7-ми. Сейсмічні впливи призводять до руйнування портових гідротехнічних споруд та до порушення функціонування діяльності порту, оцінка сейсмічних впливів та видів відмов поряд з забезпеченням безвідмовної роботи причальних споруд, є важливим і актуальним завданням.

Види пошкоджень причальних гідротехнічних споруд під час значних землетрусів, проблеми, що виникали та шляхи їх усунення.

Порт Сан-Фернандо, Філіппіни

16 липня 1990 року землетрус Лузона на Філіппінах з величиною $M=7,8$ пошкодив причал № 1 у порту Сан-Фернандо. Пірс на залізобетонних



палях квадратного перетину, довжиною 200 м і шириною 19 м, мав бетонну палубу. Використовувалися спарені вертикальні та похилі палі (рис. 1.).

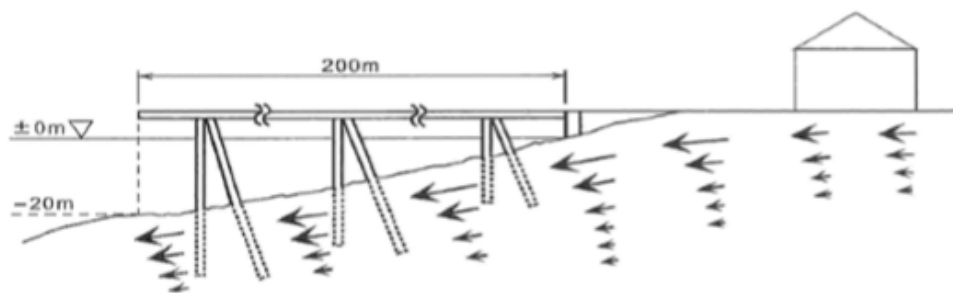


Рис. 1. Порт Сан-Фернандо, Філіппіни

Джерело: [12].

Причал у вигляді пірсу зазнав повздовжніх переміщень в бік моря [6,12] внаслідок зрушень та деформацій несучого ґрунту. Багато розривів виникло у поздовжньому напрямку верхньої будови. Найбільший розрив сягав 1,5 м. Також спостерігались тріщини та руйнування оголовків палей.

Порт Ейлат, Ізраїль

Землетрус 22 листопада 1995 року в Ізраїлі мав магнітуду $M = 7.2$. Порт Ейлат був розташований на відстані 100 км від епіцентру цього землетрусу. Головний причал мав загальну висоту 13 м і глибину води 10,5 м (рис. 2). Цей причал відкритого типу складається з збірних плит та ростверку на восьмикутних попередньо-напружених залізобетонних палях діаметром 46 см. Після землетрусу палі не було пошкоджено, але постійні переміщення в діапазоні від 5 до 15 мм призвели до розкриття стиків [7,12].



Рис. 2. Порт Ейлат, Ізраїль

Джерело: [12].

Порт Окленд, США

Землетрус Лома Прієта 1989 року з магнітудою 6,9 в Каліфорнії заподіяв серйозної шкоди спорудам терміналу в порту Окленда [11, 12], що знаходився в 90 км на північ від епіцентру землетрусу. Прискорення в порту Окленд було в межах 0.25 - 0.3g.

Найбільш серйозних пошкоджень було завдано Терміналу в районі 7-ї



вулиці (рис. 3). Розрідження засипки призвело до просідань, бокового розширення і розтріскування покриття на великій площі.

Максимальний осад контейнерних майданчиків складав близько одного фути. Було завдано істотної шкоди кільком кранам, працюючим на насипу. Кордонний крановий рейок був на пальових опорах на залізобетонній балці і не зазнав суттєвого пошкодження. А тиловий крановий рейок, який опирався на насип уздовж більшої частини терміналу, був пошкоджений в результаті нерівномірних просідань насипу і пошкодження покриття. Через це пошкодження кілька основних кранів не могли працювати після землетрусу.



Рис. 3. Термінал 7-ї Вулиці, порт Окленд

Джерело: [11].

Бокові переміщення, що виникли в результаті розрідження насипу, і глини під дамбою викликали пошкодження в верхній частині декількох паль, що підтримували причал. Пошкодження паль виникли у верхній частині тлових похилих паль і, головним чином, являли собою руйнування при розтягу. Кордонні вертикальні палі в основному не постраждали. Пошкодження паль стають прикладом того руйнування, що може виникнути в результаті використання похилих паль для стримування поперечних деформацій у відносно слабких ґрунтах основи. Ці палі – "жорстке" включення в структурну систему, що призводить до великих концентрацій напруг під час сейсмічного впливу. Однак характер ушкоджень був, в основному, пов'язаний з руйнуванням при розтягу в результаті зовнішнього тиску насипу, що свідчить про те, що розрідження і супутні цьому поперечні деформації були вирішальними факторами.

2. Конструктивні рішення набережних та пірсів естакадного типу.

До причальних споруд естакадного типу слід відносити конструкції набережних і пірсів, що спираються на пальові опори.

Конструкції естакадного типу слід підрозділяти [3]:

залежно від конструкції верхньої будови і розташування опор - на споруди естакадного і мостового типів;



залежно від розташування на акваторії та сполучення з берегом - набережні-естакади, що перекривають підпричальний укіс по усій довжині споруди, та пірси, що включають вузькі рейдові причали;

залежно від конструкції верхньої будови та опор - із збірною, збірно-монолітною і монолітною верхньою будовою, на призматичних палях, палях-оболонках, металевих трубах, оболонках великого діаметру і на опорах з кладки масивів.

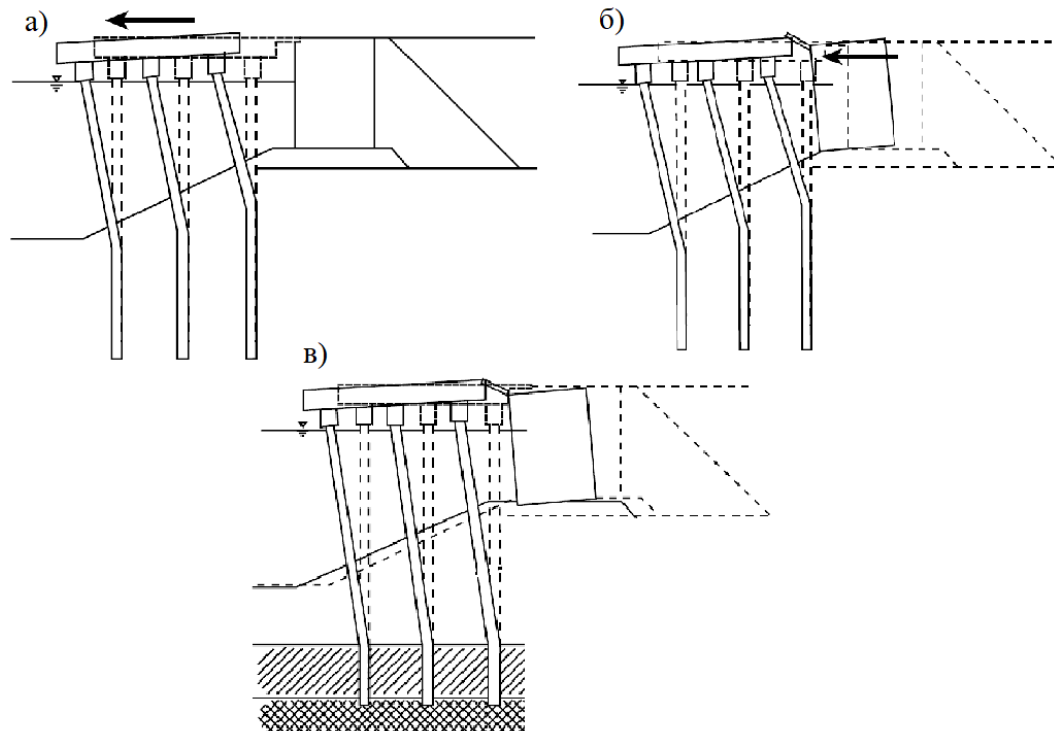


Рис. 4. Можливі види руйнувань причальних споруд естакадного типу під час землетрусу

а) деформації при дії інерційних сил від верхньої будови; б) деформації у разі виникнення значних зрушень засипки; в) деформації при не стабільному укосі.

Джерело: [10].

Спираючись на аналіз руйнувань причальних споруд естакадного типу під час землетрусів, можна виділити три основні причини руйнування причальних споруд естакадного типу під час землетрусу [2,10]:

1. Для причалів побудованих на міцних ґрунтах, з стабільним підпричальним укосом - це сприйняття палями сил інерції від верхньої будови – є основною причиною руйнування (рис. 4, а);

2. Максимальний момент, що згинає, виникає в оголовках паль у тилівій зоні, оскільки вони мають найменшу вільну довжину. У разі виникнення значних зрушень засипки, або конструкцій що її стримують, можуть виникнути переміщення верхньої будови у бік моря, що в свою чергу призведе до руйнування, як зображено на Рис. 4, б;

3. Для причалів побудованих на не стабільному укосі, в наслідок його зрушення, виникають переміщення паль у бік моря, як показано на Рис. 4, в.



Висновок.

В даній роботі наведено аналіз можливих видів руйнувань причальних споруд естакадного типу під час землетрусу, для аналізу використовувались вітчизняні та іноземні літературні джерела. На основі аналізу можна визначити три основні види руйнувань причалів естакадного типу: руйнування паль в наслідок дії сил інерції від верхньої надбудови; руйнування тилових паль в наслідок тиску від зрушення існуючих конструкцій в бік моря; зрушення укусу в бік моря, що призводить до руйнування паль.

Список літератури

1. ДБН 1.1-12:2014. Державні будівельні норми України. Будівництво в сейсмічних районах України. – Київ: Мінрегіонбуд України, Укранхбудінформ, 2014. – 110с.
2. РД 31.3.06-2000. Руководство по учету сейсмических воздействий при проектировании морских гидротехнических сооружений типа «Больверк».
3. РД 31.31.55-93. Инструкция по проектированию морских причальных сооружений. – Москва: Федеральная служба морского флота России, 1996.- 110с.
4. РД 31.31.35-85 Основные положения расчета причальных конструкций на надежность.- Москва "Мортехинформреклама", 1986.- 31с.
5. СНиП II-7- 81*. Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах.-Москва: МИНСТРОЙ России, 1985.-116с.
6. BORG R.C. SEISMIC PERFORMANCE, ANALYSIS AND DESIGN OF WHARF STRUCTURES: A COMPARISON OF WORLDWIDE TYPOLOGIES/ A Dissertation Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for the Master Degree in EARTHQUAKE ENGINEERING, 2007.-256p.
7. Buslov, V.M. Evaluating earthquake damage to concrete wharves// Buslov, V.M./ Concrete International, 1996. pp. 50-54.
8. Comatin C.D. Guam earthquake of August 8, 1993 Reconnaissance Report/ Earthquake Spectra; Supplement B to Vol. 11, 1995 EERI.
9. Eidinger J.M. Gujarat (Kutch) India Earthquake of January 26, 2001. Technical Council on Lifeline Earthquake Engineering/Kutch, 2001.-P.135. [http://www.geengineeringssystems.com/ewExternalFiles/Bhuj_M7.4_2001.pdf]
10. Earthquake engineering handbook / edited by Wai-Fah Chen, Charles Scawthorn/ CRC Press LLC, 2003.- 1450p.
11. Egan J.A. Seismic repair at Seventh Street Marine Terminal// Egan J.A., Hayden R.F., Scheibel. Otus M., Seventi, G.M. / Grouting, Soil Improvoment and Geosynthetics, Geotechnical Special Publication No. 30, ASCE, 1992. -pp.867-878.
12. PIANC Seismic Design Guidelines for Port Structures, International Navigation Association, / A.A. Balkema Publishers, Tokyo, 2001.
13. Егупов К.В. Причальные сооружения эстакадного типа /учебное пособие /Егупов К.В., Москва В/О Мортехинформреклама 1991г. С.85
14. Osamu Kiyomiya New Seismic Design of Port and Harbor Steel Structures /<https://ru.scribd.com/document/147729409/New-Seismic-Design-of-Port-and-Harbor-Steel-Structures>.



15. Atsushi NOZU SEISMIC DESIGN OF PORT STRUCTURES / Koji ICHII, Takahiro SUGANO / Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol.4, No.3 (Special Issue), 2004

References:

1. DBN 1.1-12: 2014. State building codes of Ukraine. Construction in seismic regions of Ukraine. - Kyiv: Ministry of Regional Construction of Ukraine, Ukrhbudinform, 2014. - 110 p.
2. RD 31.3.06-2000. A guide to seismic effects in the design of offshore hydraulic systems of the Bolverk type.
3. RD 31.31.55-93. Instructions for designing marine berths. - Moscow: Federal Service of the Russian Navy, 1996. - 110c.
4. RD 31.31.35-85 Basic provisions for the calculation of berth structures for reliability. - Moscow "Mortekhinformreklam", 1986.- 31s.
5. SNIP II-7- 81 *. Building rules and regulations. Construction in seismic regions. –Moscow: Ministry of Russia, 1985. – 116s.
6. Borg R.C. (2007) Seismic performance, analysis and design of wharf structures / Dissertation Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for the Master Degree in earthquake engineering - 256p.
7. Buslov, V.M. (1996) Evaluating earthquake damage to concrete wharves// Buslov, V.M./ Concrete International, pp. 50-54.
8. Comatin C.D. (1995) Guam earthquake of August 8, 1993 Reconnaissance Report/ Earthquake Spectra; Supplement B to Vol. 11, EERI.
9. Eidinger J.M. Gujarat (Kutch) (2001) India Earthquake of January 26, 2001. Technical Council on Lifeline Earthquake Engineering/Kutch,-P.135. [http://www.geengineeringssystem.com/ewExternalFiles/Bhuj_M7.4_2001.pdf]
10. Earthquake engineering handbook / edited by Wai-Fah Chen, Charles Scawthorn/ CRC Press LLC, 2003.- 1450p.
11. Egan J.A. (1992) Seismic repair at Seventh Street Marine Terminal// Egan J.A., Hayden R.F., Scheibel. Otus M., Seventi, G.M. / Grouting, Soil Improvment and Geosynthetics, Geotechnical Special Publication No. 30, ASCE, -pp.867-878.
12. PIANC Seismic Design Guidelines for Port Structures, International Navigation Association, / A.A. Balkema Publishers, Tokyo, 2001.
13. Egupov K.V. Berth structures of trestle-type / study guide / Yegupov KV, Moscow In / About Mortekhinformreklama 1991 P.85.
14. Osamu Kiyomiya New Seismic Design of Port and Harbor Steel Structures / <https://ru.scribd.com/document/147729409/New-Seismic-Design-of-Port-and-Harbor-Steel-Structures>
15. Atsushi N. (2004) Seismic design of port structures / Koji ICHII, Takahiro SUGANO / Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol.4, No.3 (Special Issue).

Abstract. Ports are strategically important elements of national and international trade. Seismic impacts lead to the destruction of port hydraulic structures and to the disruption of the functioning of the port, the assessment of seismic effects and types of failures, along with ensuring trouble-free operation of berthing structures, is an important and urgent task. In this paper, an analysis of possible types of damages of berth structures of the trestle type during an earthquake is used, and domestic and foreign literary sources were used for the analysis. Based on the analysis, three main types of destructions of trestle berths can be identified: the destruction of piles due to inertia forces from the top superstructure; destruction of rear piles as a result of pressure from displacement of existing structures towards the sea; offset of the slope towards the sea, leading to the destruction of piles.

Key words: "overpass wharf", soil thinning, seaport, pier, trouble-free work.

07.10.2019 p.

© Безушко Д.І.



УДК 677.11

**INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF GETTING THE FLAX TRUST
IN THE ARTIFICIAL ENVIRONMENT****ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОДЕРЖАННЯ ЛЛЯНОЇ ТРЕСТИ
У ШТУЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ****Kobyakov S.M. / Коб'яков С.М.***s.a.s, as.prof. / к.с.-г.н., доц.**Kherson national technical university, Kherson, Beryslavskoe highway, 24, 73008**Херсонський національний технічний університет, Херсон, Бериславське шосе, 24, 73008***Lisikh A.Y. / Лисих А.Ю.***s.t.s. / к.т.н.**Pervomaisk branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Pervomaysk,**Mykolaiv region, str. Odessa, 107, 55202**Первомайська філія Національного університету кораблебудування імені адмірала**Макарова, м. Первомайськ, Миколаївської області, вул. Одеська, 107, 55202*

Анотація. В роботі представлені експериментальні дослідження застосування сучасної технології приготування лляної трести у штучних умовах. Розглянуті питання стосовно пошуку оптимальних параметрів процесу приготування трести, застосування середовища за показником активної кислотності та речовини для його прискорення.

Ключові слова: зволоження льоносолами, показник активної кислотності, спосіб приготування лляної трести, фізико-механічні показники лляної трести.

Вступ.

У процесі перетворення льоносолами в тресту найбільш розповсюдженим способом руйнування пектинових речовин є біологічний, котрий здійснюється в процесі розстилу льону. Цей спосіб заснований на життєдіяльності деяких видів мікроорганізмів, що синтезують пектолітичні ферменти, за допомогою яких розкладаються пектинові речовини до більш простих, що засвоюються мікроорганізмами в процесі їхньої життєдіяльності.

Для того, щоб пектиноруйнівні мікроорганізми інтенсивно розмножувалися на розстеленій льоносолі необхідне наявність сприятливих атмосферних умов.

Розстил льону здійснюють на льонищі з підсівом трав, що забезпечують кращі умови процесу вилежування. На розстеленій тонким шаром льоносолі в аеробних умовах починають розмножуватися мікроорганізми. Велику роль, при вилежуванні трести, грають гриби *Cladosporium herbarum* Link, *Alternaria*, *Colletotrichum lini* і бактерії *Clostridium maceraus*.

Для здійснення нормального процесу вилежування, вологість розстеленої соломі повинна бути в межах 50-60%, а середньодобова температура 14-20°C.

Грибні культури і мікроорганізми проникають у стебло через дрібні тріщини, досягаючи паренхімної тканини і там починають розвиватися, виділяючи ферменти. За допомогою ферментів здійснюються розпад пектинових речовин, у результаті чого послабляються і руйнуються зв'язки між луб'яними пучками і навколишніми їх тканинами.

Багаторічна практика застосування росяної мочки показує, що найбільш сприятливі умови вилежування лляної трести бувають у серпні, коли



середньодобова температура відповідає оптимальної, а сам процес супроводжується випаданням рясних рос.

Це сприяє тому, що процес вилежування, початий у серпні, протікає в найбільше короткий термін і складає 20-30 доби. Більш пізній розстил у вересні і жовтні сприяє збільшенню тривалості процесу вилежування приблизно вдвічі з одночасним зниженням номера і відсотка виходу довгого волокна.

Однією з основних умов одержання високоякісного стланцевого волокна є своєчасний підйом трести з льонищ. У недолежаної тресті процес розпаду пектинових речовин проходить недостатньо, що спричиняє зниження якості трести і волокна, а у перележаній втрачається міцність волокна.

В основному аргументи на користь альтернативної тепловодної мочки в порівнянні з розстилом – це залежність процесу розстилу від погодних умов, що часто приводять до кількісних і якісних втрат врожаю, необхідність займати під розстил соломи землю, що у випадку використання лугів під стелища скорочує пасовищні можливості, а при розстиллі на льонищі відповідно затримує осінню оранку; збіг термінів підйому трести після розстилу зі збиранням інших культур.

Узагальнюючи інформацію про переваги та недоліки стланцевої технології можна відзначити, що відомості суперечливі і не дають можливість встановити перспективи переробки соломи в тресту, тобто якої технології стланцевої або моченцевої віддати перевагу.

Основний текст.

Відомо, що з метою удосконалення процесу одержання льонотрести був розроблен спосіб приготування трести льону, де льоносолому сформовану у паковку, зволожували водою до вологості 100-120 % з температурою оточуючого середовища і завантажували у ємність з укриттям без доступу повітря. Вентилювання відбувалось відпрацьованою анаеробною газовою сумішшю в закритому просторі. Тривалість процесу приготування трести льону становила 4-5 діб.

Однак недоліком цього способу є низька якість трести льону та волокна виробленого з неї. Це пояснюється тим, що за відсутністю кисню процес проходить з само розігрівом, на стеблах льону розвивається патогенна, целюлозоруйнівна мікрофлора, яка приводить до втрати міцності волокна. Корисна пектиноруйнівна мікрофлора при цьому пригнічена і тому волокно лубоподібне.

Відомий також не традиційний промисловий спосіб приготування лляної трести розроблений Білоруськими вченими. Цей спосіб заснований на твердофазній ферментації льоносоломи. Процес твердофазної ферментації являє собою спрямоване культивування бактерій роду *Erwinia*, що синтезують пектолітичні ферменти, що можуть бути використані в харчовій промисловості.

Використання активного продуцента і нових технічних рішень при здійсненні способу дозволяє одержати малу тривалість процесу, маловідходну технологію з незначними витратами тепла й електроенергії. Спосіб дозволяє зберегти міцнісні властивості волокна, додати йому рівномірне світле фарбування. Для твердофазної ферментації використовується стандартна



льоносировина будь-якого селекційного сорту.

Використовувані штами *Egwinia* не є патогенними для людини і тварин, ростуть у широких інтервалах температур (25-37°C) на дешевих мінеральних середовищах, є стабільними мутантами по регуляторних генах.

Наявність бактерій у стічних водах не ускладнює процедуру їхнього знезаражування.

Спосіб приготування лляної трести передбачає:

- вирощування посівного матеріалу;
- приготування культуральної рідини;
- формування пакувань льоносоломи і завантаження їх у камеру;
- зволоження пакувань льоносоломи;
- нанесення культуральної рідини на льоносолому;
- твердофазну ферментацію льоносоломи;
- промивання готової льонотрести.

Економія електроенергії здійснюється за рахунок попередньої обробки льону в польових умовах, скорочення технологічного процесу. Але цей спосіб не знайшов практичного застосування тому, що волокно за своїми якісними властивостями аналогічне моченцевому, яке як правило за якістю поступається сланковому, а наявність стічних вод потребує застосування у даній технології очисних споруд, що приводить до збільшення загальних витрат.

Ретельний патентний пошук по способах приготування трести дозволив нам ознайомитися з іншими способами, що з аналогічної причини не знайшли застосування у виробництві.

Таким чином можна зробити висновок, що треба шукати простий і мало затратний спосіб приготування лляної трести.

Було висунуто припущення про те, що є можливість одержати тресту льону у штучних умовах способом зволоження льоносоломи, але без використання великої кількості води та відсутності очисних споруд, які застосовуються у технології тепловодного мочіння льоносоломи. Цей процес здійснюється аналогічно росяному мочінню, але за рахунок того, що він керований, середовище штучне і здійснюється доступ кисня з зовнішнього повітря, створюються сприятливі умови для пектиноруйнівної мікрофлори. Є також можливість застосовувати різні речовини, які б прискорювали процес мацерації стебел та була б виключена ситуація коли ці речовини можуть вимиватись з стебел атмосферними осадками.

Відомо, що лігнін розділяється на два компоненти – лігнін "Ф" і лігнін "М". Слід відзначити, що лігнін "Ф" являє собою лужнонестійку фракцію, а – лігнін "М" – лужностійку. Однак ці компоненти додають різні властивості клітинним стінкам. Наявність компонента "М" у якоїсь мірі надає позитивну дію він додає міцність оболонкам, але при цьому вони зберігають свою еластичність. Компонент "Ф" надає негативний вплив, робить клітинні стінки твердими і тендітними.

Це дає можливість припустити, що застосування лужного середовища у вигляді рідини, якою буде зволожуватися льоносолома, дозволить якоюсь мірою зруйнувати небажаний лігнін "Ф". Крім того, лужне середовище



сприятливе для пектіноруйнівної мікрофлори.

Для проведення досліджень були сформовані паковки льоносоломи маса, кожної з яких при вологості сировини $W = 9,5\%$ становила 2,0 кг. Кількість повторностей у кожному варіанті дослідів дорівнювала трьом. Щільність льоносоломи у паковках становила 90 кг/м^3 .

З попередніх дослідів відомо про позитивний вплив розчину сечовини на життєдіяльність пектіноруйнівної мікрофлори, яку застосовували для зрошення льоносоломи під час її розстилу на льонищі. Тому у наших дослідів для зволоження льоносоломи застосовували 5% водний розчин сечовини, але з різним показником активної кислотності. Для контролю іншу льоносолому зволожували водою також з різним показником активної кислотності, який змінювався у межах рН 3,0-11,0 з інтервалом приблизно 2,0.

Льоносолома зволожувалась до вологості $W \approx 100\%$, витримувалась на протязі 3, 4 і 5 діб у герметичній камері з обмеженим доступом зовнішнього повітря при температурі $t = 30^\circ\text{C}$ і відносній вологості $\varphi \approx 95\%$.

Після проведених дослідів одержана лляна треста була піддана аналізу з метою визначення її фізико-механічних властивостей та якості.

Методи оцінки якості лляної трести, що включені в діючі стандарти, базуються на зв'язку показників основних фізичних властивостей трести з її якістю.

Після лабораторних досліджень були одержані фізико-механічні показники лляної трести (табл. 1, 2).

Таблиця 1

**Фізико-механічні показники лляної трести
(зволоження льоносоломи розчином сечовини, $K=5\%$)**

Варіант дослідів		Тривалість процесу, доба								
		3			4			5		
		Відокремлюваність, од.	Гнучкість, мм	Міцність, даН	Відокремлюваність, од.	Гнучкість, мм	Міцність, даН	Відокремлюваність, од.	Гнучкість, мм	Міцність, даН
Розчин сечовини, $K=5$	1. Показник активної кислотності рН 3,2	2,6	17	17,4	3,0	22	16,4	3,2	28	15,8
	2. Показник активної кислотності рН 5,1	3,1	21	17,0	3,5	28	15,6	3,7	33	14,6
	3. Показник активної кислотності рН 6,9	3,4	25	16,7	3,8	31	15,1	4,0	41	13,8
	4. Показник активної кислотності рН 9,2	3,8	30	16,2	4,0	34	15,0	4,2	43	13,5
	5. Показник активної кислотності рН 10,9	3,6	28	16,4	3,8	32	15,1	4,1	42	13,7

Аналізуючи результати застосування розчину сечовини з різними показниками активної кислотності слід відзначити, що прийнятним за



показником відокремлюваності є варіант, де льоносолому зволожували розчином сечовини з показником активної кислотності рН 9,2 при тривалості процесу 5 діб і який складає 4,2 од. Показник гнучкості волокна – 43мм також найвищий у цьому варіанті.

Вплив активної кислотності на процес приготування трести свідчить, що кисле середовище негативно впливає на пектиноруйнівні мікроорганізми і по мірі зростання цього показника у бік лужного середовища його інтенсивність зростає. Але при рН 10,9 спостерігається уповільнення цього процесу і це свідчить про те, що якщо лужне середовище має значний показник рН, який перевищує рН 9,2, то це в деякій мірі знижує інтенсивність процесу мацерації стебел льону.

Таблиця 2

**Фізико-механічні показники лляної трести
(зволоження льоносоломи водою, контроль)**

Варіант досліду	Тривалість процесу, доба								
	3			4			5		
	Відокремлюваність, од.	Гнучкість, мм	Міцність, даН	Відокремлюваність, од.	Гнучкість, мм	Міцність, даН	Відокремлюваність, од.	Гнучкість, мм	Міцність, даН
1. Показник активної кислотності води рН 3,1	2,3	21	17,0	2,6	5	16,8	2,9	31	16,7
2. Показник активної кислотності води рН 5,2	2,4	23	16,5	3,1	29	16,0	3,6	34	15,4
3. Показник активної кислотності води рН 7,0	3,3	26	16,1	3,7	33	14,8	4,2	43	13,2
4. Показник активної кислотності води рН 9,2	3,5	28	15,8	3,9	38	14,2	4,4	46	13,0
5. Показник активної кислотності води рН 11,0	3,2	26	16,0	3,7	34	14,4	4,1	42	13,3

Як було вказано вище у дослідях для порівняння застосовувався контроль. Результати проведеного аналізу трести (табл. 2) свідчать, що подібна динаміка зміни фізико-механічних показників спостерігається і при зрошенні водою. Також здійснюється зростання показника відокремлюваності волокна при підвищенні показника активної кислотності зволожуючої речовини від кислого до лужного. В інтервалі показника активної кислотності від рН 7,0 до рН 11,0 включно маємо найвищий показник відокремлюваності 4,4 од. і гнучкості волокна 46 мм у варіанті, де рН 9,2.

Заключення і висновки.

Встановлено, що рідина з показником активної кислотності рН ≈ 9 у порівнянні з іншими варіантами сприятливо впливає на життєдіяльність пектиноруйнівних мікроорганізмів.



Порівнюючи дані результатів дослідження, які наведені у табл. 1 і 2 можна зробити висновок, що застосування в якості зволожуючої речовини сечовини у даних дослідах не сприяє прискоренню процесу приготування трести льону у штучних умовах. Тому є необхідність продовжувати досліди з пошуку рідини, яка б була живильним середовищем для пектиноруйнівних мікроорганізмів.

Література:

1. Калінський Є.О. Розробка технологічного процесу одержання трести із соломи конопель із застосуванням активованих середовищ : дис... канд. техн. наук: 05.18.03 / Калінський Євген Олександрович. Херсон, 2007. 185 с.
2. Валько В.М. Удосконалення способів приготування лляної трести штучним рошенням : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Херсон, 2001. 20 с.
3. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М. Лен и его комплексное использование. М.: Информ-Знание, 2002. 400 с.

References:

- 1 Kalinsky Ye.O. Development of technological process of obtaining hemp straw from using activated media: dis ... Cand. tech. Sciences: 05.18.03 / Kalinskiy Yevgen Alexandrovich. Kherson, 2007. 185 p.
2. Valko VM Improvement of methods of preparation of linen trust by artificial decision: the author's abstract. diss. ... Cand. tech. Sciences. Kherson, 2001. 20 p.
3. Zhivetin V.V., Ginzburg L.N., Olshanskaya O.M. Flax and its complex use. M.: Inform-Knowledge, 2002.400 p.

Abstract. *Experimental researches of application of modern technology of preparation of linen trust under artificial conditions are presented in the work. The questions of finding the optimal parameters of the process of preparation of the trust, the application of the substrate by the indicator of active acidity and substances for its acceleration are considered.*

It has been suggested that it is possible to obtain flax trust in artificial conditions by way of moistening flaxseed straw, but without the use of large quantities of water and the lack of treatment facilities used in the warm-water wetting of flax salt. This process is carried out similarly to dew wetting, but due to the fact that it is controlled, the environment is artificial and access of oxygen from the outside air is created, favorable conditions for pectin destructive microflora are created. It is also possible to use various substances that would accelerate the maceration of the stems and would eliminate the situation when these substances could be washed out of the stems by precipitation.

It is established that in the process of obtaining flax trust, the index of separation of the fiber from the wood of the stalk is increased while increasing the index of the active acidity of the moisturizing substance from acidic to alkaline.

The application of urea solution at the appropriate concentration does not significantly intensify the process of maceration of the stems.

The influence of active acidity on the process of preparation of the trust indicates that the acidic environment adversely affects the pectin-destructive microorganisms and as this indicator grows towards an alkaline substrate its intensity according to the indices of isolation and flexibility increases.

Key words: *flaxseed moisture, active acidity index, method of preparation of flax trust, physico-mechanical indices of flax trust.*

Стаття відправлена: 03.10.2019 р.

© Коб'яков С. М.



УДК 664.681.6

DETERMINATION OF THE EFFECT OF FLOUR PRODUCED FROM AMARANTIC SEED AND GUM ARABIC «FIBREGUM» ON THE DOUGH STRUCTURING PROCESS IN THE DEVELOPMENT OF HIGH BIOLOGICAL VALUE CRACKERS TECHNOLOGY**ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ БОРОШНА З НАСІННЯ АМАРАНТУ ТА ГУМІАРАБІКУ «FIBREGUM» НА ПРОЦЕС СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ТІСТА ПРИ РОЗРОБЦІ ТЕХНОЛОГІЇ КРЕКЕРІВ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ****Dzyhar O.O. / Дзигар О.О.**

PhD student / аспірант

ORCID: 0000-0003-0681-6345

National University of Food Technologies, Kyiv, Volodymyrska, 68, 01601

Національний університет харчових технологій, Київ, Володимирська, 68, 01601

Obolkina V.I. / Оболкіна В.І.

d.t.s., prof. / д.т.н., проф.

ORCID: 0000-0002-1319-5017

National University of Food Technologies, Kyiv, Volodymyrska, 68, 01601

Національний університет харчових технологій, Київ, Володимирська, 68, 01601

Анотація. У статті розглянуто особливість використання борошна з насіння амаранту у технології крекерів підвищеної біологічної цінності. Доведено, що амарантове борошно має дуже низькі технологічні властивості. На підставі фаринографічних досліджень встановлено, що водопоглинальна здатність композитних борошняних сумішей зі збільшенням масової частки амарантового борошна зростає, збільшується розрідження тіста та час утворення, зменшується еластичність.

Обґрунтована доцільність використання гуміарабіку «Fibregum B™» для корегування структурно-механічних властивостей крекерного тіста. Завдяки здатності гуміарабіку до гідрофобних взаємодій з клейковинним комплексом пшеничного борошна та утворенням міцних структурних зв'язків у дисперсійному середовищі внаслідок зв'язування вільної вологи харчовими волокнами полісахариду спостерігалось збільшення загальної і пружної деформації тіста, граничної напруги зсуву та зменшення адгезійної міцності.

За результатами оптимізації рецептурного складу тіста для крекерів з 50% заміною борошна з насіння амаранту встановлено, що рекомендована гранична напруга зсуву тіста досягається дозуванням 3,0 % гуміарабіку до кількості борошна. На підставі результатів досліджень розроблено технологію крекерів «Амарантове диво» та «Амарантова магія» з додаванням борошна з насіння амаранту та гуміарабіку «Fibregum B™» з підвищеною біологічною цінністю, подовженим терміном придатності до споживання.

Ключові слова: пшеничне борошно, борошно з насіння амаранту, біологічна цінність, гуміарабік, крекери, технологія

Вступ. Пріоритетним напрямком у кондитерській галузі є створення технологій нового асортименту виробів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю завдяки використанню рослинної сировини з підвищеним вмістом біологічно активних речовин (БАР). Незмінним попитом на споживчому ринку користуються крекери – борошняні вироби з крихкою, шаруватою структурою. Крекери мають добрі смакові властивості, але недоліком є низький вміст білку та невелика кількість БАР. Тому виникає необхідність корегування їх хімічного складу завдяки використанню нетрадиційних видів борошна, зокрема борошна із насіння амаранту (БНА) [1]. Насіння амаранту є цінним джерелом



мінерального комплексу, має високий вміст вітамінів: С, Е, В₁, В₂, В₉, РР, А, D та володіє високою антиоксидантною здатністю [2, 3].

БНА містить підвищений вміст білку (14-17%), який добре збалансований за амінокислотним складом. Сумарний білок амаранту на 28-35% складається з незамінних амінокислот, які є регуляторами обмінних процесів в організмі людини. Зокрема кількість лізину майже у 2,5 рази та метіоніну у 1,5 рази більше ніж у пшеничному борошні, Фракційний склад БНА суттєво відрізняється від пшеничного. Більша частина білків (50–70%) складається з альбумінів та глобулінів, менша частина містить проламіни та глютеліни [4]. Це має суттєво впливати на технологічні властивості композитних сумішей з пшеничним борошном. Насіння та борошно з насіння різного подрібнення використовується у хлібопекарській, кондитерській та харчоконцентратній промисловості. Науковцями розроблені технології різноманітних продуктів, які забезпечують підвищений вміст білку, вітамінів та мінеральних речовин [5,6]. Вченими було приділено багато уваги щодо створення здобного печива, кексів, бісквітів із застосуванням амарантового борошна з метою підвищення біологічної цінності виробів [1, 7]. Отже, використання амарантового борошна дасть можливість отримати продукцію із збалансованим хімічним складом.

Метою роботи було визначення технологічних властивостей БНА, композитних сумішей з пшеничним борошном, визначення оптимальних умов приготування тіста при виробництві нового асортименту крекерів з підвищеною біологічною цінністю та подовженим терміном придатності їх до споживання.

Матеріали та методи дослідження.

Під час проведення досліджень використовували борошно пшеничне вищого сорту, борошно з насіння амаранту, гуміарабик «Fibregum В™» (виробник компанія «Nexira», Франція). Дослідження технологічних властивостей модельних зразків борошняних суспензій визначали на фаринографі Брабендера; зміну структурно-механічних властивостей тіста на приладі «Структурометр»; оптимізацію рецептурного складу крекеру та математичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою багатфакторного експерименту.

Результати наукових досліджень.

Основну роль у формуванні структурно-механічних властивостей крекерного тіста відіграють нерозчинні білкові речовини пшеничного борошна – гліадинова і глютеїнова фракції, від кількості та якості яких залежать його технологічні властивості. Тому застосування амарантового борошна у створенні нового асортименту крекерів вимагає визначення його впливу на показники якості композитної суміші з пшеничним борошном. Для проведення досліджень застосовували різне дозування амарантового борошна в композитної суміші від 10 % до 50 %. Встановлено, що із збільшенням кількості амарантового борошна погіршуються структурно-механічні властивості клейковини пшеничного борошна, відбувається збільшення розтяжності та показника деформації клейковини. Структурні характеристики модельних зразків тіста на основі композитних сумішей пшеничного та



амарантового борошна визначали на фаринографі Брабенденра (табл. 1).

На підставі аналізу фаринограм замішування модельних зразків тіста було встановлено, що водопоглинальна здатність композитної суміші зі збільшенням масової частки амарантового борошна (10-50%) зростає, що пов'язано з гідрофільністю високомолекулярних сполук (білків, клітковини).

Під час утворення тіста збільшується його розрідження та час утворення, зменшується еластичність, тобто амарантове борошно має дуже низькі технологічні властивості.

Таблиця 1

Характеристика фаринограм замісу модельних зразків тіста на основі композитних сумішей пшеничного та амарантового борошна

Назва показників	Значення показників модельних зразків тіста з різним дозуванням амарантового борошна					
	контроль	10%	15%	20%	25%	50%
Водопоглинальна здатність, %	55,0	56,0	57,5	59,5	62,5	68,5
Час утворення тіста, хв	2,0	2,0	2,0	3,5	4,0	4,3
Стабільність, хв	0,0	0,5	2,0	2,0	2,0	2,0
Розрідження, од. фар	80,0	85,0	90,0	95,0	105,0	125,0
Еластичність тіста, мм	29	25	23	21	20	18

Додавання амарантового борошна погано впливало на структурно-механічні властивості, структура тіста була крихкою та одночасно липкою, неоднорідною, що унеможливлювало процес ламінування та формування тістових напівфабрикатів.

Для корегування структурних властивостей тістового напівфабрикату у рецептурний склад вводили додатковий структуроутворювач – камедь акації гуміарабік «Fibregum В[™]», який у якості регулятора консистенції застосовується у різних харчових системах: виконує пребіотичну функцію, сприяє підтримці імунітету людини за рахунок стимулювання росту і розвитку його біфідо-і лактобактерій, має антиоксидантні властивості [8].

Аналіз фаринограм замішування показав, що в модельних зразках тіста з додаванням гуміарабіку зменшувалася водопоглинальна здатність та розрідження тіста, збільшувалася його еластичність і час утворення (табл. 2). На підставі проведених досліджень зроблено висновок про доцільність додавання гуміарабіку для корегування структурних властивостей крекерного тіста з додаванням амарантового борошна.

Для визначення структурно-механічних властивостей тіста гуміарабік вносили від 1,5 до 3,5 % до загальної кількості борошна. За результатами досліджень структурно-механічних властивостей тіста з додаванням амарантового борошна та гуміарабіку встановлено збільшення загальної і пружної деформації (табл. 3), граничної напруги зсуву, та зменшення адгезійної міцності.



Таблиця 2

Характеристика фаринограм замішування модельних зразків тіста з додаванням амарантового борошна та гуміарабіку

Показники	Значення показників тіста		
	з 50% АБ	з додаванням гуміарабіку	
		1,5 %	3,5 %
Водопоглинальна здатність, %	68,5	65,2	62,7
Час утворення тіста, хв	4,3	5,0	5,5
Стабільність, хв	2,0	2,0	2,5
Розрідження, од.фар	125,0	105	90
Еластичність тіста, мм	18	23	27

Таблиця 3

Структурно-механічні властивості тіста для крекерів із додаванням амарантового борошна та гуміарабіку

Зразок тіста	$\Delta H_{\text{заг. од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пл., од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пр., од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пл., відн. \%}}$	$\Delta H_{\text{пр., відн. \%}}$
Без додавання гуміарабіку	6,25	5,52	0,73	88,32	11,68
З додаванням гуміарабіку					
1,5 %	7,75	6,71	0,95	86,58	12,13
2,0 %	8,32	7,04	1,18	84,61	14,18
3,5 %	8,95	7,50	1,45	83,80	16,20

Збільшення граничної напруги зсуву та пружної деформації тіста з додаванням гуміарабіку можна пояснити утворенням міцних структурних зв'язків у дисперсійному середовищі, що пов'язано зі зв'язуванням вільної води харчовими волокнами полісахариду. Крім того, молекула гуміарабіку має поліелектролітну природу та виявляє здатність до гідрофобних взаємодій з клейковинним комплексом з утворенням нековалентних зв'язків. Це, вірогідно, впливає на властивості клейковини пшеничного борошна та сприяє підвищенню пружно-пластичних властивостей тіста.

Оптимальну кількість гуміарабіку та технологічні параметри приготування тістового напівфабрикату визначали на підставі проведеного математичного моделювання процесу приготування тіста методом багатфакторного експерименту та отриманої математичної моделі за допомогою методу крутого сходження Бокса-Уілсона. Метою оптимізації було отримання тістового напівфабрикату з певними структурно-механічними властивостями. Критерієм оптимальності вибрана гранична напруга зсуву (Y), яка досягається співвідношенням рецептурних компонентів і масової частки води тіста. На підставі проведеної оптимізації отримано рівняння регресії:

$$Y = 4,29 + 1,02 X_1 - 0,33 X_2 + 0,29 X_3$$

де X_1 – кількість гуміарабіку, X_2 – масова частка води тіста, X_3 – тривалість замішування.



Визначено, що оптимальна концентрація гуміарабіку становить 3,0 % до маси борошна, масова частка вологи тіста становить 34 %, тривалість замішування тіста – 45 хвилин.

За результатами досліджень науково обґрунтовано та розроблено технології крекерів «Амарантове диво» й «Амарантова магія». Вироби мають подовжений термін зберігання завдяки антиоксидантній активності борошна з амаранту та гуміарабіку «Fibregum B™».

Висновки

На підставі проведених досліджень науково обґрунтовано доцільність використання амарантового борошна та гуміарабіку «Fibregum B™» для створення крекерного тіста з певними структурно-механічними властивостями. Визначено оптимальні параметри приготування тіста та розроблено технологію крекерів підвищеної смакової та біологічної цінності з подовженим терміном придатності до споживання.

Література

1. Фахретдинова Д. Р., Нигматьянов А. А., Миронова И. В. Использование амарантовой муки и молочной сыворотки для обогащения мучных кондитерских изделий // Известия Оренбургского аграрного государственного университета. – 2017. – № 4. – С. 260–262.
2. Venskutonis P. R., Kraujalis P. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: a review on composition, properties, and uses // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2013. – Vol. 12. – P. 381–412.
3. Pazinato C., Malta L. G., Pastore G. M., Netto F. M. Antioxidant capacity of amaranth products: effects of thermal and enzymatic treatments // Food Science and Technology. – 2013. – Vol. 33, № 3. – P. 485–493.
4. Шмалько Н. А. Сравнительный анализ белково-протеиназного комплекса хлебопекарной пшеничной амарантовой муки // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – №2. – С. 84–88.
5. Martinez C. S., Ribotta P. D., Añón M. C., León A. E. Effect of amaranth flour (*Amaranthus mantegazzianus*) on the technological and sensory quality of bread wheat pasta // Food Science and Technology International. – 2014. – Vol. 20, № 2. – P. 127–135.
6. Beswa D., Dlamini N. R., Siwela M., Amdnsdu E. D., Kdlanisi U. Effect of Amaranth addition on the nutritional composition and consumer acceptability of extruded provitamin A-biofortified maize snacks // Food Science and Technology. – 2016. – Vol. 36, № 1. – P. 30–39.
7. Иоргачева Е. Г., Макарова О. В., Котузаки Е. Н., Капетула С. М. Бисквитные полуфабрикаты на основе муки из зерновых и крупяных культур // Технологія і безпечність родуктів харчування. 2012. №1(18). С. 79–82.
8. Cherbut C., Michel C., Raison V., Kravtchenko T., Meanse S. Acacia gum is a bifidogenic dietary fiber with high digestive tolerance in healthy humans // Microbial. Ecol. Health. Dis. – 2003. – № 15. – P. 43–50.



References:

1. Fahretdinova D. R., Nigmatyanov A. A., Mironova I. V. (2017). Ispolzovanie amarantovoj muki i molochnoj syvorotki dlya obogasheniya muchnyh konditerskih izdelij [Using of amaranth flour and whey for the enrichment of flour confectionery products] in *Izvestiya Orenburgskogo agrarnogo gosudarstvennogo universiteta* [News of the Orenburg Agrarian State University], № 4, pp. 260–262.
2. Venskutonis P. R., Kraujalis P. (2013). Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: a review on composition, properties, and uses in *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 12, pp. 381–412.
3. Pazinatto C., Malta L. G., Pastore G. M., Netto F. M. (2013). Antioxidant capacity of amaranth products: effects of thermal and enzymatic treatments in *Food Science and Technology*, Vol. 33, № 3, pp. 485–493.
4. Shmalko N. A. (2011) Sravnitelnyj analiz belkovo-proteinaznogo kompleksa hlebopekarnoj pshenichnoj amarantovoj muki [Comparative analysis of the protein-proteinase complex of baking wheat flour and amaranth flour] in *Tehnika i tehnologiya pishevyh proizvodstv* [Technique and technology of food production], №2, pp. 84–88.
5. Martinez C. S., Ribotta P. D., Añón M. C., León A. E. (2014). Effect of amaranth flour (*Amaranthus mantegazzianus*) on the technological and sensory quality of bread wheat pasta in *Food Sciens and Technology Internetal*, Vol. 20, № 2, P. 127–135.
6. Beswa D., Dlamini N. R., Siwela M., Amdnsdu E. D., Kdlanisi U. (2016). Effect of Amaranth addition on the nutritional composition and consumer acceptability of extruded provitamin A-biofortified maize snacks in *Food Science and Technology*, Vol. 36, № 1, pp. 30–39.
7. Iorgacheva E. G., Makarova O. V., Kotuzaki E. N., Kapetula S. M. (2012) Biskvitnye polufabrikaty na osnove muki iz zernovyh i krupyanyh kultur [Semi-finished biscuits based on flour from cereals] in *Tehnologiya i bezpechnist roduktiv harchuvannya* [Food technology and safety], №1(18), pp. 79–82.
8. Cherbut C., Michel C., Raison V., Kravtchenko T., Meanse S. (2003). Acacia gum is a bifidogenic dietary fiber with high digestive tolerance in healthy humans in *Microbial. Ecol. Health. Dis*, № 15, pp. 43–50.

Abstract. The peculiarity of the use of amaranth seed flour in technology of high biological value crackers is considered in the article. It is proved that amaranth flour has very low technological properties. On the basis of pharinographic studies it has been established that with the increasing of mass fraction of amaranth flour the water absorption capacity of composite flour mixtures increases, increases the dough dilution and the formation time, decreases elasticity.

The expediency of using gum arabic «Fibregum B» for correction of the structural and mechanical properties of cracker dough is substantiated. Due to the ability of gum arabic to hydrophobic interactions with the gluten complex of wheat flour and the formation of strong structural bonds in the dispersion medium due to the binding of free moisture by the dietary fibers of the polysaccharide, an increase in total and elastic deformation of the dough and the shear stress and the decrease in adhesive strength. was observed.

According to the results of optimization of the recipe composition of the dough for crackers with 50% replacement of flour made from amaranth seeds, it is established that the recommended maximum shear stress of the dough is achieved by dosing 3.0% of gum arabic to the amount of flour. Based on the results of the researches, the technology of crackers «Amaranth miracle» and «Amaranth magic» made of amaranth seed flour and gum arabic «Fibregum B» with increased biological value and extended shelf life, was developed.

Keywords: wheat flour, amaranth flour, biological value, gum arabic, crackers, technology

Дата надходження статті: 07.10.2019

© Дзигар О.О.



УДК 637.5'62:636.2.033:338.314

**PROFITABILITY OF BEEF PRODUCTION OF BULLS DIFFERENT
GROWTH RATES OF LIVE WEIGHT FROM BIRTH TO SLAUGHTER
РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЯЛОВИЧИНИ ВІД БУГАЙЦІВ ЗА
РІЗНОЇ ШВИДКОСТІ РОСТУ ВІД НАРОДЖЕННЯ ДО ЗАБОЮ**

Крук О.П. / Kruk O.P.

к. с.-г. н., / k.a.s.,

ORCID: 0000-0001-9975-8994

Угнівенко А.М. / Ugnivenko A.M.

д. с.-г. н., проф. / d.a.s., prof.

ORCID: 0000-0001-6278-8399

Кос Н.В. / Kos N.V.

к. с.-г. н., доц. / k.a.s., prof.

ORCID: 0000-0001-6320-5140

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,**м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, 03041**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,**Kyiv, Heroiv Oborony, 15, 03041*

Анотація. У роботі розглядається ефективність виробництва яловичини від бугайців молочних і м'ясних порід за різної швидкості росту їх живої маси від народження до забою. Доведено, що за збільшення середньодобових приростів живої маси тварин до забою рентабельність виробництва яловичини зростає як у відносно скороспілих м'ясних порід і української чорно-рябої молочної, так і у великорослих та голштинської.

Ключові слова: рентабельність, швидкість росту до забою, м'ясна і молочна худоба.

Вступ. Підвищення економічної ефективності виробництва яловичини поетапним збільшенням її кількості та поліпшенням якості, зниженням собівартості та одержанням максимального рівня рентабельності є актуальним. В Україні велику рогату худобу на забій здають за живою і забійною масою з урахуванням її вгодованості. У світі приймання та оплату за тварин на м'ясопереробних підприємствах проводять не лише за вказаними ознаками, а й з урахуванням конформації, товщини жирового поливу, кольору жирової і м'язової тканин, мармуровості м'яса, що позитивно позначається на економіці його виробництва.

Мета роботи – оцінити ефективність виробництва яловичини від бугайців основних молочних і м'ясних порід України за різної швидкості їх росту від народження до забою для здачі на м'ясопереробні підприємства відповідно до прийнятих у різних країнах світу систем.

Огляд літератури. Для досягнення беззбитковості виробництва яловичини у підприємствах з поголів'ям тварин від 20 до 100 голів середньодобовий приріст має становити принаймні 550 г, а понад 100 голів – 698 г. Подолання збитковості виробництва яловичини вимагає підвищення середньодобових приростів великої рогатої худоби до 600 г [2]. Одним із показників, який визначає ефективність виробництва м'яса є ціна на тварин, за якою виробники реалізують їх на переробні підприємства [1]. Низький рівень середньодобових приростів та невисока реалізаційна ціна негативно впливають



на економіку виробництва яловичини. Рівень продуктивності за добу та вирощування тварин до певної живої маси впливають як на собівартість виробництва, так і на реалізаційну ціну м'яса великої рогатої худоби. Гарантована висока м'ясна продуктивність тварин є основою управління складовими вирощування та реалізації тварин, тобто собівартістю та ринковою ціною одиниці продукції.

Матеріал і методика досліджень. У господарстві «Агрікор – Холдинг» Прилуцького району Чернігівської області оцінювали м'ясну продуктивність бугайців трьох м'ясних порід – абердин-ангуської (АА), південної (ПМ), поліської (ПлМ), у т. ч. знам'янського типу (ЗМ) та голштинської (Г) молочної. Забій худоби провели у ВКФ «Укрпромполстач – 95» ЛТД Переяслав – Хмельницького району Київської області. Продуктивність молодняку української м'ясної породи (УМ) вивчали у СТОВ «Воля» Золотоніського району Черкаської області. Забій його провели на Золотоніському птахокомбінаті та Черкаському м'ясокомбінаті.

М'ясну продуктивність молодняку української чорно-рябої молочної породи (УЧР), досліджували у ФГ «Журавушка» Броварського району Київської області. Забій тварин проводили у забійному цеху ФГ «Журавушка» (с. Калинівка). Швидкість росту живої маси визначали відповідно до вимог ICAR [3]. Оцінювання конформації (м'ясистості) туш проводили відповідно до методик ЄС. Класи товарної якості напівтуш встановлювали візуально. За цього брали до уваги їх товарний вигляд та полив жиром. Туші класифікували після забою на п'ять класів: Е, U, R, О, Р [5]. Ступінь покриття туш підшкірним жиром оцінювали за п'ятьма класами. Економічну ефективність визначали порівнюючи витрати на вирощування бугайців, виручку від їх реалізації, отриманий прибуток та рентабельність залежно від швидкості росту до забою. Формуючи ціну на реалізовану яловичину за урахування конформації та ступеня покриття туш підшкірним жиром використали методики, наведені у працях [4, 5].

Результати власних досліджень. За збільшення швидкості росту живої маси тварин від народження до забою рентабельність виробництва яловичини зростає як у відносно скороспілих порід (АА, ЗМ, ПМ) і української чорно-рябої молочної породи (УЧР) так і у великорослих (УМ, ПлМ) та голштинської (Г) (табл. 1).

Найвищий її рівень під час вирощування є бугайців великорослої української м'ясної породи за реалізації тварин зі збільшенням приростів живої маси. Це пояснюється найменшим накопиченням у їх тушах жирової тканини і обрізування її під час зачистки.

За підвищення швидкості росту тварин, реалізуємих за урахування конформації та товщини підшкірного жиру, рентабельність виробництва яловичини також зростає. За системою JMGA дослідні тварини української чорно-рябої молочної породи, віднесені до класів В4 і В3. За обрахування рентабельності вони отримують зниження її показника за реалізації яловичини з рахуванням системи JMGA, де базова ціна знижується залежно від класу, до якого віднесена туша та породи тварин. За реалізації бугайців українських



м'ясної і чорно-рябої молочної порід за сортністю яловичини рентабельність збільшується за збільшення швидкості росту. У тварин української чорно-рябої молочної породи за підвищення конформації і покриття підшкірним жиром рентабельність виробництва яловичини зростає.

Таблиця 1

Рентабельність виробництва яловичини за різної швидкості росту бугайців від народження до забою

Спосіб реалізації худоби	Середньодобовий приріст, г	Порода, тип						
		УМ	УЧР	АА	ЗМ	ПМ	ПЛ М	Г
За живою масою	до 550	—	4,3	—	—	—	—	—
	551–600	—	9,1	—	—	—	—	—
	651–700	—	22,9	—	—	—	—	—
	701–800	56,4	31,6	15,3	19,0	37,4	28,4	39,4
	801–850	74,4	—	46,6	36,7	45,3	31,7	50,2
	851–900	75,3	—	55,2	72,4	64,5	51,6	65,4
	понад 900	79,0	—	—	—	—	—	—
За масою туш	до 550	—	-5,9	—	—	—	—	—
	551–600	—	0,17	—	—	—	—	—
	651–700	—	12,9	—	—	—	—	—
	701–800	88,5	21,6	25,2	30,2	53,6	38,0	63,2
	801–850	111,1	—	56,4	55,6	60,7	37,6	64,4
	851–900	118,1	—	72,5	93,8	79,6	69,6	76,5
	понад 900	134,5	—	—	—	—	—	—
За сортами яловичини	до 550	—	-8,1	—	—	—	—	—
	551–600	—	-2,0	—	—	—	—	—
	651–700	—	11,3	—	—	—	—	—
	701–800	-1,7	18,3	—	—	—	—	—
	801–850	-2,7	—	—	—	—	—	—
	851–900	-1,1	—	—	—	—	—	—
	понад 900	16,8	—	—	—	—	—	—
За конформацією туш та покриттям підшкірним жиром	до 550	—	2,4	—	—	—	—	—
	551–600	—	4,6	—	—	—	—	—
	651–700	—	17,9	—	—	—	—	—
	понад 700	—	26,9	—	—	—	—	—
За системою JMGA	до 550	—	-47,0	—	—	—	—	—
	551–600	—	-45,9	—	—	—	—	—
	651–700	—	-33,2	—	—	—	—	—
	понад 700	—	-28,0	—	—	—	—	—



Заключення і висновки. За збільшення швидкості росту живої маси бугайців від народження до забою рентабельність виробництва яловичини зростає як у відносно скороспілих м'ясних порід так і у великорослих.

Література:

1. Маньковський А. Я., Антонюк Т. А. Реалізація і переробка забійних тварин: [монографія]. – К.: ТОВ «Інтерконтиненталь-Україна», 2013. – 284 с.
2. Яців С. Перспективи розвитку м'ясного скотарства в сільськогосподарських підприємствах регіону // Аграрна економіка. – 2012. – Т. 5. – № 3-4. – С. 9-13.
3. International Committee for Animal Recording (ICAR), 2009. International agreement of recording practices / Approved by the General Assembly held in Niagara Falls, USA, on 18 June 2008. – Section 3. – P. 91-189.
4. Beef language white paper. Appendix E. March 2015. – 16 p.
5. Commission of the European Communities 1982. Commission of the European Communities (Beef Carcass Classification) Regulations. Council Regulations 1358/80, 1208/81, 1202/82. Commission Regulations 2930/81, 563/82, 1557/82, Commission of the European Communities, Brussels.

References:

1. Mankovskyi A. Ya. Antoniuk T. A. (2013). Realizatsiia i pererobka zabiinykh tvaryn [Realization and processing of slaughtered animals] Monohrafiia, K., TOV «Interkontynental-Ukraina». – 284 p.
2. Yatsiv S. (2012) Perspektyvy rozvytku miasnoho skotarstva v silskohospodarskykh pidpriemstvakh rehionu [Prospects for the development of beef cattle in agricultural enterprises in the region] in Ahrarna ekonomika [Agrarian Economy], vol. 5, issue 3-4, pp. 9-13.
3. International Committee for Animal Recording (ICAR), 2009. International agreement of recording practices / Approved by the General Assembly held in Niagara Falls, USA, on 18 June 2008. – Section 3. – P. 91-189.
4. Beef language white paper. Appendix E. March 2015. – 16 p.
5. Commission of the European Communities 1982. Commission of the European Communities (Beef Carcass Classification) Regulations. Council Regulations 1358/80, 1208/81, 1202/82. Commission Regulations 2930/81, 563/82, 1557/82, Commission of the European Communities, Brussels.

Abstract. The efficiency of beef production of dairy and beef bulls different grows rates of their live weight from birth to slaughter was presented in an article. It has been proved, if the average daily gain of animals before slaughter increase, the profitability of beef production of both precocious beef breeds and Ukrainian Black-and-White dairy breed, as well as of slow-gaining and Holstein raises.

Key words: profitability, growth rate of live weight to slaughter, beef and dairy cattle.

Статтю відправлено: 08.10.2019 р.
© Крук О.П., Угнівченко А.М., Кос Н.В.



УДК 006.33/.34:635.11

COMPARISON OF NATIONAL AND INTERNATIONAL APPLICABLE REQUIREMENTS AND QUALITY AND SAFETY ASSESSMENT OF LATE APPLE VARIETIES

Voitsekhivskii V.

c. a. s., as.prof.

National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kiev

Berezhnyak E.,

Andruschenko A.

stud.

Vaskivska S.

Ukrainian Institute for Plant Varieties Examination, Kiev

Orlovskiy N.

c. a. s., as. prof.

Zhytomyr National Agroecological University

Abstract. The article analyzes the current requirements in national and international standards for apple fruit are presented. Expert analysis of available apple fruits in the ATB and Silpo stores has revealed a difference in marketing approaches to sales of these products.

Key words: fruits, apple, quality, safety, standard.

Apple fruits are an indispensable food and valuable raw material for the food industry. The recommended daily intake of fruit per person is 0.3 kg per day. The recommended consumption of fruits is 110-120 kg per person, while in Ukraine it is only - 70-75. Currently, in Ukraine, the area under the apple tree is over 60% of the area of fruit plantations. Apples market alone, accounting for only international trade, is over 8.5 billion tonnes in volume, and Ukraine's share is only 0.08%, and Ukraine is not even among the 40 largest apples exporters in the world, with perhaps the most ideal conditions for their production [4, 8].

Pomologic varieties of apples vary in size, shape, stickiness and taste. In terms of ripeness, the apple tree may be early, middle or late. An important role in the production of quality fruit, including apples, played by national and harmonized standards, requirements which manufacturers must comply. Compliance with the requirements laid down in the standards ensures an adequate level of product quality, safety, safety during product processing, transportation and storage, and will serve as the basis for objective pricing. At the same time, the use of international standards promotes the introduction into production of new varieties, elements of post-harvest refinement and modern methods of storage for maximum satisfaction of the needs of the population [5, 7, 8].

The purpose of the research was to analyze the requirements for late apple fruits listed in DSTU 8133 and DSTU UNECE FFV-50 and conduct a trade examination of the available assortment of apples in the ATB and Silpo trading networks.

Materials and methods of research. The experiments were carried out at the department of technology of storage, processing and standardization of plant production named by B.V.Lesika NULES of Ukraine. Sampling, production testing and statistical data processing by conventional methods [1, 2, 3, 6].



Research results. After analyzing the current requirements, the guidance in the current regulatory documents shows that the quality in DSTU 8133 and DSTU UNECE FFV-50 are divided into 3 product varieties (highest, first and second) (Table 1). The description of organoleptic indicators is somewhat different, but the interpretation is almost the same.

Ambiguous feet maturity described in the European standard, a national specifically allocated to that degree of maturity is not allowed in the batch of apples. Size grading is present in both standards with a slight difference. The national standard details the presence of damage: mechanical, pests and diseases - in the lower grades.

The safety indicator that is monitored in food and fruit products is the nitrate content (Table 2). Randomized determination of nitrate content did not reveal an excess of the maximum permissible level in the fruit being sold. The maximum allowable concentration for late apples is 60mg / kg. The low content of nitrates indicates that the application of nitrogen fertilizers will result in the planned yield and do not exceed the recommended ones.

1. The difference in the current requirements for apple fruit.

Indicator	State standard EEK OOH FFV-50:2007	State standard 8133:2015
Appearance, smell, taste	+	+
Degree of ripeness	+	in detail
Size	+	+
Damage to the fruit		
- mechanicals	+	in detail
- pests	+	in detail
- diseases	+	in detail
Darkening of the skin	-	+
Darkening of the crumb	+	in detail

2. Nitrate content in fruits of late apples, mg / 100 g

Pomology sort	ATB	Silpo
Renet symyrenka	35	48
Golden	29	37
Jonahold	38	42
Greni smith	42	51
Horets	32	21
Chempion	29	34
SSD ₀₅	5	8

Conclusions. The full functioning of two regulatory documents for one type of product creates conditions for manipulation of suppliers to supply products to intermediate wholesale enterprises. The lack of a clear interpretation of the different types of damage for 1 and 2 commercial grade, which is regulated in the European



standard creates conditions for the manipulation of product quality. The commodity analysis of apples in the ATB and Silpo trading networks showed that the products meet the requirements of standards 1 or 2 of the commodity variety. Retailers are advised to show quality certificates, safety indicators and product variety to maximize consumer awareness.

Література

1. ДСТУ 8133:2015 Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. Технічні умови. – К.: УкрНДНЦ, 2016. – 5 с.
2. ДСТУ ЕЭК ООН FFV-50:2007 Яблука. Настанови щодо постачання і контролювання якості (ЕЭК ООН FFV-50:2003, IDT). – К. Держспоживстандарт України, 2009. – 26 с.
3. Скалецька Л.Ф., Подпратов Г.І., Завадська О.В. Методи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва: навч. посіб. – К.: ЦП Компрінт, 2014. – 416 с.
4. Подпратов Г.І., Скалецька Л.Ф., Войцехівський В.І. Товарознавство продукції рослинництва. – К.: Арістей. – 2005. – 256 с.
5. Подпратов Г.І., Войцехівський В.І., Кіліан М. та ін. Технології зберігання, переробки та стандартизація сільськогосподарської продукції. – К.: ЦП Компрінт, 2017. – Ч.1. – 658 с.
6. Франс Дж., Торнли Дж.Х.М. / Математические модели в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
7. Ягодин Б.А. Аккумуляция нитратов овощными культурами / Ягодин Б.А., Маркелова В.Н., Белозерова Т.А. // Достижения науки и техники АПК. – 1989. – № 4. – С. 21.
8. Werth K. Color and Quality. Sudtiroler Apfelsorten Mele dell Alto Adige South Tirole Apple Varletles / K. Werth. // Postharvest Biology and Technology. – Vol.3. – 2009. – S.85-93.

References:

1. DSTU 8133:2015 Yabluka svizhi serednikh ta piznikh terminiv dostyhannia. Tekhnichni umovy [Apples are a fresh medium to late maturity. Specifications]. – K.: UkrNDNTS, 2016. - 5 p.
2. DSTU EEC ООН FFV-50:2007 Yabluka. Nastanovy shchodo postachannia i kontroliuvannia yakosti [Apples. Supply and quality control guidelines]. – K. Derzhspozhyvstandart Ukrainy [Stateconsumerstandart Ukraine, 2009. – 26 p.
3. Skaletska L.F., Podpryatov G.I., Zavadaska O.V. (2014). Metodi naukovich doslidzhen zi zberigannya ta pererobki produktsiyi roslinnitstva [Metody naukovyh doslidzhen zi zberigannya ta pererobki produktsii raslinnitsva], Komprint, 416 p.
4. Podpryatov G.I., Skaletska L.F., Voitsekhivskii V.I. (2005). Tovaroznnavstvo produkciyi roslinnitstva [Commodity of plant products]. – K.: Aristey, 256 p.
5. Podpryatov G.I., Voitsekhivskii V.I., Kilian M. and set. (2017). Tehnologiyi zberigannya, pererobki ta standartizaciya silskogospodarskoyi produkciyi. [Technologies of storage, processing and standardization of agricultural products], K.: Komprint, V.1. – 658 p.
6. Frans J., Tornly J.H.M. (1987). Matematicheskyye modeli v selskom hozyajstve [Mathematical models in agriculture.], M.: Agropromizdat, 400 p.
7. Yagodin BA, Markelova V.N., Belozeroва T.A. (1989). Akkumulyaciya nitratov ovoshhnimi kulturami [Accumulation of nitrates by vegetables], Dostizheniya nauki i tehniki APK [Achievements of science and technology of agriculture], № 4, P. 21.
8. Werth K. Color and Quality. Sudtiroler Apfelsorten Mele dell Alto Adige South Tirole



Apple Varletles / K. Werth. // Postharvest Biology and Technology. – Vol.3. – 2009. – S.85-93.

Анотація. В даній роботі проведено аналіз чинних вимог у національних та міжнародних стандартах на плодів яблуні. Експертний аналіз наявних плодів яблуні в мережах магазинів АТБ та Сільпо виявив різницю в маркетингових підходах до реалізації даної продукції.

Ключові слова: плоди, яблуна, якість, безпечність, стандарт.

© Voitsekhivskii V., Berezhnyak E., Andruschenko A., Vaskivska S., Orlovskiy N.



УДК 631.24:629.355:658.786

**RESEARCH OF FRUIT AND BERRY DELIVERY CONDITIONS FROM
UKRAINE FOR EXPORT****ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПОСТАВКИ ФРУКТІВ ТА ЯГІД З УКРАЇНИ НА ЕКСПОРТ****Nikolaïenko I.V. / Ніколаєнко І.В.***c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.***Romanenko E.A. / Романенко О.А.***senior teacher / ст. викладач**Priazovskyi State Technical University SHEI, Mariupol, vul. Universytets'ka 7, 87500**ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Маріуполь,**вул. Університетська 7, 87500*

Анотація. Дослідження показують, що українські виробники фруктів і ягід мають достатньо великий потенціал розвитку експортних поставок. В статті проаналізовано сучасний стан та перспективи розвитку виробництва органічної сільгосппродукції. Сформульовано рекомендації по підвищенню конкурентоспроможності вітчизняних експортерів фруктово-ягідної продукції за рахунок впровадження комплексу організаційних і технологічних методів на ринку логістики холодних постачань.

Ключові слова: експорт, органічне виробництво, ланцюг холодних постачань, фрукти, сертифікація

Вступ.

Україна посідає п'яте місце серед країн Європейського Союзу за рівнем виробництва фруктово-ягідної продукції і має доволі великий потенціал розвитку експортних поставок [1]. Найчастіше фруктово-ягідна продукція поставляється свіжою (яблуко, кавун), у замороженому вигляді (дикорослі та культивовані ягоди), у сушеному (ягоди, яблука), а також у вигляді переробленої сировини (яблучний концентрат, яблучні вижимки).

До десятки найбільших імпортерів українських плодовоовочевих культур входять країни Європи, Туреччина та Білорусь. Протягом останніх років головним споживачем українських фруктів залишається Польща, виручка від експорту до якої в 2018 р. склала 39,8 млн. доларів США. Друге місце серед країн-імпортерів українських фруктів займає Туреччина, частка якої становила 8,94% від загальної експортної виручки за цією групою товарів. Замикає трійку лідерів українських фруктів Франція [1]. Основними продуктами, які імпортувала Франція з України, є горіхи (70%) і заморожені ягоди (28%).

Основний текст.

Дотримання норм і законодавства Європейського Співтовариства та організація якісних умов функціонування ланцюгів холодних постачань є запорукою успішного експорту сільгосппродукції з України.

Дослідження показують, що за останні три роки падіння середньої вартості експортованої з України продукції відбувається внаслідок загострення конкуренції на зовнішніх ринках і дефіциту потужностей з переробки всередині країни.

Аналіз сучасних українських реалій дозволяє сформулювати наступні напрямки посилення конкурентоспроможності національного



сільгоспвиробника на внутрішньому і зовнішньому ринках (рис.1):

1. Нарощування промислових потужностей з переробки фруктово-ягідної продукції в Україні. Виробництво та продаж за кордон продукції з доданою вартістю.

Об'єднання виробників ягід в кластери може стати ефективним для виходу на експортні ринки. Кластерний підхід дає підприємствам перевагу конкурентоспроможності, забезпечує доступ до більшої кількості постачальників та логістичних операторів, адаптованих до вимог споживачів.

2. Розвиток органічного виробництва плодоовочевих культур, світовий попит на які постійно збільшується. Застосовування технологій, що не шкодять здоров'ю людей, рослинам, благополуччю тварин, запобігають забрудненню довкілля або мінімізують його [2].

В Україні діє Закон «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції», який регулює відносини у сфері органічної продукції, що виробляється, перебуває в обігу, ввозиться на митну територію України або вивозиться з неї в митному режимі експорту.

ПАРАМЕТРИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОСТАВОК

Нормативно-правові	Організаційні	Транспортно-технологічні
Міжнародні стандарти і сертифікати	Взаємодія та форми співпраці	Обладнання, устаткування та транспортні засоби

Практична реалізація заходів

ЛАНЦЮГ ХОЛОДНИХ ПОСТАЧАНЬ



Рис. 1 Умови поставок фруктово-ягідної продукції на експорт

Авторська розробка

При цьому, стримуючим фактором є відсутність українського Реєстру виробників органічної продукції і, як наслідок, неможливість перевірити достовірність даних про товар.

3. Автоматизація виробництва, закупка сучасного імпортного обладнання на умовах пільгового оподаткування та спрощеного митного оформлення. Впровадження роботизації процесів збору та упаковки підвищить надійність експортних поставок якісної фруктово-ягідної продукції.



Одним з ключових факторів ефективності ланцюгів холодних поставок є транспортно-технологічні умови обслуговування товарних потоків (рис.1).

Використання безпечної та екологічно чистої упаковки гарантує якість фруктів і ягід, що поставляються покупцям. Також важливою є мінімальна шкода, що завдається екології під час утилізації упаковки, або ж повна відсутність негативних наслідків від утилізації.

Необхідне належне формування партій продукції, що відвантажується з різного асортименту або сортів сільгосппродукції з різних місць зберігання і відвантаження. Іноді одні продукти, зважаючи на свої специфічні особливості, можуть зашкодити іншим.

Дотримання умов сумісності перевезень фруктів і ягід є запорукою успішності виконання умов поставки. Плоди багатьох культур при зберіганні виділяють етилен. Під його впливом відбувається активне дозрівання плодів, зірваних в стані неповної зрілості. Етилен може згубно вплинути, в разі, якщо фрукти є сусідами з культурами, плоди яких вже досягли оптимального ступеня зрілості.

Рівномірна підтримка температури під час транспортування фруктово-ягідної продукції залежить від правильної схеми розміщення товару у вантажному салоні.

Найскладнішою проблемою експорту, яку вирішують українські постачальники, є складна і дорога логістика. Чітка транспортно-технологічна взаємодія всередині логістичного ланцюга на шляху від виробника до покупця сприяє мінімізації втрат від псування сільгосппродукції: при порушеннях температурного режиму на етапах перевантаження і зберігання; при переході від однієї логістичної ланки до іншої [3].

Транспортні та складські оператори холодного ланцюга повинні постійно оновлювати технології, щоб забезпечити ефективність, цілісність і безпеку продукції. Це включає в себе як внутрішню ІТ-інфраструктуру, так і зовнішні пристрої для збору та передачі даних про доставку в режимі реального часу. Експлуатація рефрижераторного автопарку вимагає значних капіталовкладень та підготовки спеціально навчених водіїв.

Основні етапи здійснення експорту фруктів та ягід включають також: підготовчу роботу виробника по сертифікації на відповідність міжнародним стандартам, наприклад, Global G.A.P.; пошук та співпрацю з зарубіжними партнерами; проведення акредитації на українській митниці; отримання фітосанітарного сертифікату Державної служби України з питань безпеки харчових продуктів і захисту споживачів та ін.

Таким чином, успіх українського сільгоспвиробника на зовнішньому ринку залежить від комплексу заходів по зміцненню конкурентоспроможності продукції, державної підтримки постачальників фруктово-ягідної продукції, а також сучасного технологічного вдосконалення процесів виробництва та транспортування.

Заклучення і висновки.

Дослідження показує, що перспективною нішею для інвестування в ягідний бізнес є установка обладнання із заморожування та зберігання свіжої



сільгосппродукції.

Актуальним є розвиток кластерних об'єднань, які покликані забезпечити конкурентоспроможність постачальників фруктово-ягідної продукції на експорт.

Основні критерії успіху українського виробника на європейському ринку – це міжнародні контакти, наявність зовнішньоторговельних контрактів і необхідна сертифікація, зокрема Global G.A.P.

Література:

1. Новини / Українська плодоовочева асоціація (УПОА): URL: <https://fruit-ukraine.org/blog/> (дата звернення 10.09.2019).

2. Закон України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» / Верховна Рада України: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19> (дата звернення 12.09.2019).

3. Крикавський Є. В. Від холодної логістики до ланцюгів холодних поставок / Є. В. Крикавський, Т. В. Наконечна // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Логістика: збірник наукових праць. – 2016. – № 846. – С. 79–84.

References:

1. News at the web-portal of the Ukrainian Horticultural Association (UHA). Mode of access: <https://fruit-ukraine.org/blog> (viewed on September 18, 2019).

2. Zakon Ukrayiny «Pro osnovni pryntsypy ta vymohy do orhanichnoho vyrobnytstva, obihu ta markuvannya orhanichnoyi produktsiyi» at the web-portal of Ukrainian Verkhovna Rada [About the basic principles and requirements for organic production, circulation and labeling of organic products]. Mode of access: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19> (viewed on September 19, 2019).

3. Krikavs'kiy YE. V. Vid kholodnoyi lohistyky do lantsyuhiv kholodnykh postavok [From cold logistics to cold supply chains] in Visnyk natsional'noho universytetu «L'vivs'ka politekhnikha» [Bulletin of Lviv Polytechnic National University]. Seriya: Lohistyka: zbirnyk naukovykh prats'. - 2016. - № 846. - P. 79-84.

Abstract. The research shows that Ukrainian producers of fruits and berries have a strong enough potential for the development of export supplies. The current state and prospects of organic agricultural production development are analyzed at the article. Recommendations for increasing the competitiveness of domestic exporters of fruit and berry products are formulated through the introduction of a set of organizational and technological methods in the cold supply logistics market. The directions of the competitiveness improvement of the national agricultural producer in the domestic and foreign markets are proposed in the work. Compliance with the EU legislation requirements and the correct organization of cold supply chains are the key to successful export of agricultural products from Ukraine. Research shows that installing freezing and storage equipment for fresh produce is a promising niche for investing in fruit and berry businesses. The development of cluster associations is one of the methods to competitiveness of suppliers of fruit and berry products for export.

Key words: export, organic production, cold supply chain, fruit, certification.

Стаття відправлена: 03.10.2019 р.
© Ніколаєнко І.В., Романенко О.А.



УДК 656.01

TO THE QUESTION OF THE FUNCTIONAL UNITY OF THE VEHICULAR AND CARGO HANDLING PROCESSES, AND ALSO THE MODERN ROLE OF THE PORTS**ДО ПИТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЄДНОСТІ ПЕРЕВІЗНОГО І
ВАНТАЖОПЕРЕВАЛЮВАЛЬНОГО ПРОЦЕСІВ,
А ТАКОЖ СУЧАСНОЇ РОЛІ ПОРТІВ****Kyryllova O.V. / Кириллова О.В.***d.t.s., assistant professor / д.т.н., доцент*

ORCID: 0000-0002-3414-7364

SPIN: 8194-2302

Korol V.Y. / Король В.Ю.*c.t.s., senior lecturer / к.т.н., старший викладач*

ORCID: 0000-0003-0738-0408

Odessa National Maritime University, Odessa, Mechnikova 34, 65029

Одеський національний морський університет, Одеса, вул. Мечникова 34, 65029

Анотація. У роботі з точки зору функціональної єдності та нерозривності розглядаються такі фундаментальні у транспортній термінології поняття, як «перевізний» і «вантажоперевалювальний» процеси, які є складовими загального транспортного процесу. Однак, в роботі поставлено під сумнів ствердження окремих авторів про те, що тільки процес переміщення вантажу з порту відправлення в порт призначення є основною фазою транспортного процесу. В результаті дослідження логічно доведена помилковість цього уявлення, а також розглянута сучасна роль портів, як ключових ланок у системах доставки вантажів водним транспортом.

Ключові слова: транспортний процес, перевізний процес, вантажоперевалювальний процес, порт.

Вступ.

В роботі [1; 2] з точки зору системного підходу розпочато дослідження таких понять, як «транспортний» і «перевізний» процеси. Автором роботи доведена несинонімічність даних термінів через їх розгляд у триєдності з поняттям «вантажоперевалювальний процес» («процес перевалки вантажів»). Останній термін широко використовується в транспортній термінології і традиційно визначається, як складний процес, що об'єднує основний процес перевантаження вантажів, і безпосередньо пов'язані з ним допоміжні операції, що здійснюються з вантажами, транспортними засобами і перевантажувальними ресурсами порту до початку, під час і після закінчення вантажних робіт, включаючи їх інформаційне та документаційне забезпечення. Таким чином, як зазначено в [1; 2]:

- поняття «вантажоперевалювальний процес» є збірним і охоплює все те, що відбувається з предметами праці (об'єктами вантажоперевалювання) та засобами праці в порту (транспортному вузлі);

- поняття «перевізний процес», виходячи з його змісту і в контексті триєдності розглянутих термінів, характеризує безпосереднє переміщення предметів праці (об'єктів перевезення) – вантажів (пасажирів);

- виходячи з логічної суті та змісту розглянутих понять



(«вантажоперевалювальний процес» і «перевізний процес»), очевидно, що ці процеси є складовими частинами загального транспортного процесу, який, у свою чергу, є основним виробничим процесом на транспорті [1; 2].

В роботі [1; 2] також визначено наступне:

- якщо доставка вантажу здійснюється у змішаному сполученні, тобто з участю декількох видів транспорту, то такий транспортний процес є складним;
- якщо доставка вантажу відбувається з участю одного виду транспорту, то такий транспортний процес є простим.

Поряд з цим, при перевезеннях вантажів за участю водного транспорту, незалежно від організаційної форми судноплавства (лінійне, тропове судноплавство, а також робота суден послідовними рейсами) [3], відокремлюють прості, складні та складені схеми руху суден [4; 5]:

- прості – передбачають перевезення вантажів між двома портами;
- складні – включають перевезення вантажів між трьома і більш портами;
- складені – містять схеми з двома та більш ділянками, які обслуговуються суднами однакового або різного типів. Наприклад, це так звані магістрально-фідерні лінії [4; 5; 6].

У свою чергу, в роботах [1; 2; 7; 8] відмічається, що простий морський транспортний процес включає в себе три фази: початкову; основну; кінцеву. При цьому, на наш погляд, не можна погодитись зі ствердженням авторів [1; 2; 7; 8] про те, що процес переміщення вантажу з порту відправлення в порт призначення є основною фазою транспортного процесу. При такому підході:

- по-перше, виникає помилкове уявлення про те, що початкова і кінцева фази транспортного процесу є додатковими;
- по-друге, створюється враження, що другорядне значення мають і порти, а також різні підприємства, що діють на їхніх територіях і в акваторіях, надаючи послуги по обслуговуванню вантажів і транспортних засобів (перевалка вантажів, надання складських площ, доставка вантажів у порт і їх вивезення з порту, ремонт засобів виробництва, експедирування вантажів, агентування суден, сюрвейерські операції, операції з фумігації, дератизації та т. п.);
- по-третє, помилковість визначеного ствердження також логічно доводить і змістовна суть терміну «вантажоперевалювальний процес», який розглянутий вище.

Таким чином, «вантажоперевалювальний процес» є складним комплексним поняттям, яке охоплює сукупність всіх операцій, що відбуваються з вантажами і технічними засобами різних видів транспорту в порту (транспортному вузлі). Без належного виконання цих операцій здійснення перевізного процесу стає неможливим взагалі [2]. У зв'язку зі сказаним необхідно уточнити існуючу термінологію.

Основний текст. Для подолання вище визначеного, суто помилкового, судження, для позначення процесу переміщення вантажу замість поняття «основна фаза» транспортного процесу доцільно використовувати поняття «перевізна фаза» (рис. 1). Що стосується складного транспортного процесу, то пропонується розглядати наступні фази (рис. 2):



Рис. 1. Загальна структура простого транспортного процесу



Рис. 2. Загальна структура складного транспортного процесу



- початкову фазу, яка включає всі операції з моменту пред'явлення вантажу відправником або іншим видом транспорту до моменту його завантаження на транспортний засіб суміжного виду транспорту і його відходу з відповідного транспортного вузла (порту);

- перевізну фазу, що містить всі операції, пов'язані з переміщенням вантажу з пункту (порту) відправлення до пункту (порту) призначення, тобто рух транспортного засобу з вантажем;

- вантажоперевалювальну фазу, яка складається із сукупності операцій, що супроводжують взаємодію суміжних видів транспорту у пунктах перевалювання вантажів з одного виду транспорту на інший;

- кінцеву, яка включає всі операції з моменту прибуття судна в пункт (порт) призначення до моменту передачі вантажу одержувачу або іншому виду транспорту.

Перевізна фаза транспортного процесу забезпечується підприємствами перевізниками (судноплавними компаніями, авто, залізничними, авіа перевізниками), що оперують власними або орендованими транспортними засобами, які безпосередньо здійснюють перевезення.

Початкова, кінцева і вантажоперевалювальна фази транспортного процесу забезпечуються у портах (транспортних вузлах) тими суб'єктами господарської діяльності, які працюють на належних їм територіях та у відповідних акваторіях, надаючи послуги з обслуговування вантажів, суден і технічних засобів суміжних видів транспорту.

Кожна фаза - це сукупність операцій, які представляють собою певну закінчену частину загального процесу транспортування вантажів різними видами транспорту. Ця сукупність операцій виконується при участі різних суб'єктів ринку транспортних послуг, а також із залученням різних технічних засобів перевантажувального обладнання та суміжних видів транспорту.

В цілому транспортний процес, а також його окремі фази і робота різних учасників, що їх реалізують, характеризуються загальнотранспортними та галузевими (в залежності від виду транспорту і сфери діяльності), експлуатаційними та економічними, кількісними та якісними показниками. Ці показники, у свою чергу, розраховуються кожним учасником транспортного процесу, виходячи з мети його функціонування, специфіки об'єктів управління та особливостей діяльності.

Таким чином, перехід від однієї фази транспортного процесу до іншої відбувається у відповідних транспортних вузлах. При формуванні і реалізації систем доставки будь-яких вантажів з використанням водного транспорту найважливішими системоутворюючими елементами є порти (рис. 1, 2). Саме порти сьогодні є найбільш представницькою ланкою загальної транспортної системи України, оскільки перевезення вантажів водним транспортом забезпечується, в основному, флотом іноземних держав. Тому, незважаючи на безліч проблем у портовій галузі, порти залишаються своєрідним брендом українського морського транспорту.

Сьогодні однією з характерних світових тенденцій в сфері транспортного бізнесу є посилення ролі глобальних портових операторів [9], а також



ускладнення функцій морських портів, їх трансформація в портово-промислові комплекси і масштабні транспортно-розподільчі центри.

Таким чином, під впливом загальносвітових тенденцій, а також після прийняття Закону України «Про морські порти України» [10], порти із державних транспортних підприємств, тобто із постачальників традиційних послуг по обробці вантажів, перетворилися в складні багатофункціональні, диверсифіковані комплекси, що поєднують різні (виробничі, промислові, торгові і фінансові) види діяльності, а також надають всі види послуг з обслуговування вантажів, пасажирів, суден і транспортних засобів суміжних видів транспорту.

Порти сьогодні формують опорний інфраструктурний каркас морських і річкових перевезень, а також зв'язків із суміжними видами транспорту.

Проте, порт – це, безумовно, «вузьке місце» з великою кількістю обмежень, в яке спрямовуються численні потоки вантажів і транспортних засобів. Забезпечення своєчасної та узгодженої взаємодії між цими потоками, а також різними суб'єктами транспортного ринку, що управляють ними, є запорукою створення та реалізації ефективних, надійних і безпечних систем доставок будь-яких вантажів, а також фундаментом для застосування синхромодального підходу до організації перевезень. Це стає особливо актуальним при розгляді питання конкурентоспроможності українських портів, а також в загальній території України, як можливої транзитної зони у складі Каспійсько-Чорноморського маршруту Нового Шовкового Шляху [9; 11]. Таким чином, не звертати увагу на порти, як важливі, але часто обмежуючі елементи транспортної системи України – означає втрачати привабливість своїх територій для транзитних вантажопотоків, недоотримувати прибуток і працювати гірше своїх потенційних можливостей.

Висновки. В результаті дослідження:

1. Логічно доведена помилковість ствердження окремих авторів про те, що тільки процес переміщення вантажу з порту відправлення в порт призначення є основною фазою транспортного процесу. Зроблено висновок про те, що для позначення процесу переміщення вантажу замість поняття «основна фаза» транспортного процесу доцільно використовувати поняття «перевізна фаза».

2. Запропоновано розглядати наступні фази транспортного процесу: початкову, перевізну, вантажоперевалювальну і кінцеву. Зроблено висновки:

- в цілому транспортний процес, а також його окремі фази і робота різних учасників, що їх реалізують, характеризуються різними загальнотранспортними та галузевими (в залежності від виду транспорту і сфери діяльності), експлуатаційними та економічними, кількісними та якісними показниками. Ці показники, у свою чергу, розраховуються кожним учасником транспортного процесу, виходячи з мети його функціонування, специфіки об'єктів управління та особливостей діяльності;

- перехід від однієї фази транспортного процесу до іншої відбувається у відповідних транспортних вузлах. При формуванні і реалізації систем доставки будь-яких вантажів з використанням водного транспорту найважливішими системоутворюючими елементами є порти. Саме вони формують опорний



інфраструктурний каркас морських і річкових перевезень, а також зв'язків із суміжними видами транспорту;

- порт – це «вузьке місце» з великою кількістю обмежень, в яке спрямовуються численні потоки вантажів і транспортних засобів. Забезпечення своєчасної та узгодженої взаємодії між цими потоками, а також різними суб'єктами транспортного ринку, що управляють ними, є запорукою створення та реалізації ефективних, надійних і безпечних систем доставок будь-яких вантажів, а також фундаментом для застосування синхромодального підходу до організації перевезень;

- підвищувати ефективність транспортних процесів і систем доставки будь-яких вантажів сьогодні необхідно, перш за все, за рахунок:

розвитку елементів портової інфраструктури, що, у свою чергу, не можливо без створення сприятливих умов для залучення іноземних інвесторів у портовий сектор;

удосконалення: процесів управління портовими системами в цілому, а також окремими бізнес структурами, що функціонують на територіях та в акваторіях українських портів; процесів внутрішньопортового обслуговування вантажів і транспортних засобів; процесів взаємодії портів та їх адміністрацій з клієнтурою, контрагентами, контролюючим органами та ін.

Література:

1. Король Валерія Юріївна. Організація експедиторського обслуговування транспортних процесів і систем доставки вантажів у контейнерах: дисс. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Король Валерія Юріївна. - Одеса, 2019. – 286 с.

2. Korol V. Y. Systems representation and functional unity of transport, vehicular and cargo handling processes. Modern engineering and innovative technologies. Heutiges Ingenieurwesen und innovative Technologien: International periodic scientific journal. Sergeieva&Co Karlsruhe, Germany, 2018. Issue № 5, Vol. 3. С.72-79. DOI 10.30890/2567-5273.

3. Кириллова Е.В. Формы судоходства : учебное пособие / Е.В. Кириллова. – Одесса : Изд-во ОНМУ, 2010. – 231 с.

4. Кириллов Юрий Иванович. Организация и управление работой судов в контейнерной транспортно-технологической системе : дисс. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Кириллов Юрий Иванович. - Одесса, 2013. – 312 с.

5. Кириллов Ю. И. Обоснование классификационной принадлежности морских грузовых линий / Ю. И. Кириллов // Проблемы техники : научно-виробничий журнал. – Одеса : ОНМУ, 2010. – Вип. 1. – С. 69 – 77.

6. Кириллова Е. В. До питання обґрунтування розподілу контейнеропотоків між суднами, обслуговуючими магістрально-фідерні лінії / Е.В. Кириллова // Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. – Херсон : Херсонська державна морська академія, 2014. - № 2 (11). – С. 55 – 68. ISSN 2313-4763.

7. Бакаев В. Г. Эксплуатация морского флот / В. Г. Бакаев. – М.: Транспорт, 1965. – 560 с., С. 206.

8. Кириллова О. В. Модульная программа «Основы теории транспортных



процессов и систем». Содержательный модуль 1. Транспортный процесс грузовых и пассажирских перевозок : учебное пособие / Е. В. Кириллова. – Одесса : Фенікс, 2014. – 91 с.

9. Korol V. Y. China's investment in the ports of the world: foreign experience, ukrainian realities and prospects. Modern engineering and innovative technologies. Heutiges Ingenieurwesen und innovative Technologien: International periodic scientific journal. Sergeieva&Co Karlsruhe, Germany, 2018. Issue № 4, Vol. 2. C.101–108. ISSN 2567-5273. DOI 10.30890/2567-5273.

10. Закон України «Про морські порти України» // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2013, № 7, стор. 407, стаття 65. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4709-17>.

11. Король В. Ю. Каспийско-Черноморский маршрут Нового шелкового пути: планы Китая и перспективы Украины. 71 Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу ОНМУ, м. Одеса, 29–31 травня 2018 р.: тези доповідей. Одеса: ОНМУ, 2018.

References:

1. Korol Valeriia Yuriivna. Organization of forwarding services of transport processes and systems of cargo delivery in containers: dissertation for the obtaining a scientific degree of the candidate of technical sciences in specialty 05.22.01 - "Transport systems" / Korol Valeriia Yuriivna. - Odessa, 2019. – 286 s.

2. Korol V. Y. Systems representation and functional unity of transport, vehicular and cargo handling processes. Modern engineering and innovative technologies. Heutiges Ingenieurwesen und innovative Technologien: International periodic scientific journal. Sergeieva&Co Karlsruhe, Germany, 2018. Issue № 5, Vol. 3. C.72-79. DOI 10.30890/2567-5273.

3. Kyryllova E. V. Formyi sudohodstva : uchebnoe posobie / E. V. Kyryllova. – Odessa : Izd-vo ONMU, 2010. – 231 s.

4. Kyryllov Yuriy Ivanovich. Organizatsiya i upravlenie rabotoy sudov v konteynernoy transportno-tehnologicheskoy sisteme : diss. ... kand. tehn. nauk : 05.22.01 / Kyryllov Yuriy Ivanovich. - Odessa, 2013. – 312 s.

5. Kyryllov Yu. I. Obosnovanie klassifikatsionnoy prinaldezhnosti morskikh gruzovykh liniy / Yu. I. Kyryllov // Problemy tekhniki : naukovy-vyrobnychy zhurnal. – Odesa : ONMU, 2010. – Vyp. 1. – S. 69 – 77.

6. Kyryllova E. V. Do pytannia obgruntuvannia rozpodilu konteineropotokiv mizh sudnamy, obsluhovuiuchymy mahistralno-fiderni linii / E. V. Kyryllova // Naukovyi visnyk Khersonskoi derzhavnoi morskoi akademii : naukovyi zhurnal. – Kherson : Khersonska derzhavna morska akademiia, 2014. - № 2 (11). – S. 55 – 68. ISSN 2313-4763.

7. Bakaev V. G. Ekspluatatsiya morskogo flot / V. G. Bakaev. – M.: Transport, 1965. – 560 s., S. 206.

8. Kyryllova O. V. Modulnaya programma «Osnovy torii transportnykh protsessov i sistem». Soderzhatelnyi modul 1. Transportnyi protsess gruzovykh i passazhirskikh perevozk : uchebnoe posobie / O. V. Kyryllova. – Odessa : Feniks, 2014. – 91 s.

9. Korol V. Y. China's investment in the ports of the world: foreign experience, ukrainian realities and prospects. Modern engineering and innovative technologies. Heutiges Ingenieurwesen und innovative Technologien: International periodic scientific journal. Sergeieva&Co Karlsruhe, Germany, 2018. Issue № 4, Vol. 2. C.101–108. ISSN 2567-5273. DOI 10.30890/2567-5273.

10. Закон України «Про морські порти України» // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2013, № 7, стор. 407, стаття 65. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4709-17>.

11. Korol V. Yu. Kaspiysko-Chernomorskiy marshrut Novogo shelkovogo puti: planyi Kitaya



i perspektivyi Ukrainyi. 71 Naukovo-tekhnichna konferentsiia profesorsko-vykladatskoho skladu ONMU, m. Odesa, 29–31 travnia 2018 r.: tezy dopovidei. Odesa: ONMU, 2018.

Abstract. The concepts of "vehicular" and "cargo handling" processes, which are integral parts of the general transport process, are considered in the work. Logically proved the fallacy of the individual authors assertion that only the movement of cargo from the port of departure to port of destination is the main phase of the transport process. To indicate the process of moving cargo, the feasibility of using the concept of "vehicular phase" is justified. In general, it is proposed to consider the following phases of the transport process: initial, vehicular, cargo handling and final. It is concluded that, as a whole, the transport process, as well as its individual phases and the work of the various participants that implement them, are characterized by different transport and industry, operational and economic, quantitative and qualitative indicators. These indicators, in turn, are calculated by each participant in the transport process, based on the purpose of its operation, the specifics of the management facilities and the characteristics of the activity. The transition from one phase of the transport process to another takes place at the respective transport nodes. Ports are one of the most important elements of modern delivery systems for any cargo using water transport. A port is a "bottleneck" with many restrictions, to which multiple flows of goods and vehicles are directed. Ensuring timely and consistent interaction between these flows, as well as the various entities operating the transport market, is the key to creating and implementing efficient, reliable and secure delivery systems for any cargo, as well as the foundation for applying a synchromodal approach to the organization of transportation.

Keywords: transport process, vehicular process, cargo handling process, port.

Статья отправлена: 05.10.2019 г.

© Кириллова О.В., Король В.Ю.



УДК 621.65

DEVELOPMENT OF ENERGY EFFICIENCY MONITORING DEVICE FOR CENTRIFUGAL PUMPS**РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ****Glad I.V. / Гладь І.В.**

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-8247-655X

Ivano Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,

Ivano Frankivsk, Karpatska, 15, 76019

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ,

Карпатська, 15, 76019

Batsala Y.V. / Бацала Я.В.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0003-4964-407X

Ivano Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,

Ivano Frankivsk, Karpatska, 15, 76019

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ,

Карпатська, 15, 76019

Kiianiuk O. I. / Кіянчук О.І.

Ivano Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,

Ivano Frankivsk, Karpatska, 15, 76019

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ,

Карпатська, 15, 76019

Kurliak P. O. / Курляк П.О.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0001-8113-5211

Ivano Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,

Ivano Frankivsk, Karpatska, 15, 76019

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ,

Карпатська, 15, 76019

Анотація. В статті розглянуто можливість застосування термодинамічного та класичного методів визначення ККД відцентрового насоса. Розроблено віртуальний прилад для вимірювання енергетичних параметрів та температури вхідного та вихідного потоків рідини насосів з авторським програмним забезпеченням в середовищі LabVIEW. Запропоновано вимірювання енергетичних параметрів трифазного асинхронного двигуна, який обертає вал насоса, за допомогою інформаційно-вимірювального пристрою. Проведено дослідження роботи відцентрового насоса, визначено його ККД, зроблено висновки щодо ефективності роботи під навантаженням. Окреслено кроки для подальших наукових досліджень відцентрових насосів та можливості вдосконалення апаратної реалізації пристрою контролю енергоефективності.

Ключові слова: відцентровий насос, ККД, енергоефективність, термодинамічний метод вимірювання, віртуальний пристрій, середовище LabVIEW.

Вступ.

В умовах дефіциту енергоресурсів в Україні набуває актуальності питання їх ефективного використання та заощадження. Важливе місце в цьому процесі займають електропривідні відцентрові насоси (ЕВН), які використовуються на різноманітних промислових об'єктах. Лише електроприводи ЕВН споживають



близько третини всієї виробленої електроенергії. Середнє значення ККД промислових ЕВН не перевищує 40 %, а кожного десятого – менше 10 %. Тому підвищення ефективності функціонування ЕВН є одним із стратегічних завдань енергозбереження України.

Основний текст

Низька енергоефективність вітчизняних ЕВН обумовлена недостатніми науковими дослідженнями їх енергообмінних процесів, неможливістю аналізувати та оптимізувати режими їх роботи. Причина цього – відсутність інформаційно-вимірювальних систем для оперативного аналізу функціонування ЕВН – єдиних джерел достовірної інформації про їх реальний технічний стан.

Розроблений спеціалістами Росії пристрій визначення ККД гідравлічної частини КПДМЕР-2М вимірює значення тільки гідравлічного ККД. В основі його роботи є термодинамічний метод, суть якого у вимірюванні різниці температури і тиску рідини на входному і вихідному патрубках насоса та обчисленні значення ККД насоса за математичною моделлю. Для отримання ККД всього перекачувального агрегату необхідно знати ККД електродвигуна, після чого помножити його на ККД насоса, що пристроєм не забезпечується.

Розроблена спеціалістами Великобританії багатофункціональна система моніторингу технічного стану ЕВН YATESMETER уможливорює визначення ККД всього перекачувального агрегату. В основі її функціонування також закладено термодинамічний метод, але передбачено вимірювання споживаної електродвигуном активної потужності. Обчислення ККД агрегату проводиться в портативній ЕОМ за унікальною математичною моделлю, яка є ноу-хау розробників. На жаль, в Україні YATESMETER комерційно не пропонується, а очікувана роздрібна ціна складає десятки тисяч у.о., що унеможливорює придбання промисловими підприємствами та науково-дослідними організаціями.

Враховуючи наведене вище, необхідними є науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, спрямовані на створення пристрою контролю енергоефективності ЕВН.

Роботи ведуться у двох напрямках: із застосуванням термодинамічного методу та класичного методу.

Термодинамічний метод полягає у визначенні гідроККД відцентрового насоса за такою формулою:

$$\eta_r = \frac{1}{1 + \rho C \left(\frac{T_{BIX} - T_{BX}}{P_{BIX} - P_{BX}} \right)} \quad (1)$$

Для реалізації термодинамічного методу синтезовано структурну схему пристрою (рис. 1).

Для вимірювання входного і вихідного тиску застосовано давачі тиску SEN-86 з діапазоном вимірювання 0-10 бар, аналоговим вихідним сигналом 0-10 В та класом точності 1. Давачі живляться однополярною стабілізованою постійною напругою 15 В.

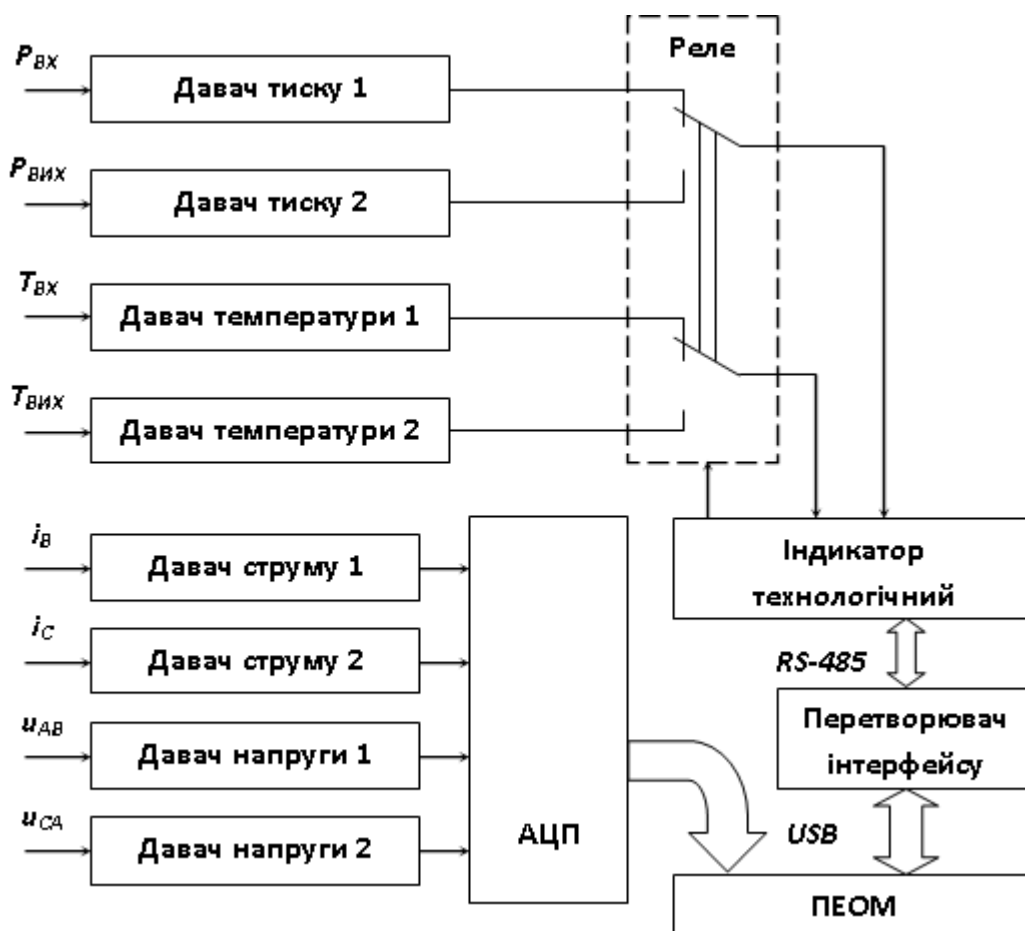


Рис. 1. Структурна схема пристрою на основі термодинамічного методу
Авторська розробка

Для вимірювання температури вхідного і вихідного патрубків застосовано накладні платинові термоперетворювачі опору типу Pt-100 марки ТСП-2-8 з номінальним опором 100 Ом при температурі 0 ° С. [1] Термоперетворювачі і давачі тиску приєднані до гальванічно ізольованих аналогових входів індикатора технологічного мікропроцесорного ІТМ-22М (виробництво фірми МІКРОЛ, Івано-Франківськ) через комутатори на базі реле, які перемикаються тим же індикатором. Індикатор ІТМ-22М має клас точності 0,2 і сполучений з ЕОМ з виконанням у середовищі LabVIEW 8.2.1 авторським програмним забезпеченням за допомогою інтерфейсу RS-485, по якому здійснюється зчитування та запис значень температур і тиску у файл. Також надсилається сигнал на перемикання реле, яке необхідне для забезпечення вимірювання одним каналом, налаштованим на діапазон аналогового сигналу 0-10 В. Інший аналоговий вхід індикатора налаштовано за трипровідною схемою на приєднання термоперетворювачів опору. Потім переключають реле на термоперетворювач 2 і вимірюють ним граничні взірцеві значення температури та знаходять коефіцієнт k_2 , b_1 .

$$K_2 = \frac{T_{2ВІМ} - T_{1ВІМ}}{T_{23РАЗК} - T_{13РАЗК}}, \quad (2)$$

$$b_2 = T_{2ВІМ} - K_2 T_{23РАЗК}, \quad (3)$$

Як наслідок, перетворювальна характеристика термоперетворювача 2 буде



побудована за рівнянням (4):

$$T_2 = K_2 T + b_2 . \quad (4)$$

Таким чином, за допомогою комутації одного вимірювального каналу і приведенням перетворювальних характеристик термоперетворювачів опору забезпечується вимірювання температури патрубків відцентрового насосу.

В результаті випробування відмічено деяку термонестабільність каналів вимірювання температури, імовірною причиною яких було використання індикатора ІТМ-22М без додаткового корпусу, що уможливило вплив протягів повітря через вентиляційні отвори у корпусі індикатора на режим роботи його вимірювальних кіл. Тому в даний час проводяться роботи, спрямовані на оптимізацію конструкції пристрою визначення гідроККД.

З метою визначення повного ККД ЕВН необхідним є вимірювання електричної активної потужності на затискачах трифазного асинхронного двигуна, який обертає вал насосу. Оскільки обмотки статора двигуна сполучені в зірку з ізолюваною нейтраллю, то активну потужність доцільно вимірювати за допомогою методу двох ватметрів (схема Арона) із застосуванням методів цифрової обробки сигналів. Для цього за допомогою вимірювальних перетворювачів напруги з ефектом Холла компенсаційного типу марки CV3-1000 вимірюються миттєві значення лінійних напруг u_{AB} , u_{CA} , а миттєві значення струмів у фазах i_B , i_C вимірюються за допомогою струмових кліщів-адаптерів АТА-2502 (див. рис. 1). Клас точності давачів напруги становить 0,2, а давачів струму 2. Виміряні миттєві значення напруги і струму оцифровуються за допомогою 16-розрядного АЦП марки NI USB-6009 виробництва National Instruments [2] і вводяться у ЕОМ, в якій за технологією віртуальних приладів [3] визначається активна потужність асинхронного двигуна.

Для визначення повного ККД ЕВН термодинамічним методом необхідно знайти спосіб врахування механічних втрат передачі і втрат у двигуні або його ККД.

Перевагою термодинамічного методу є порівняно невелика вартість обладнання, а недоліком – інерційність каналів вимірювання температури. Термодинамічний метод уможливлює дослідження усталених режимів роботи ЕВН.

Класичний метод передбачає вимірювання вхідної електричної активної потужності двигуна ЕВН і вихідної гідравлічної потужності потоку рідини, яка перекачується для цього електрична частина пристрою аналогічна до наведеної вище, а гідравлічна включає ультразвуковий портативний витратомір (рис. 3).

З пристрою вилучено термоперетворювачі опору, що вивільнило другий вимірювальний канал індикатора ІТМ-22М, який використано для вимірювання тиску, тобто індикатор вимірює тиск синхронно у обох патрубках насосу. Протокол RS-485 уможливлює приєднання до 255 пристроїв та їх опитування по протоколу ModBUS. Таким чином забезпечується приєднання портативного ультразвукового витратоміра з накладними давачами.

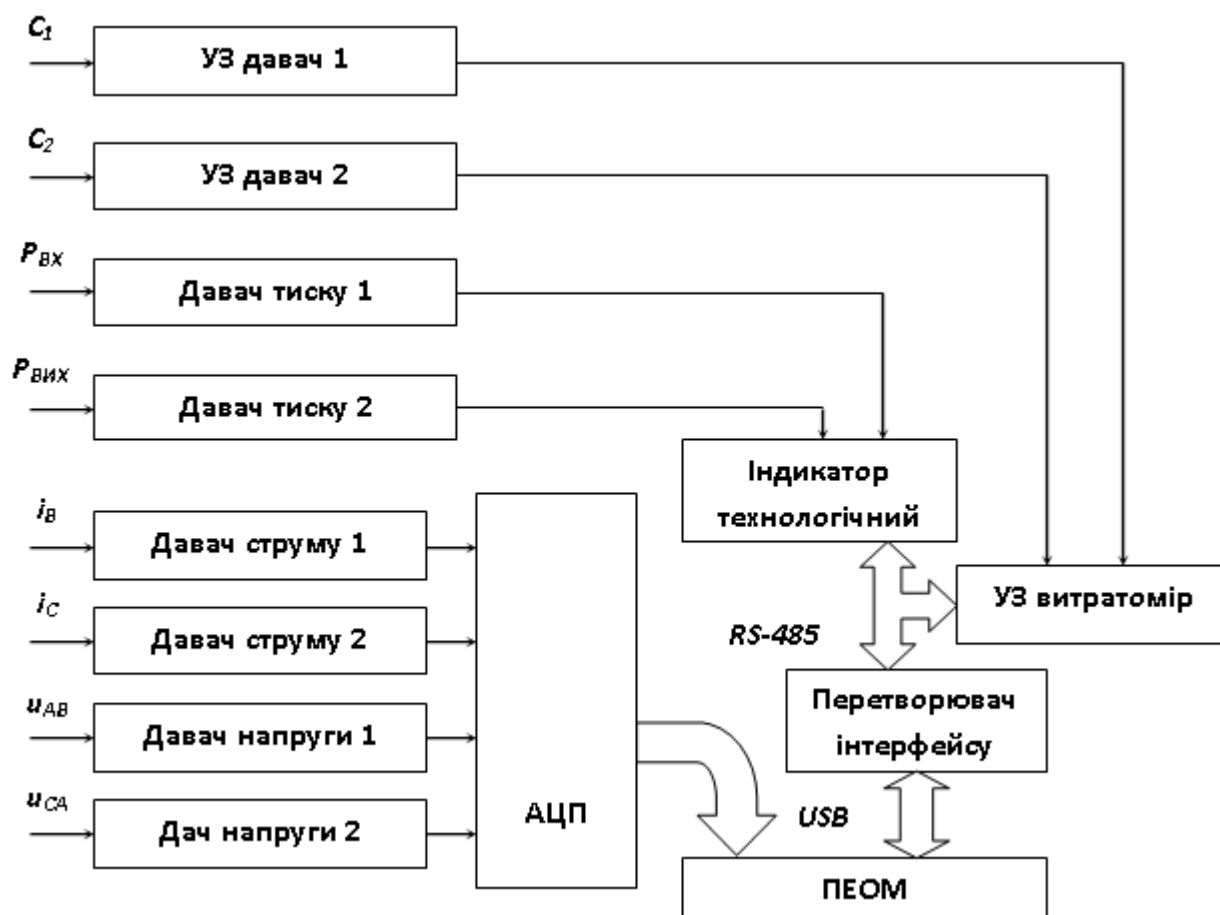


Рис. 2. Структурна схема пристрою на основі класичного методу
Авторська розробка

Відповідно застосовується інше авторське програмне забезпечення, яке реалізує класичний алгоритм:

$$N_1 = P_{AB} + P_{CA} = \frac{1}{T} \int_0^T u_{AB} \cdot i_B + \frac{1}{T} \int_0^T u_{CA} \cdot i_A, \quad (5)$$

$$N_2 = Q(P_2 - P_1), \quad (6)$$

$$\eta = \frac{N_2}{N_1}. \quad (7)$$

Перевагою класичного методу є можливість дослідження як усталених, так і перехідних режимів роботи ЕВН, а недоліком – висока вартість портативного ультразвукового витратоміра (2000-5000 у.о.). Однак його наявність уможливило створення на базі технології віртуальних приладів портативної інформаційно-вимірювальної системи контролю енергоефективності електропривідних відцентрових насосів, яка після розгортання на об'єкті буде функціонувати автоматично, з мінімальним обсягом ручної обробки та введення даних оператором.

В процесі науково-дослідної роботи в програмі LabVIEW розроблено віртуальний прилад для вимірювання температури вхідного та вихідного потоків рідини насосу.

Віртуальний прилад працює, по чергово перемикаючи канали вимірювання,



індикує числові значення температури та записує їх у файл текстового формату для подальшого аналізу та побудови часових діаграм.

Висновки.

В результаті експериментальних випробувань розробленого пристрою контролю гідравлічного ККД відцентрового насосу виявлено, що для підвищення чутливості вимірювання інформаційно-вимірювального комплексу необхідно використовувати повірені датчі необхідної точності, а також забезпечити відповідну теплоізоляцію корпусу вимірювача температури.

Перспективою подальших досліджень є підвищення точності пристрою визначення гідравлічного ККД та розробка методики його метрологічної повірки та розробка методів програмної корекції похибок вимірювання енергоефективності відцентрових насосів.

Література:

1. Гладь І. В. , Федорів М. Й., Кіянчук О. І. Контроль енергоефективності відцентрових насосів // Діагностика електромеханічних систем та ресурсозбереження. Кременчук. - 2011. - №2(39). - С. 72-273.
2. National Instruments. Режим доступу: [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.ni.com>.
3. Кіянчук О. І., Гладь І. В. Експериментальне дослідження енергоефективності електропривідних насосів системи водопостачання басейну // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2013. - № 6. - С. 79-81.

References:

1. Glad I.V. (2011). Kontrol energoefektyvnosti vidcentrovyyh nasosiv [Diagnostic electromechanics systems and resource saving] in Kremenchuk [Scientific works], issue 39, vol.2, pp. 272-273.
2. National Instruments. [Electronic resource] - Mode of access: <http://www.ni.com>.
3. Kiianiuk O. I. (2013) Experementalne doslidgennia energoefektyvnosti elektropryvidnyh nasosiv systemy vodopostachannia baseinu. [Visnyk Vinnytsia Polytechnic University] in Vinnytsia [Scientific works], issue 6, vol.1, pp. 79-81.

Abstract. The article considers the possibility of applying thermodynamic and classical methods of determining the efficiency of a centrifugal pump. A virtual instrument for measuring energy parameters and temperature of inlet and outlet fluid flow of pumps with authoring software in LabVIEW environment has been developed. It is suggested to measure the energy parameters of a three-phase asynchronous motor, which rotates the pump shaft, using an information-measuring device. The work of the centrifugal pump is carried out, its efficiency is determined, the conclusions about the efficiency of work under load are made. The steps for further scientific research of centrifugal pumps and the possibility of improving the hardware implementation of the energy efficiency control device are outlined.

Key words: centrifugal pump, efficiency, energy efficiency, thermodynamic measurement method, virtual device, LabVIEW environment.

Стаття відправлена: 08.10.2019 г.

© Гладь І.В.



УДК 628.9:536.3

**THE MAIN PROBLEMS OF DEVELOPING POWERFUL LED SYSTEMS
FOR OUTDOOR USE****ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ПОТУЖНИХ СВІТЛОДІЮДНИХ СИСТЕМ ДЛЯ
ЗОВНІШНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ****Nazarenko A.O. / Назаренко А.О.**

с.т.с. / к.т.н.

*Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine, Kyiv, Mary Kapnist str. 2a, 03057**Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Марії Капніст 2а, 03057***Nazarenko O.O. / Назаренко О.О.**

с.т.с. / к.т.н.

*Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine, Kyiv, Mary Kapnist str. 2a, 03057**Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Марії Капніст 2а, 03057***Burova Z.A. / Бурова З.А.**

с.т.с. / к.т.н.

ORCID: 0000-0002-4712-6298

SPIN: 5975-4039

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine**Kyiv, Heroiv Oborony 15, 03041**Національний університет біоресурсів і природокористування України,**Київ, Героїв Оборони 15, 03041*

Abstract. The purpose of research and practical development performed by Ukrainians energy specialists is to reduce electricity consumption for outdoor illumination due to using the high quality LED lamps with minimal energy consumption and maximum light flux, implementation of lighting monitoring and automation systems. The main research objectives to accomplish this goal are formulated. The different types of lighting sources characteristics were analysed and there were demonstrate that modern effective LED light sources have as a number of advantages also negatives. According to the results of the researches the global problems of LED using to create powerful external lighting sources were declared. The most important problem is the need to provide constant heat removal from the crystal to prevent it from overheating and to increase its service life.

Key words: energy efficiency, outdoor light sources, LED, monitoring and automation systems.

Introduction. Addressing energy efficiency and saving is one of Ukraine's top energy policy priorities. Reducing energy consumption has a significant impact on reducing imports of fuel resources and increasing the competitiveness of the Ukrainian economy. One of the essential directions is the saving of electricity consumed for lighting the amount of which reaches, according to experts' estimates, about 30% the electricity produced total amount.

Formulation of the problem. The purpose of the theoretical researches and practical developments complex performed by the Thermophysical Processes Monitoring and Optimization Department the Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine is to reduce electricity consumption, which is used for illumination of street roads and surrounding territories, due to using the high quality LED lamps with minimal energy consumption and maximum light flux, implementation of lighting monitoring and automation systems. To accomplish this goal, the following



main research objectives are formulated:

- 1) to carry out the existing lighting sources comparative analysis and to determine the main parameters that affect the luminous flux and lifetime;
- 2) to develop a lighting device using high quality light sources, which will allow to provide maximum light flux with minimal electricity consumption;
- 3) create a wireless automatic control and monitoring system for street lighting based on the developed device;
- 4) to solve problems the roads and adjoining territory illumination in places with no centralized electricity supply network;
- 5) consider ways to solve the problem of heat dissipation from LEDs.

This article presents the results of solving some of the tasks.

The lighting sources and LED characteristics review.

According to professional studies [1, 2], the electricity amount that is converted to light in a vacuum incandescent lamp is only 7 – 10%, the rest of the power is transformed into thermal infrared and other types of radiation. Fluorescent lamps generate 21% of visible light. Halogens create a ray in the visible range of which is only 27% of the total radiation intensity. LEDs only generate visible rays. The entire light temperature range of LED lamps is in the range of 3000...6500 K or 400...700 nm – from red to blue. We can compare the characteristics of light sources different types from the data presented in Table 1. These data prove that the LED lamps are the most effective in creating a powerful and bright luminous flux, do not flicker and have the longest working life which is what is needed in the creation of outdoor lighting sources.

Table 1

The lighting sources characteristics

The light element type	incandescence	luminescent	gas-discharge	LED
The luminous flux efficiency, Lm / W	10 – 15	30 – 45	50 – 90	90 – 210
Working life, h	5000	6000 – 10000	6000 – 10000	30000 – 100000
Stroboscopic effect (ripple), %	18%	20 – 30%	20 – 30	<5%
Power factor PFC, cos φ	0,95	0,6 – 0,8	0,6 – 0,8	0,95

For a careful approach to the development a powerful source of external lighting based on LED, a thorough study the characteristics of LED presented on the Ukraine's market was conducted (Table 2).

**Table 2****LED characteristics**

Manufacturer	Cree, LG, Osram, Seoul Semiconductor [3]	Epistar, Prolight, SmiLeds and other Chinese origin brands
Luminous flux, Lm / W	up to 210	80 – 90
Working resource, h	up to 100 000	10 000 – 30 000
The substrate temperature at the rated current applied to the LED, C °	50 – 65	80 – 105
The maximum permissible temperature of operation at which no crystal degradation occurs, C °	120 – 130	100 – 115
Static breakdown protection	present	not existing
Manufacturer's warranty, years	3 – 5	1

The main problems of LED using. Therefore, LED light sources have a number of undeniable advantages, such as high light output, low control voltages, long product life, mechanical durability and reliability, high electrical safety and environmental friendliness. At the same time, the disadvantages of the current LED devices include severe temperature limitation of light-emitting semiconductor crystals (from 85 to 125 °C) [1 – 3], which exceeds the sharp degradation of the LED's optical parameters.

According to the results of the researches, the following global problems of LED using to create powerful external lighting sources can be formulated:

1. The LEDs energy efficiency increasing problem, which requires the creating heteroepitaxial structures technology improving, the quantum yield and efficiency of phosphors increasing, the thermal resistance optimization. Leading developers of LED modules are working on its solution.

2. The problem in the physical principles of thermoregulation of the crystal through which sufficiently large current passes, heating it, which leads to the LED's degradation. Therefore it is necessary to effectively remove heat by creating the radiator systems. It is economically feasible to replace all the metal parts of the heat extraction system with heat-conducting ceramic or plastic ones. This requires the development and creation of new systems for light-emitting crystals thermal stabilization based on new heat-conducting materials.

3. The following problem is related to the electronic control principles of LED light sources and requires the development of special devices (drivers) with the appropriate efficiency, high power factor, reduced noise and optimized sizes. For this purpose, a number of electronic power control systems and spectral composition of



radiation with parameters and characteristics that meet the requirements of world standards have being developed and improved by the IET Thermophysical Processes Monitoring and Optimization Department [4].

4. The last problem is related to the optical principles of the light fluxes direction formation. Solving this problem will allow to implement different types of light distribution LED lighting systems and provide them with modern ergonomic parameters.

The thermal energy influence on the light flow of LED lamps. The problem of heat dissipation is one of the main in creating powerful luminaires for outdoor use based on LED. For stable and long-lasting operation they requires constant removal of heat energy from the crystal – the radiator. Constant overheating of the light-emitting crystals at times reduces the semiconductor device's life, contributes to a brightness smooth loss with the working wavelength displacement.

Structurally, all radiators can be divided into three groups: plate, rod and ribbed. In all cases, the area near the LED to the radiator may be in the form of a circle, square or rectangle. The thickness and area of the radiator is of fundamental importance when choosing, as these characteristics are responsible for the removal and uniform distribution of heat throughout the surface of the radiator.

Currently, the cooling of powerful LEDs is produced mainly on aluminum radiators. This choice is due to the lightness, low cost, machinability and good heat-conducting properties of this metal. Its thermal conductivity coefficient is in the range of 202...236 W/(m·K) and depends on the purity of the alloy. By this characteristic it is in 2,5 times higher than iron and brass. In addition, aluminum is subjected to various types of machining. To increase heat dissipation properties, an aluminum radiator is anodized.

In household LED lighting devices the radiator is usually the body of an LED lamp with which electronic control circuit of the LED device (driver) inside. Institute of Engineering Thermophysics in collaboration with the Institute of Semiconductor Physics NAS of Ukraine work was carried out on mathematical modelling of thermal mode of cooling systems of LED lamps based on thermally conductive ceramics and plastics. The analysis of the temperature distribution in the elements of the lamp showed that lamp's heat sink system provides the required thermal regime of the LED module. Numerical solution confirmed the efficacy of LED lamp's body-core to divert heat from the LED module [1]. The use of new composite materials (metal ceramics) in high-power industrial and outdoor LED luminaires is currently under development to further study their characteristics and predict their change during long-term operation.

Conclusions. High-quality LED lighting devices with minimal energy consumption and maximum light flux as well as lighting monitoring and automation systems are required to address the challenges of modern street and surrounding areas lighting. LED light sources have a number of advantages and several negative factors, the prevalent of which is the need to provide a constant heat dissipation from the crystal to prevent it from overheating and to increase its service life. Along with the use of traditional aluminium alloy, new materials - metal ceramics - may be used to make the LED lamp radiator, but this must be thermophysically and economically



justified. Addressing these problems is a topic for further IET NAS of Ukraine research.

References:

1. Basok B.I., Davydenko B.I., Sorokin V.M. [et al.] Chislennoye modelirovaniye teplovogo rezhima svetodiodnykh lamp [Numerical modeling of the thermal regime of LED lamps] in Industrial Heat Engineering, Volume 36, No. 5, 2014, pp. 10-23.
2. Sorokin V.M. Svitlodiodnomu osvittlennyu – zelene svitlo [The green way for LED lighting] in Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2014, № 5, pp.81-84.
3. Seoul Semiconductor. Specification SSC-STW8Q14C. http://www.silicalighting.eu/fileadmin/data_sheets/Seoul_Semiconductor/TopLED/STW8Q14C.pdf
4. Nazarenko A.O., Nazarenko O.O., Zubenko V.I. Monitoring and automation of thermal processes in led lighting devices [Electronic resource] XI International Conference «PROBLEMS OF THERMOPHYSICS AND HEAT ENGINEERING», 2019. Access mode: <http://ittf.kiev.ua/en/abstracts-2019-2/>

Література:

1. Басок Б.И. Численное моделирование теплового режима светодиодных ламп / Басок Б.И., Давыденко Б.И., Сорокин В.М. [и др.] // Промышленная теплотехника, Том 36, № 5, 2014, с.10-23.
2. Сорокін В. М. Світлодіодному освітленню – зелене світло. Вісник НАН України, 2014, № 5, с.81-84.
3. Seoul Semiconductor. Specification SSC-STW8Q14C. http://www.silicalighting.eu/fileadmin/data_sheets/Seoul_Semiconductor/TopLED/STW8Q14C.pdf
4. Назаренко А.О., Назаренко О.О., Зубенко В.І. Моніторинг та автоматизація теплових процесів у світлодіодних освітлювальних приладах [Електронний ресурс] // XI Міжнародна конференція «ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОФІЗИКИ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ», 2019. Режим доступу: <http://ittf.kiev.ua/en/abstracts-2019-2/>

Анотація. Метою досліджень та практичних розробок, проведених українськими енергетиками, є зменшення споживання електроенергії для зовнішнього освітлення за рахунок використання високоякісних світлодіодних ламп з мінімальним споживанням енергії та максимальним потоком світла, впровадження систем моніторингу та автоматики освітлення. В роботі сформульовано основні цілі дослідження для досягнення цієї мети. Проаналізовано характеристики різних джерел освітлення і продемонстровано, що сучасні ефективні світлодіодні джерела світла мають як ряд переваг, так і недоліків. За результатами досліджень було виокремлено глобальні проблеми використання світлодіодів для створення потужних джерел зовнішнього освітлення, найважливішою з яких є необхідність забезпечити постійне тепловідведення від кристала, щоб запобігти його перегріванню та збільшити термін його служби.

Ключевые слова: енергоефективність, зовнішні джерела світла, світлодіоди, системи моніторингу та автоматизації

Статтю відправлено: 08.10.2019 г.

© Назаренко А.О., Назаренко О.О., Бурова З.А.



УДК 004.942:62-83

MODELING OF ENERGY CONVERTERS OF DIFFERENT PHYSICAL NATURE**МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ РІЗНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПРИРОДИ****Kurliak P. O. / Курляк П.О.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-8113-5211

*Ivano Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,**Ivano Frankivsk, Karpatska, 15, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ,**Карпатська, 15, 76019***Kostyshyn V.S. / Костишин В.С.***d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0001-8606-3931

*Ivano Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,**Ivano Frankivsk, Karpatska, 15, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ,**Карпатська, 15, 76019***Batsala Y.V. / Бацала Я.В.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-4964-407X

*Ivano Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,**Ivano Frankivsk, Karpatska, 15, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ,**Карпатська, 15, 76019*

Анотація. В статті розглянуто методологію моделювання перетворювачів енергії та описано основні постулати методу Bond Graph. Здійснено порівняння двох різнопланових аналогій між фізичними змінними систем різної фізичної природи та обґрунтовано доцільність застосування енергетичного підходу для комплексного моделювання складних технічних об'єктів з метою оперативного розрахунку та оптимізації режимів їх роботи.

Ключові слова: перетворювач енергії, моделювання, енергетичний підхід, Bond Graph.

Вступ. На сучасному етапі розвитку наукового прогресу, вирішення задачі оперативного розрахунку та оптимізації режимів роботи будь-яких технічних об'єктів належить комп'ютерному моделюванню, оскільки з розвитком та вдосконаленням обчислювальної техніки стає можливою реалізація основної ідеї фізичного моделювання системи – багаторазового повторення варіантів будь-якого режиму роботи з метою дослідження її параметрів або вибору оптимального керування.

Існує багато традиційних методів математичного моделювання динамічних систем, які є адаптованими тільки для системи однієї фізичної області. Однак не в достатній мірі для моделювання таких систем розроблені інструменти автоматизованого проектування. Більшість алгоритмів і комп'ютерних програм застосовують для числового вирішення рівнянь системи. Крім того, спеціалізовані методи моделювання не дають задовільних результатів для інших фізичних підсистем та не дають змоги проводити повне комплексне дослідження системи.



Отже, для ефективного проектування сучасних складних технічних систем, аналізу їх динамічних режимів роботи та оптимального синтезу рівнянь стану системи необхідна могутня міждисциплінарна методологія моделювання та інструменти програмного забезпечення, які охоплюють всі складні енергетичні області і математичні моделі всіх фізичних підсистем [1].

Основний текст. Аналіз літературних джерел показав, що моделювання перетворювачів енергії різної фізичної природи зазвичай здійснюється на основі двох різнопланових концептуальних підходів, а саме використання багатопортового підходу та узагальненої теорії кіл Кірхгофа [2, 3]. Багатопортовий підхід передбачає розкладання складної системи на підсистеми – так звані „багатопортові елементи”, взаємозв’язок між якими здійснюється за допомогою сигналів. Термін „сигнал” використовується для відображення взаємодій, які забезпечують обмін інформацією між великими вузлами (портами) системи.

Із багатопортовим підходом у моделюванні тісно пов’язане об’єктно-орієнтоване моделювання. До сьогоднішнього дня немає загальноприйнятого розуміння концепції об’єктно-орієнтованого моделювання. Так в роботі [4] об’єктно-орієнтоване моделювання розглядають як конструкцію строго ієрархічних, модульних моделей. В роботах [2, 5], застосовуючи об’єктно-орієнтоване моделювання, розглядають кожну підсистему як предмет, що має свій власний алгоритм (метод) моделювання. Всі предмети зв’язуються через передачу повідомлень, координують свою поведінку, і, таким чином, виконується моделювання повної системи.

Узагальнена теорія кіл Кірхгофа базується на енергетичних підходах та принципах, які зазвичай використовують в теорії електричних мереж. Та при застосуванні їх для аналізу підсистем іншої фізичної природи необхідно ввести певні зміни в основні поняття. Формулювання основних законів механіки узагальнене згідно з законами Ньютона та представлено у формі законів Кірхгофа, а саме: повна сума переміщень по замкнутому контурі та алгебраїчна сума всіх сил, що діють на тіло рівні нулю [6].

Погляди, щодо енергетичних підходів при аналізі перетворювачів енергії різної фізичної природи відображаються в роботах Лейбніца, Лагранжа, Ейлера. Застосування енергетичних методів базується на теоремі Телледжена, яка спочатку була сформульована для електричних мереж, а пізніше узагальнена для всіх мереж і структур іншої фізичної природи [7]. Теорему Телледжена, яка виражає закон збереження енергії в просторі, можна використовувати як основу для виведення великої кількості властивостей та визначення природного розвитку станів мереж.

Термін "мережа" використовується для опису моделей матеріальних систем в різних фізичних областях. Саме така форма опису носить назву узагальненої теорії кіл Кірхгофа [3]. Прикладами мереж є: електричні мережі, електронні системи, механічні та гідравлічні структури. Мережі складаються з активних і пасивних елементів. Взаємодія між вузлами мережі і навколишнім середовищем характеризується двома видами попарно-спряжених змінних. Для електричних мереж розглядаються пари змінних струму i та напруги u . Для



механічних структур можуть розглядатися пари – сила F і швидкість V , обертовий момент T і кутова швидкість ω . У гідравлічній аналогії такими змінними є відповідно тиск p і об'ємна чи масова витрата рідини Q (кількість за одиницю часу). Добуток цих змінних визначає потужність (або роботу).

Вище зазначені два типи спряжених змінних в різних літературних джерелах отримали різні назви: наскрізні (*through*)- і поперечні (*over*)- змінні, транс (*trans*)- і інтер(*inter*)- змінні, або змінні зусилля (*efforts*) та потоку (*flows*). Чітке обґрунтування походження даних змінних вперше запропонував Файерстоун [8]. Він назвав ці змінні *across* і *through* (паралельна і послідовна) в залежності від способу їх вимірювання. В табл. 1 наведені відповідні пари змінних для різних фізичних областей.

Таблиця 1

**Типи енергетичних змінних для систем різної фізичної природи
згідно теорії Файерстоуна**

Системи різної фізичної природи	Типи енергетичних змінних	
	послідовна (<i>through</i>)	паралельна (<i>across</i>)
Електрична	Струм, i	Напруга, u
Магнітна	Магнітний потік, Φ	Магнітна напруга, U_m
Механічна поступового руху	Сила, F	Швидкість, V
Механічна обертового руху	Обертовий момент, T	Кутова швидкість, ω
Термічна	Потік ентропії, ξ	Температура, θ
Гідравлічна чи акустична	Об'ємна витрата, Q	Тиск, p

Така класифікація зображає силу, як таку що є аналогом струму і об'ємної витрати, а швидкість – аналог напруги і тиску. Згідно із цією аналогією тиск рідини не є аналогом сили не дивлячись на той факт, що він фізично визначається як сила, що діє на одиницю площі. Дану відповідність змінних можна фізично обґрунтувати застосовуючи методику вимірювання. Швидкість і напруга класифіковані як '*across*' змінні, оскільки вони можуть бути виміряні як різниця між значеннями в двох точках (тобто, впоперек двох точок); сила і потік класифіковані як '*through*' змінні, тому що можуть бути виміряні давачем в одній точці на шляху передачі енергії. Хоча така аналогія „сила подібна струму” знайшла широке застосування, очевидно, що така класифікація залишається важкою для розуміння.

Існує інша аналогія між парами змінних в різних фізичних областях, яка визначається так званою „фізичною інтуїцією” [3], що базується на корпускулярній моделі фізичного світу. Вважається, що передача енергії відбувається шляхом переміщення у просторі частинок – корпускул, які мають властивості маси, електричного чи магнітного заряду тощо. Отже механічна швидкість, електричний струм і об'ємна швидкість гідравлічного потоку є аналогічними поняттями. Така модель 'системи-частинок', веде до інтуїтивної аналогії „швидкість подібна струму”.



Інтуїтивну класифікацію наведених вище обох типів змінних можна краще обґрунтувати з використанням термодинамічного підходу [9]. Відповідно до нього внутрішня енергія елементів в різних фізичних областях може бути виражена як однорідна функція, властивості якої можуть використовуватися для визначення пари спряжених змінних системи. У термодинамічному підході застосоване однорідне рівняння просторових змінних. Приклади просторових змінних – маса і інерція механічної системи, які пропорційні кінетичній енергії системи. Часткові похідні внутрішньої енергії відносно просторових змінних називають інтенсивними змінними або 'зусиллями' (*efforts*). А похідні по часу змінних стану називаються 'потокami' (*flows*). В теоремі Телледжена [7] доведено, що потужність (кількість енергії, яка надходить до елемента за одиницю часу), рівна скалярному добутку векторів зусилля і потоку.

В табл. 2 дається огляд спряжених змінних зусиль і потоків та демонструється аналогія між різними фізичними областями згідно термодинамічного підходу [9]. Можна також розрізняти два види відносин взаємозв'язку, які відповідають наведеним нижче парам змінних. Для електричних мереж застосовуються закони балансу струмів і напруг Кірхгофа. У механічних структурах – рівноваги сил в опорах. Дані відносини взаємозв'язку описують неперервність змінних в просторі. Крім того, важливо відмітити, що відносини взаємозв'язку лінійні або можуть бути легко виражені в лінійній диференціальній формі.

Таблиця 2

**Типи енергетичних змінних для систем різної фізичної природи
згідно теорії термодинамічного підходу**

Системи різної фізичної природи	Змінна стану	Типи енергетичних змінних	
		потік (<i>flow</i>)	зусилля (<i>effort</i>)
Електрична	заряд	Струм, i	Напруга, u
Магнітна	потік	Магнітний потік, Φ	Магнітна напруга, U_m
Механічна поступового руху	переміщення	Швидкість, V	Сила, F
Механічна обертового руху	кутове переміщення	Кутова швидкість, ω	Обертовий момент, T
Термічна	ентропія	Температура, θ	Потік ентропії, ξ
Гідравлічна та пневматична	об'єм	Об'ємна витрата, Q	Тиск, p

Саме така аналогія, на основі термодинамічного підходу (табл. 2) покладена в основу методу *Bond Graph*, який започаткований професором Пейнтером [10] на початку шістдесятих років XX століття та розроблений його учнями Кернопом і Розенбергом [11]. У процесі моделювання методом *Bond Graph* в перетворювачах енергії різної фізичної природи відображається глобальна енергетична поведінка, яку можна представити комбінацією



чотирьох функцій: генерування, збереження, дисипації і перетворення.

Функція генерування представляється у вигляді джерел потоку - S_f та зусилля S_e , які відображають явно граничні умови системи і відповідають за обмін енергією з навколишнім середовищем. Вони виробляють або поглинають енергію в системі.

Функція збереження чинить опір зміні стану системи і включає в себе властивості затримування, запам'ятовування та зберігання. Тобто забезпечує те, що елементи мережі поведуться як акумулятори, які спочатку поглинають, а згодом віддають енергію. Ідеальні елементи зберігання називають енергетичними елементами C - та I -типу, які резервують всі види вільної енергії

Третя функція дисипації представляє розсіюючий ефект в результаті фізичних явищ, які можуть бути пов'язані зі зміною температури і тепловими втратами. Вони проявляються у разі витоку енергії внаслідок тертя, виділення тепла, тобто незворотній процес перетворення енергії. Розсіюючі елементи ідеальні резистори R -типу, називають ентروпійними елементами.

Остання функція перетворення відповідає за трансформацію змінних без будь-якої втрати і зберігання енергії. Такий ідеальний ефект відбувається, наприклад, в механічних важелях, електричних трансформаторах та ідеальних перетворювачах енергії. В методі *Bond Graph* така властивість відображається елементами TF - трансформатора та GY - гіратора. Дані елементи служать для відображення зв'язку між підсистемами однієї або різної фізичної природи.

Для відображення взаємозв'язків між вищезазначеними елементами в межах однієї підсистеми існують два види з'єднань, а саме 0 і 1-сполучення. Елемент 0-сполучення описує перший закон Кірхгофа і представляє вузол, в якому всі зусилля сполучених елементів є рівними між собою. Прикладом такого з'єднання є паралельний зв'язок в електричному колі. За законом збереження енергії алгебраїчна сума потоків сполучених елементів рівна нулю. Елемент 1-сполучення описує другий закон Кірхгофа і володіє властивостями послідовного сполучення в електричному колі, в якому всі потоки сполучених елементів є рівні.

За допомогою встановлених причинно-наслідкових зв'язків метод *Bond Graph* забезпечує можливість комп'ютерного формування системних рівнянь, їх розв'язок, перевірку правильності синтезу моделей та у графічній формі подає наглядний опис складних систем різної фізичної природи.

Висновки. На сьогоднішній день у світовій практиці досить рідко застосовують системний підхід для дослідження та моделювання складних технічних об'єктів різної фізичної природи. Традиційно складові пристрої моделюють окремо різними методами, тому процес дослідження динамічних режимів роботи всього об'єкту стає надто трудомістким. Тому в даній роботі представлено міждисциплінарну методологію моделювання перетворювачів енергії різної фізичної природи та описано основні постулати методу *Bond Graph*.



Література:

1. Mann H. Modeling and Simulation [Text] / Herman Mann. – Computing and Information Centre of the Czech Technical University, 2005. – 149 p.
2. Schwarz P. Physically oriented modeling of heterogeneous systems [Text] / Peter Schwarz // Journal of Mathematics and Computers in Simulation – Special issue on 3rd IMACS Symposium on Mathematical Modelling — 3rd MATHMOD Vienna. – 2000. – Vol. 53. – P. 333–344. – ISSN 0378–4754.
3. Belle H. The structure of reality: A modern technical-scientific vision [Electronic resource] / Hubert Van Belle. – On-line: http://www.vub.ac.be/CLEA/dissemination/groups-archive/vzw_worldviews/publications/vanbelle-real.html
4. Cellier F. Continuous System Modeling [Text] / Francois Cellier; The University of Arizona. – New York: Springer-Verlag, 1991. – 712 p. – ISBN 0–387–97502–0.
5. Otter O. Energy flows modeling of mechatronic systems via object diagrams [Text] / O. Otter, H. Elmqvist // In 2nd International Conference on Mathematical Modelling (MATHMOD), Vienna, Austria. – 1997. – P. 705–710.
6. Sinha R. Modeling and Simulation Methods for Design of Engineering Systems [Text] / R. Sinha, V.C. Liang, C.J.J. Paredis, and P.K. Khosla // Journal of Computing and Information Science in Engineering. – 2001. – Vol. 1. – P. 84–91.
7. Tellegen B. A general network theorem, with applications [Text] / B. D. H. Tellegen // Philips Research Reports, Vol. 7. – 1952. – P. 259–269.
8. Firestone F.A. The Mobility Method of Computing the Vibrations of Linear Mechanical and Accoustical Sysyem [Text] / F.A. Firestone // Mechanical–Electrical Analogies, J. Appl. Physics/ – 1938. – Vol.9. – P.373–378.
9. Hogan N. The Physical Basis of Analogies in Physical System Models[Text] / Neville Hogan, Peter C. Breedveld // Mechatronics an Introduction [Edited by Robert H. Bishop]; University of Texas at Austin. – New York: Taylor & Francis Group, LLC, 2006. – P. 111–121. – ISBN 978–0–8493–6358–0.
10. Paynter H. M. Analysis and Design of Engineering Systems [Text] / H. M. Paynter. – Cambridge: M.I.T. Press, 1961.– 268p.
11. Karnopp D. C. System dynamics: modeling and simulation of mechatronic systems [Text] / Dean Karnopp, Donald Margolis, Ronald Rosenberg. – 3rd ed. – New York, NY [u.a.]:Wiley, 2000. – 507c. – ISBN 978–04713–3301–2.

References:

1. Mann H. Modeling and Simulation [Text] / Herman Mann. – Computing and Information Centre of the Czech Technical University, 2005. – 149 p.
2. Schwarz P. Physically oriented modeling of heterogeneous systems [Text] / Peter Schwarz // Journal of Mathematics and Computers in Simulation – Special issue on 3rd IMACS Symposium on Mathematical Modelling — 3rd MATHMOD Vienna. – 2000. – Vol. 53. – P. 333–344. – ISSN 0378–4754.
3. Belle H. The structure of reality: A modern technical-scientific vision [Electronic resource] / Hubert Van Belle. – On-line: http://www.vub.ac.be/CLEA/dissemination/groups-archive/vzw_worldviews/publications/vanbelle-real.html
4. Cellier F. Continuous System Modeling [Text] / Francois Cellier; The University of Arizona. – New York: Springer-Verlag, 1991. – 712 p. – ISBN 0–387–97502–0.
5. Otter O. Energy flows modeling of mechatronic systems via object diagrams [Text] / O.



- Otter, H. Elmqvist // In 2nd International Conference on Mathematical Modelling (MATHMOD), Vienna, Austria. – 1997. – P. 705–710.
6. Sinha R. Modeling and Simulation Methods for Design of Engineering Systems [Text] / R. Sinha, V.C. Liang, C.J.J. Paredis, and P.K. Khosla // Journal of Computing and Information Science in Engineering. – 2001. – Vol. 1. – P. 84–91.
7. Tellegen B. A general network theorem, with applications [Text] / B. D. H. Tellegen // Philips Research Reports, Vol. 7. – 1952. – P. 259–269.
8. Firestone F.A. The Mobility Method of Computing the Vibrations of Linear Mechanical and Acoustical Systems [Text] / F.A. Firestone // Mechanical–Electrical Analogies, J. Appl. Physics/ – 1938. – Vol.9. – P.373–378.
9. Hogan N. The Physical Basis of Analogies in Physical System Models [Text] / Neville Hogan, Peter C. Breedveld // Mechatronics an Introduction [Edited by Robert H. Bishop]; University of Texas at Austin. – New York: Taylor & Francis Group, LLC, 2006. – P. 111–121. – ISBN 978–0–8493–6358–0.
10. Paynter H. M. Analysis and Design of Engineering Systems [Text] / H. M. Paynter. – Cambridge: M.I.T. Press, 1961. – 268p.
11. Karnopp D. C. System dynamics: modeling and simulation of mechatronic systems [Text] / Dean Karnopp, Donald Margolis, Ronald Rosenberg. – 3rd ed. – New York, NY [u.a.]:Wiley, 2000. – 507c. – ISBN 978–04713–3301–2.

Abstract. This article discusses the methodology of modeling energy converters and describes the basic tenets of the Bond Graph method. The comparison of two different analogies between physical variables of systems of different physical nature is made, and the expediency of applying the energy approach for complex modeling of complex technical objects in order to calculate and optimize their modes of operation is substantiated.

Key words: energy converter, modeling, energy approach, Bond Graph.

Стаття відправлена: 10.10.2019 г.

© Курляк П.О.



Expert-Peer Review Board of the journal

Экспертно-рецензионный Совет журнала

Iliyev Veselin	candidate of technical sciences	assistant professor	Bulgaria
Chigirinskiy Yuliy L'vovich	candidate of technical sciences	assistant professor	Volgograd State Technical University
Shpinkovskiy Aleksandr Anatol'yevich	candidate of technical sciences	assistant professor	Odessa National Polytechnic University
Muzylov Dmitriy Aleksandrovich	candidate of technical sciences	assistant professor	Kharkov National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko
Privalov Yevgeniy Yevgrafovich	candidate of technical sciences	assistant professor	Stavropol State Agrarian University
Kovalenko Tat'yana Antol'yevna	candidate of technical sciences		Povolzhsky State University of Telecommunications and Informatics
Tleuov Askhat Khalilovich	doctor of technical sciences	professor	Kazakh Agrotechnical University
Sysoyeva Vera Aleksandrovna	candidate of architectural sciences	assistant professor	Belarusian National Technical University
Nadopta Tat'yana Anatoliyevna	candidate of technical sciences		Khmelnitsky National University
Kapitanov Vasiliy Pavlovich	doctor of technical sciences	professor	Odessa National Maritime University
Mel'nikov Aleksandr Yur'yevich	candidate of technical sciences	assistant professor	Donbass State Machine-Building Academy
Tolbatov Andrey Vladimirovich	candidate of technical sciences	assistant professor	Sumy National Agrarian University
Vasilishin Vitaliy Yaroslavovich	candidate of technical sciences	assistant professor	Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Tolbatov Sergij Volodimirovich	candidate of technical sciences	assistant professor	Sumy National Agrarian University
Tolbatov Volodimir Aronovich	candidate of technical sciences	assistant professor	Sumy State University



CONTENTS / СОДЕРЖАНИЕ

Industrial safety. Industrial accident prevention

Безопасность деятельности человека

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-001> 5

L'ACTION RECIPROQUE DES CORPS CONTOURNES AVEC LE FLUX

ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ З ПОТОКОМ ПРИ ЇХ ОБТІКАННІ

Shandyba A.B. / Шандыба А.Б.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-011> 13

VETERINARY AND SANITARY ASSESSMENT OF PIG

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА СВИНИНЫ

Tyutyun A. I. /Тютюн А. И., Kosyanchuk N. I. / Косьянчук Н. И.

Layter-Moskalyuk S. V. / Лайтер-Москалюк С. В.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-012> 16

THERMODYNAMIC ASPECTS OF FORMATION OF SPINEL STRUCTURES IN THE SYNTHESIS OF PIGMENTS OF BLUE GAMMA WITH THE USE OF A WASTE CATALYST ACM

ТЕРМОДИНАМІЧНІ АСПЕКТИ УТВОРЕННЯ ШПІНЕЛЬНИХ СТРУКТУР ПРИ СИНТЕЗІ ПІГМЕНТІВ БЛАКИТОЇ ГАМИ С ВИКОРИСТАННЯМ ВІДПРАЦЬОВАНОГО КАТАЛІЗАТОРА АКМ

Ivanyuk E.V. / Иванюк О.В., Suprunchuk V.I. / Супрунчук В.І., Ostuk M.P. / Осъмук М.П.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-035> 21

DISORDER OF THE BLOOD COAGULATION AND FIBRINOLYSIS IN CHILDREN WITH UNDIFFERENTIATED DYSPLASIA OF CONNECTIVE TISSUE

ПОРУШЕННЯ ЗГОРТАННЯ КРОВІ ТА ФІБРИНОЛІЗУ У ДІТЕЙ З НЕДИФЕРЕНЦІЙОВАНОЮ ДИСПЛАЗІЄЮ СПОЛУЧНОЇ ТКАНИНИ

Rochynok T.V. / Починок Т.В., Vasiukova M.M./Васюкова М.М.

Fik L.O. / Фік Л.О., Kudlatska-Tyshko I.S. / Кудлацька-Тишко І.С.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-036> 32

DIFFERENTIAL RECYCLING WATER SUPPLY SYSTEMS

ДИФФЕРЕНЦІЙОВАНА ОЧИСТКА ЦИРКУЛЯЦІОННОЇ ВОДИ В СИСТЕМАХ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕННЯ

Shandyba A.B. / Шандыба А.Б.

Mechanical engineering and machinery

Машиностроение и машиноведение

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-014> 40

JUSTIFICATION OF THE STRUCTURAL PARAMETERS OF THE BANKER OF THE WEIGHT DOSIER OF THE TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF THE COMPOUND FEEDING IN THE ECONOMY

ОБГРУНТУВАННЯ КУНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ БУНКЕРА ВАГОВОГО ДОЗАТОРА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА

Yatsenko Yu. V. / Яценко Ю.В., Piskun V.I./Піскун В.І.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-033>

45

INVESTIGATION OF THE FEATURES OF THE STEPPER ROBOT MOVEMENT

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЯ ШАГОВОГО РОБОТА

Lvovich I.Ya. / Львович И.Я., Lvovich Ya.E. / Львович Я.Е.,

Preobrazhenskiy A.P. / Преображенский А.П., Preobrazhenskiy Yu.P. / Преображенский Ю.П.

Choporov O.N. / Чопоров О.Н.

Engineering instruments, meters, etc. Industrial instrumentation

Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-019>

51

ARITHMETIC OPERATIONS FOR BINARY NUMBERS REPRESENTED AS ARRAYS

БАЗОВІ АРИФМЕТИЧНІ ОПЕРАЦІЇ ДЛЯ ДВІЙКОВИХ ЧИСЕЛ ПРЕДСТАВЛЕНИХ ЯК МАСИВИ

Levchenko A.A. / Левченко А.О.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-022>

61

STATIONARY MEASUREMENT SYSTEM FOR EMISSIVITY COEFFICIENT DETERMINATION BASED ON THERMAL METHODS

СТАЦІОНАРНІ ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СТУПЕНЮ ЧОРНОТИ ТЕПЛОВИМИ МЕТОДАМИ

Vorobiov L.Y. / Воробйов Л.Й., Dekusha O.L. / Декуша О.Л.

Dekusha L.V. / Декуша Л.В., Kovtun S.I. / Ковтун С.І.

Building construction

Строительство и архитектура

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-034>

74

DETERMINATION OF THE GENERAL TYPES OF DESTRUCTION OF OVERPASS WHARF IN SEISMIC ACTION

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИДІВ РУЙНУВАНЬ ПРИЧАЛЬНИХ СПОРУД ЕСТАКАДНОГО ТИПУ ПРИ СЕЙСМІЧНІЙ ДІЇ

Bezushko D.I. / Безушко Д.І., Illichov V. / Іллічов В.Г.

Textile industries

Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-010>

80

INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF GETTING THE FLAX TRUST IN THE ARTIFICIAL ENVIRONMENT

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОДЕРЖАННЯ ЛЛЯНОЇ ТРЕСТИ У ШТУЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Kobyakov S.M. / Коб'яков С.М., Lisikh A.Y. / Лисих А.Ю.



Animal products., Cereals and grain. Milling industry

Технология продовольственных продуктов

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-018>

86

DETERMINATION OF THE EFFECT OF FLOUR PRODUCED FROM AMARANTIC SEED AND GUM ARABIC «FIBREGUM» ON THE DOUGH STRUCTURING PROCESS IN THE DEVELOPMENT OF HIGH BIOLOGICAL VALUE CRACKERS TECHNOLOGY

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ БОРОШНА З НАСІННЯ АМАРАНТУ ТА ГУМІАРАБІКУ «FIBREGUM» НА ПРОЦЕС СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ТІСТА ПРИ РОЗРОБЦІ ТЕХНОЛОГІЇ КРЕКЕРІВ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ

Dzyhar O.O. / Дзигар О.О., Obolkina V.I. / Оболкіна В.І.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-026>

92

PROFITABILITY OF BEEF PRODUCTION OF BULLS DIFFERENT GROWTH RATES OF LIVE WEIGHT FROM BIRTH TO SLAUGHTER

РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЯЛОВИЧИНИ ВІД БУГАЙЦІВ ЗА РІЗНОЇ ШВИДКОСТІ РОСТУ ВІД НАРОДЖЕННЯ ДО ЗАБОЮ

Kruk O.P. / Крук О.Р., Ugnivenko A.M. / Угнівенко А.М., Kos H.B. / Кос Н.В.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-031>

96

COMPARISON OF NATIONAL AND INTERNATIONAL APPLICABLE REQUIREMENTS AND QUALITY AND SAFETY ASSESSMENT OF LATE APPLE VARIETIES

Voitsekhivskii V., Berezhnyak E., Andruschenko A., Vaskivska S., Orlovskiy N.

Transportation engineering, Motor vehicles. Cycles, Highway engineering. Roads and pavements, Railroad engineering and operation

Транспорт

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-009>

100

RESEARCH OF FRUIT AND BERRY DELIVERY CONDITIONS FROM UKRAINE FOR EXPORT

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПОСТАВКИ ФРУКТІВ ТА ЯГІД З УКРАЇНИ НА ЕКСПОРТ

Nikolaïenko I.V. / Ніколаєнко І.В., Romanenko E.A. / Романенко О.А.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-017>

104

TO THE QUESTION OF THE FUNCTIONAL UNITY OF THE VEHICULAR AND CARGO HANDLING PROCESSES, AND ALSO THE MODERN ROLE OF THE PORTS

ДО ПИТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЄДНОСТІ ПЕРЕВІЗНОГО І ВАНТАЖОПЕРЕВАЛЮВАЛЬНОГО ПРОЦЕСІВ, А ТАКОЖ СУЧАСНОЇ РОЛІ ПОРТІВ

Kyrylova O.V. / Кириллова О.В., Korol V.Y. / Король В.Ю.

**Electrical engineering. Electronics. Nuclear engineering****Энергетика**<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-027>

112

DEVELOPMENT OF ENERGY EFFICIENCY MONITORING DEVICE FOR CENTRIFUGAL PUMPS*РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ**Glad I.V. / Гладь І.В., Batsala Y.V. / Бацала Я.В., Kiianiuk O. I. / Кіянюк О.І.
Kurliak P. O. / Курляк П.О.*<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-028>

118

THE MAIN PROBLEMS OF DEVELOPING POWERFUL LED SYSTEMS FOR OUTDOOR USE*ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ПОТУЖНИХ СВІТЛОДІОДНИХ СИСТЕМ ДЛЯ
ЗОВНІШНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ**Nazarenko A.O. / Назаренко А.О., Nazarenko O.O. / Назаренко О.О.
Burova Z.A. / Бурова З.А.*<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit09-01-032>

123

MODELING OF ENERGY CONVERTERS OF DIFFERENT PHYSICAL NATURE*МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ РІЗНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПРИРОДИ**Kurliak P. O. / Курляк П.О., Kostyshyn V.S. / Костишин В.С., Batsala Y.V. / Бацала Я.В.*



International periodic scientific journal

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
high impact factor (ICV: 84.35)

Issue №9

Part 1

October 2019

*Scientific achievements of the authors were also presented at the International Conference
"Technique and technology of the future '2019"
(October 10-11, 2019)*

*The decision of the international scientific conference:
works, that received positive feedback, have been recommended for publication in the journal
«Modern engineering and innovative technologies»*

Development of the original layout - Sergeieva&Co

Signed: 29.10.2019

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



*The publisher is not responsible for the reliability of the
information and scientific results presented in the articles*

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





www.moderntechno.de

e-mail: editor@moderntechno.de