



International periodic scientific journal

—*ONLINE*

www.modscires.pro

Indexed in
INDEXCOPERNICUS

MODERN Scientific Researches

Issue №3

Vol.1

March 2018



With the support of:

Institute of Sea Economy and Entrepreneurship

Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)

Ukrainian National Academy of Railway Transport

State Research and Development Institute of the Merchant Marine of Ukraine (UkrNIIMF)

Lugansk State Medical University

Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education

Alecu Russo State University of Bălți

Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences

Odessa Research Institute of Communications

Published by:

Yolnat PE, Minsk, Belarus

UDC 08
LBC 94

Editor: candidate of technical sciences Kuprienko Sergey

Editorial board: More than 140 doctors of science. Full list on pages 3-4

The International Scientific Periodical Journal "*Modern Scientific Researches*" 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.

UDC 08
LBC 94

Published by:

Yolnat PE,

Minsk, Belarus

e-mail: editor@modscires.pro

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

**Editorial board:**

Bukharin Irina, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian

Grebneva Nadezhda, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian

Gritsenko Svetlana, Doctor of Biological Sciences, Associate professor, Russian

Kalenik Tatiana, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia

Knyazeva Olga, Doctor of Biological Sciences, Associate professor, Russian

Kuhar Elena, Doctor of Biological Sciences, Kazakhstan

Moiseykina Lyudmila, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia

Nefed'eva Elena, Doctor of Biological Sciences, Associate professor, Russian

Sentyabrev Nikolai, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician, Russian

Testov Boris, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian

Tungushbaeva Zina, Doctor of Biological Sciences, Kazakhstan

Fateeva Nadezhda, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russian

Vozhegova Raisa, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine

Denisov Sergey, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russia

Zhovtonog Olga, Doctor of Agricultural Sciences, Ukraine

Kostenko Vasily, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine

Kotliarov Vladimir, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russian

Morozov Aleksey, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine

Patyka Nikolay, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine

Rebezov Maxim, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russian

Tarariko Yuri, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine

Jiri Hlahula, Doctor of Geological-mineralogical Sciences, Professor, Czech Republic

Fedorishin Dmytro, Doctor of Geological-mineralogical Sciences, Professor, Ukraine

Animitsa Eugene, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Academician, Russian

Sukhova Maria, Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor, Russia

Kokebaeva Gulzhauhar, Doctor of Historical Sciences, Professor, Kazakhstan

Otepova Gulmira, Doctor of Historical Sciences, Professor, Kazakhstan

Trigub Peter, Doctor of Historical Sciences, Professor, Ukraine

Volgireva Galina, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor, Russia

Antraptseva Nadezhda, Doctor of Chemistry, Professor, Academician, Soros Associate Professor, Ukraine

Bazheva Rima, Doctor of Chemistry, Professor, Russian

Grizodub Alexander, Doctor of Chemistry, Professor, Ukraine

Ermagambetov Bolat, Doctor of Chemistry, Professor, Kazakhstan

Tarasenko Larisa, Doctor of Social Sciences, Professor, Russian

Averchenkov Vladimir, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Antonov Valery, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Bykov Yuri, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Goncharuk Sergey, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Russian

Zakharov Oleg, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia

Capitanov Vasily, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine

Kalaida Vladimir, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Russian

Kovalenko Petr, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Kopey Bogdan, Doctor of Technical Sciences, Ukraine

Kosenko Nadezhda, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Russia

Kruglov Valeriy, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Russian

Kuderin Marat, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakhstan

Lomotko Denis, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Lebedev Anatoly, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Makarova Irina, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Morozova Tatiana, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Rokochinsky Anatoly, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukraine

Romashchenko Mikhail, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Anatoliy Pavlenko, Doctor of Technical Sciences, professor, Ukraine

Pachurin Herman, Doctor of Technical Sciences, professor, academician, Russian

Pershin Vladimir, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Piganov Mikhail, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Polyakov Andrey, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Popov Viktor, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Sementsov Georgiy, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Sukhenko Youri, Doctor of Technical Sciences, professor, Ukraine

Sergey Ustenko, Doctor of Technical Sciences, associate professor, Ukraine

Habibullin Rifat, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian

Chervonyi Ivan, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Shayko-Shaikovsky Alexander, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Shcherban Igor, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Russia



Maxine Victor, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Ukraine

Vizir Vadim, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukraine

Fedyanina Lyudmila, Doctor of Medical Sciences, Professor, Russian

Akhmadiev Gabdulhat, Doctor of Veterinary Science, Professor, Academician, Russian

Shevchenko Larisa, Doctor of Veterinary Science, Professor, Ukraine

Voloh Dmitry, Doctor of Pharmacy, Professor, Ukraine

Georgievsky Victor, Doctor of Pharmacy, Professor, Academician, Ukraine

Gudzenko Alexander, Doctor of Pharmacy, Professor, Ukraine

Tikhonov Alexander, Doctor of Pharmacy, Professor, Ukraine

Shapovalov Valery, Doctor of Pharmacy, Professor, Ukraine

Shapovalova Victoria, Doctor of Pharmacy, Professor, Ukraine

Shapovalov Valentin, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Ukraine

Ryschenko Oksana, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Ukraine

Orlov Nikolai, Doctor of Public Administration, Associate Professor, Ukraine

Velichko Stepan, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Ukraine

Gavrilenko Natalia, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Gilev Gennady, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Dorofeev Andrey, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Karpova Natalia, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Nikolaeva Alla, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Sidorovich Marina, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Ukraine

Smirnov Evgeny, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Fatihova Alevtina, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician, Russian

Fedotova Galina, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician, Russian

Hodakova Nina, Doctor of Pedagogical Sciences, Russia

Chigirinskaya Natalia, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russia

Churekova Tatyana, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian

Demidova V., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Ukraine

Mogilevskaya I, Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Ukraine

Lebedeva Larisa, Candidate of Psychology, Associate Professor, Russian

Hrebina Svetlana, Doctor of Psychology, Professor, Russian

Maltseva Anna, Doctor of Social Sciences, Associate Professor, Russia

Stegny Vasiliy, Doctor of Social Sciences, Professor, Russian

Kirillova Elena, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Ukraine

Blatov Igor, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Russian

Kondrashov Dmitry, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Russia

Malakhov A., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Ukraine

Lyalkina G., Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Academician, Russian

Vorozhbitova Alexandra, Doctor of Philology, Professor, Russian

Lytkina Larisa, Doctor of Philology Associate Professor, Russia

Popova Taisia, Doctor of Philology, Professor, Russian

Kovalenko Elena, Doctor of Philosophy, Professor, Russian

Svetlov Viktor, Doctor of Philosophy, Professor, Russian

Maydanyuk I., Doctor of Philosophy, Associate Professor, Ukraine

Lipich T., Doctor of Philosophy Associate Professor, Russia

Stovpets A., Candidate of Philosophy, Associate Professor, Ukraine

Stovpets V., Candidate of Philology, Associate Professor, Ukraine

Bezdenzhnykh Tatyana, Doctor of Economics, Professor, Russia

Granovskaya Ludmila, Doctor of Economic Sciences, Professor, Ukraine

Dorokhina Elena, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Russian

Klimova Natalia, Doctor of Economics, Professor, Russia

Cochinev Yuriy, Doctor of Economics, Professor, Russia

Kurmaev Petr, Doctor of Economic Sciences, Professor, Ukraine

Lapkina Inna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Academician, Ukraine

Pakhomov Elena, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Russian

Reznikov Andrey, Doctor of Economics, Professor, Russia

Savelyeva Nelly, Doctor of Economic Sciences, Professor, Russia

Sokolova Nadezhda, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Russian

Streltsova Helena, Doctor of Economics, Professor, Russia

Rilov Sergey, Candidate of Economic Sciences, Professor, Ukraine

Batyrgareeva Vladislav, Doctor of Law, Ukraine

Getman Anatoly, Doctor of Law, Professor, Academician, Ukraine

Kafarski Vladimir, Doctor of Law, Professor, Ukraine

Kirichenko Alexander, Doctor of Law, Professor, Ukraine

Stepenko Valeriy, Doctor of Law, Associate Professor, Russia

Tonkov Evgeny, Doctor of Law, Professor, Doctor of Education, Russia

Shepitko Valery, Doctor of Law, Professor, Academician, Ukraine

Shishka Roman, Doctor of Law, Professor, Ukraine

Yarovenko Vasily, Doctor of Law, Professor, Russian

Latygina Natalia, doctor of political sciences, Professor, Ukraine

Syrota Naum, Doctor of Political Sciences, Professor, Russian



Information for Authors

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.



CONTENTS / СОДЕРЖАНИЕ

TECHNICAL SCIENCE / ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Machinery and Mechanical engineering Машиноведение и машиностроение

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-023> 9

CURRENT STABILITY OF CAST IRON IN THE CONDITIONS OF PRODUCTION
OF TOMATO PRODUCTS

КОРОЗИЙНА СТІЙКІСТЬ ЧУГУНУ В УМОВАХ ВИРОБНИЦТВА ТОМАТ-ПРОДУКТІВ

Hulai O.I. / Гулай О.І., Shemet V.Ya. / Шемет В.Я.

Electrical engineering, radio engineering, telecommunications, and electronics Електротехніка, радіотехніка, телекомунікації, і електроніка

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-045> 16

ESTIMATION OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF LED LAMPS AND THEIR
EFFECTIVENESS OF USE IN PRACTICE

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП И ИХ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРАКТИКЕ

Safronov M.P. / Сафронов М.П., Izhevski A.S. / Ижевский А.С.

Informatics, Computer Science and Automation Информатика, вычислительная техника и автоматизация

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-015> 20

REALIZATION IN SOFTWARE WORKBENCH NI LabVIEW OF AUTOMATED SYSTEM
FOR STATISTICAL PROCESSING OF BIOMEDICAL INFORMATION

РЕАЛИЗАЦИЯ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ NI LabVIEW АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
СИСТЕМЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Solomin A.V. / Соломин А.В., Matvienko L.V. / Матвиенко Л.В., Repalo A.B. / Репало А.Б.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-018> 25

ESTIMATES OF STATISTICAL CHARACTERISTICS OF THE AUTOMATIC ROLLER ON THE
DELETE UNDER THE RESULTS OF NATURAL EXPERIMENTS

ОЦІНКИ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСЬОВОГО ЗУСИЛЛЯ НА ДОЛОТО ЗА
РЕЗУЛЬТАТАМИ НАТУРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Kropivnytska V.B. / Кривницька В.Б., / Kropyvnytska V.B.

Mining and geodesy Разработка полезных ископаемых и геодезия

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-011> 35

QUESTIONS OF THE ANALYSIS OF THE APPLICABLE SCHEMES OF CONVEYING THE MOVING
SITES ON UKRAINIAN MINES AND EFFECTIVENESS OF DEGASATION

ВОПРОСЫ АНАЛИЗА ПРИМЕНЯЕМЫХ СХЕМ ПРОВЕТРИВАНИЯ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ НА
ШАХТАХ УКРАИНЫ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕГАЗАЦИИ

Mineev S.P. / Минеев С.П., Kocherga V.N. / Кочерга В.Н.

Narivskiy R.N. / Наривский Р.Н., Yanzhula A.S. / Янжула А.С.

Machinery in agricultural production Техника в сельскохозяйственном производстве

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-017> 44

METHOD FOR DETECTING DEFECTS IN PARTS OF AGRICULTURAL MACHINERY
СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В ЗАПЧАСТЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ТЕХНИКИ

Karabinesh S.S. / Карабиньш С.С., Kulik V.A. / Кулик В.О.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-028> 49

DETERMINATION OF HYDROSTATIC PRESSURE

ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОСТАТИЧНОГО ТИСКУ

Vasilenkov V.E. / Василенков В.Є.



Project and Program Management
Управление проектами и программами

- <https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-029> 53
 COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STANDARD GOST R ISO 9001-2015 AND API Q1 9TH EDITION
 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАНДАРТА ГОСТ Р ИСО 9001-2015 И API Q1 9-Й РЕДАКЦИИ
 Zhitnikov A.S. / Житников А.С.

PHYSICS AND MATHEMATICS / ФИЗИКА И МАТЕМАТИКА

Physics, mechanics and astronomy
Физика, механика и астрономия

- <https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-036> 59
 THERMODYNAMICS OF THE SUPERIONIC PHASE TRANSITION IN A NON-STOICHIOMETRIC CRYSTAL
 ТЕРМОДИНАМИКА СУПЕРИОННОГО ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКОМ КРИСТАЛЛЕ
 Reshetnyak Y.B. / Решетняк Ю.Б.
- <https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-038> 64
 AGGREGATE TRANSFORMATIONS AND PHASE TRANSITIONS OF THE 2nd GENUS
 АГРЕГАТНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ И ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ 2-ГО РОДА
 Serkov A.T. / Серков А.Т., Serkov A.A. / Серков А.А.

Mathematics
Математика

- <https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-049> 74
 THE PROBABILITY OF BANKRUPTCY IN THE CASE OF "HEAVY TAILS" AND THE ADMISSIBLE INCURANCE RATE.
 ЙМОВІРНІСТЬ БАНКРУТСТВА У ВИПАДКУ «ВАЖКИХ ХВОСТІВ» І ОПТИМАЛЬНА СТРАХОВА СТВАВКА
 Chornyy R.O. / Чорний Р.О., Bilynskyi A.Ya. / Білинський А.Я., Kinash O.M. / Кінаш О.М.

ARTS, ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION /
ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ, АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Fine, decorative and applied art
Изобразительное, декоративное и прикладное искусство

- <https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-030> 82
 FONT AS MAKING ELEMENT OF PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF STUDENTS OF ARCHITECTURAL SPECIALITIES
 ШРИФТ ЯК СКЛАДОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ СТУДЕНТІВ АРХІТЕКТУРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
 Sydorova N.V. / Сидорова Н.В.

Design
Дизайн

- <https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-007> 86
 ANTYKAFE DEVELOPMENT TRENDS IN UKRAINE
 ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АНТИКАФЕ В УКРАИНЕ
 Петровская Ю.Р. / Petrovska Yu.R., Кузьмич В.І. / Kuzmich V.I.

GEOLOGY / ГЕОЛОГИЯ

Geochemistry and geophysics
Геохимия и геофизика

- <https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-020> 91
 SUBSTANTIATION RESERVOIR ROCK PROPERTIES OF SERPUHIV SEDIMENTS AT OSTROVERHIVSKE FIELD
 ОБГРУНТУВАННЯ КОЛЕКТОРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРІД СЕРПУХІВСЬКИХ ВІДКЛАДІВ ОСТРОВЕРХІВСЬКОГО РОДОВИЩА
 Fedoriv V.V. / Федорів В.В.

**AGRICULTURE / СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО****Agronomy, animal husbandry and forestry****Агрономия, зоотехния и лесное хозяйство**

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-003> 97

JUSTIFICATION OF IMPORTANCE OF SELECTION TRAITS IN BEEF CATTLE

ОБґРУНТУВАННЯ ВАЖЛИВОСТІ ОЗНАК СЕЛЕКЦІЇ М'ЯСНОЇ ХУДОБИ

Ugnivenko A.N. / Угнівенко А. М.

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-041> 101

TOMATOES PERFORMANCE DEPENDING ON PATTERNS OF CLUSTERS FORMATION

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОМІДОРА ЗАЛЕЖНО ВІД СХЕМИ ФОРМУВАННЯ КИТИЦЬ

Гаврись І.Л. / Havris` I.L., Лопата В.В. / Lopata V.V.

Water management and land reclamation /**Водное хозяйство и мелиорация земель**

<https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/be3-118-009> 105

AQUAPONICA - A PERSPECTIVE DIRECTION OF AQUACULTURE АКВАПОНІКА –

ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ

Koryagina N.Yu. / Корягина Н.Ю., Лвов Yu.B. / Львов Ю.Б.



УДК 663/664:621.891

**CURRENT STABILITY OF CAST IRON IN THE CONDITIONS OF
PRODUCTION OF TOMATO PRODUCTS****КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ ЧУГУНУ В УМОВАХ ВИРОБНИЦТВА ТОМАТ-
ПРОДУКТІВ****Hulai O.I. / Гулай О.І.***d.p.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-1120-6165

Shemet V.Ya. / Шемет В.Я.*s.c.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-8952-5097

*Luts'k National Technical University, Luts'k, Lvivska Str., 75, 43018**Луцький національний технічний університет, Луцьк, вул. Львівська, 75, 43018*

Анотація. У роботі проведено аналіз впливу корозійних факторів на експлуатаційні властивості елементів вакуумних насосів, що використовуються у технологічному процесі виробництва томат-продуктів на підприємстві «Торчин-продукт». Досліджено корозійну стійкість чавуну, з якого виготовлено робочі елементи обладнання, у модельних хімічно активних середовищах. Встановлено, що в експлуатаційних умовах матеріал корпусу насосів нестійкий (бал стійкості 9-10). Зразки чавуну є достатньо стійкими лише у лужному та нейтральному середовищі. Зменшення корозійного руйнування можна досягнути шляхом оптимізації технологічного процесу та вдосконалення конструкції установки.

Ключові слова: чавун, обладнання харчової промисловості, хімічна стійкість, корозія.

Вступ. Харчова промисловість об'єктивно вважається базовою ланкою господарського комплексу Волинської області. Від розширеного відтворення її ресурсно-виробничого потенціалу залежить величина валового регіонального продукту, надходження до місцевих бюджетів та збільшення кількості робочих місць [1]. Проблема надійності роботи обладнання харчової промисловості важлива ще і тому, що виведення його з ладу спричиняє не лише зниження продуктивності технологічного процесу на підприємствах, але часто призводить до його повної зупинки та значних втрат внаслідок псування продуктів і вихідної сировини. Тому дослідження процесів корозійного зношування у технологічних середовищах харчових виробництв має виключно актуальне значення.

Сучасні технологічні процеси харчової промисловості вирізняються використанням підвищених температур і тисків, значними швидкостями потоків продукції, зміною кислотності середовищ у широкому діапазоні. Відповідно зростає корозійно-ерозійний вплив агресивних середовищ і механічних навантажень на конструкційні матеріали і покриття, що призводить до передчасного виходу з ладу машин і обладнання. У харчових виробництвах використовуються кислі, нейтральні і лужні середовища [2]. Значною агресивністю володіють середовища оборотного водопостачання виробничих підприємств. У охолоджувальних водах накопичуються солі, органічні речовини, живі мікроорганізми, і циркуляційні води стають корозійно-



агресивним електролітом [3]. У системах водовідведення і водопостачання осаджуються важкорозчинні сполуки, відбувається обростання стінок, що призводить не тільки до інтенсифікації корозійних процесів, але і погіршується теплопередача, підвищується опір середовищу, що рухається, у зв'язку зі зменшенням вільного перетину труб. У більшості випадків довговічність обладнання харчових виробництв пов'язана з проблемою спрацювання окремих деталей та вузлів [4]. Тому предметом дослідження обрано корозійну стійкість елементів вакуумних насосів в умовах виготовлення томат – продуктів на підприємстві «Торчин-продукт».

Методика досліджень. Спектральний аналіз хімічного складу зразків проводили на установці – багатофункціональному фотоелектричному спектрофотометрі МФС-7, який працює по методу обертового електрода. Дослідження структури чавуна проводили на металографічному мікроскопі ММП – 14Ц. Для аналізу корозійної агресивності технічних рідин було визначено такі фізико-хімічні властивості, як густину (за допомогою ареометра), кислотність середовища (використовуючи рН–метр рН–301) та тимчасову жорсткість (титруванням стандартним розчином хлоридної кислоти).

Об'ємний (волюмометричний) метод дослідження швидкості корозії металів ґрунтується на тому, що при переході металу в продукти корозії виділяється еквівалентна кількість водню (процес з водневою деполяризацією) або поглинається кисень, розчинений в електроліті (процес кисневої деполяризації). За обсягом виділеного водню (або поглиненого кисню), вимірюваного за допомогою встановленого над зразком евідометра, можна обчислити втрати маси металу. Гравіметричний метод полягає у вимірюванні різниці маси контрольних металевих зразків до і після експозиції в корозійному середовищі [5].

Результати дослідження. Для дослідження отримано елементи з двох вакуумних насосів, що вийшли з ладу. Для встановлення впливу корозійноактивного середовища на процес корозійного руйнування проаналізовано технічну воду, що подавалася у насос, конденсат, що утворювався у результаті роботи установки виготовлення томат-продуктів. Оскільки томат-продукт безпосередньо не контактував із насосом, його аналіз не проводили. За результатами дослідження (табл. 1) встановлено основний фактор, що зумовлює посилену корозію елементів вакуумних насосів, – високу кислотність конденсату (рН становить 3,227, а за ДСТУ 2368 – 2004 має становити 6,899).

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості технічних рідин

Назва	Густина, г/мл	рН	Тимчасова жорсткість, ммоль/л
Вода	1,000	6,478	6,72
Конденсат	1,000	3,277	2,08

Результати аналізу хімічного складу зразків наведено у табл. 2. Склад металу зразків не відповідає ГОСТовим значенням (насоси виробництва Республіки Польща), однак за вмістом Карбону, Силіцію та Мангану та



структурою близький до сірого чавуну марки СЧ-15. Таким чином, встановлено, що матеріал корпусу насосів – сірий чавун, вид чавуну (сплав заліза з вуглецем), що не містить ледебуриту, в ньому весь вуглець (або частина його) знаходиться в вигляді графіту.

Таблиця 2

Хімічний склад зразків

Зразок	C	Si	Mn	Cr
1	3,5	1,76	0,57	0,097
2	3,2	2,07	0,55	0,13
СЧ-15	3,5...3,7	2,0...2,4	0,5...0,8	-
СЧ-20	3,3...3,5	1,4...2,4	0,7...1,0	-

Виявлено значне корозійне пошкодження робочих частин насосів (рис. 1). Продуктами корозії покрито близько 90 % поверхні, корозійні каверни досягають глибини 12 мм, місцями є наскрізними. Мікроструктура зрізу наведена на рис. 2.



Рис. 1. Корозійні пошкодження робочого елемента вакуумного насоса

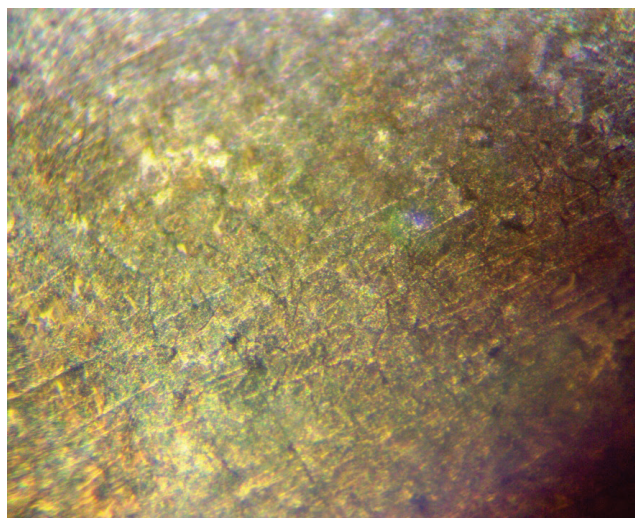


Рис. 2. Мікроструктура поверхні зразка чавуну

Оцінка корозійної стійкості зразків чавуну у розчинах кислот проводилась



волюметричним методом. Протягом певного часу проводилась реєстрація виділення водню, що утворився внаслідок катодного процесу з водневою деполаризацією. Розраховано об'ємний K_{H_2} , масовий K_m та глибинний K_p показники корозії. Результати обчислень та визначені на їх підставі бали корозійної стійкості наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Корозійна стійкість зразків чавуну у розчинах кислот

Розчин	$K_{H_2}, \text{см}^3 / (\text{см}^2 \cdot \text{год.})$	$K_m, \text{г} / (\text{м}^2 \cdot \text{год.})$	$K_p, \text{мм} / \text{рік}$	Бал	Група стійкості
HCl	5,5	13,713	138,158	9	Нестійкі
CH ₃ COOH	0,353	0,881	9,053	10	Мало-стійкі

За допомогою гравіметричного методу було визначено корозійну стійкість матеріалів не тільки у кислих робочих середовищах, але й у нейтральному та лужному. Протягом 180 год. зразки витримували в 5 видах розчинів при сталих зовнішніх факторах: температура +15...+17 °С, тиск в приміщенні – 750...754 мм/рт.ст. Криві зміни маси наведено на рис. 3. Максимальну зміну маси зразків спостерігали у розчинах кислот і натрій хлориду. Матеріал насоса є нестійким у середовищі хлоридної кислоти, малостійким у середовищах оцтової кислоти та натрій хлориду. Достатньо стійкий матеріал у нейтральному та лужному середовищах. Однак зміна маси зразків пов'язана не лише із переходом йонів заліза у розчин, але й із утворенням на поверхні нерозчинних у воді продуктів корозії. Тому ваговий метод має певні обмеження у оцінюванні корозійної стійкості.

Основні фактори що впливають на корозію, – це пори та ушкодження оксидної плівки, що вкриває поверхню металу. Катодом корозійного мікрогальванічного елемента є оксидна плівка, а оголена поверхня металу – анодом, тобто внаслідок корозії руйнується метал [6]. На основі металографічних досліджень встановлено, що чавун робочих елементів насосів містить включення графіту. Неметалічні включення під час корозії є катодами, а чавун виступає у ролі анода.

Якщо на поверхні металу знаходяться сторонні частинки, наприклад, такі, як крапельки вологи, бульбашки будь-якого газу, частинки бруду, то під ними швидко вичерпується кисень повітря. Ці ділянки поверхні металу є анодами корозійних елементів, а більш забезпечені киснем ділянки є катодами. Оскільки площа поверхні анода набагато менша за площу поверхні катода, густина корозійного струму на анодних ділянках значно збільшується. Через те, що розчинення металу зосереджується на маленькій площі поверхні металу, осередки корозії мають вигляд булавочних уколів (пітингова корозія).

Таким чином, у процесі експлуатації робочих елементів вакуумних насосів, що використовують для виробництва томат-продуктів на підприємстві «Торчин-продукт», має місце кожен із наведених механізмів корозійного пошкодження. Це зумовлює катастрофічне руйнування металу і передчасний вихід з ладу обладнання.

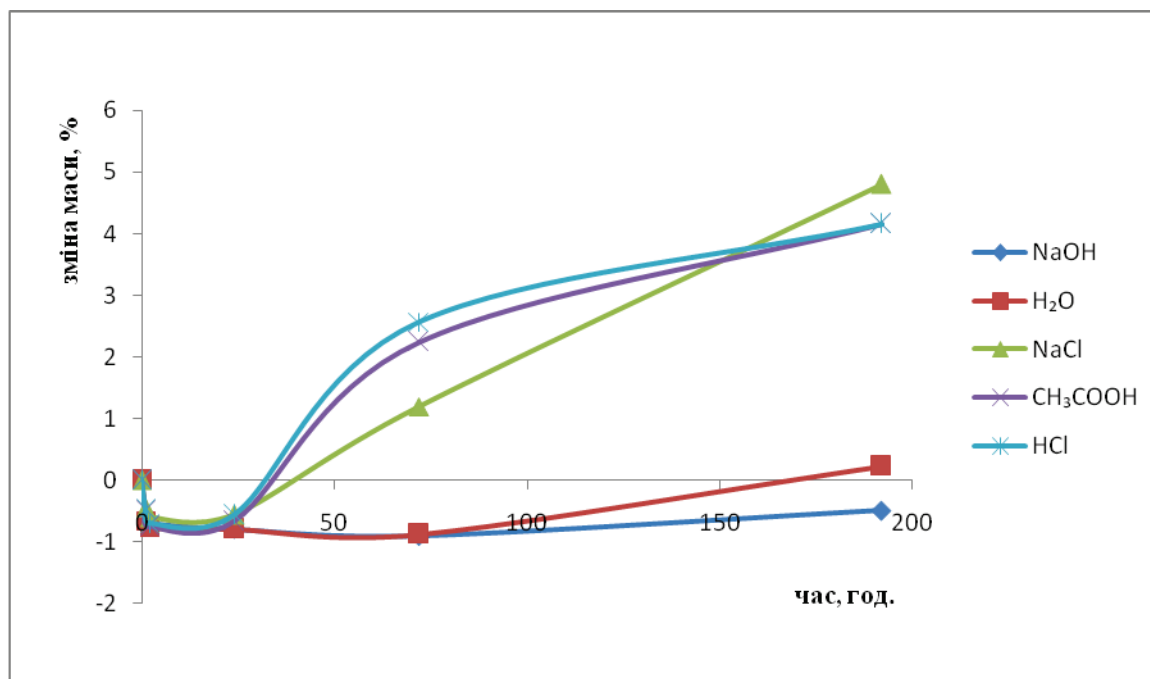


Рис. 3. Масовий показник швидкості корозії

Висновки. Сучасні технологічні процеси харчової промисловості вирізняються використанням підвищених температур і тисків, значними швидкостями потоків продукції, зміною кислотності середовищ у широкому діапазоні. Ці фактори зумовлюють підвищені вимоги до корозійної стійкості обладнання. У результаті досліджень матеріалу елементів вакуумних насосів та умов виготовлення томат-продуктів на підприємстві «Торчин-продукт» встановлено, що основним зовнішнім фактором, що спричиняє корозію, є висока кислотність конденсату, який утворюється у процесі виробництва.

Склад металу зразків не відповідає ГОСТовим значенням (насоси виробництва Республіки Польща), однак за вмістом Карбону, Силіцію та Мангану та структурою близький до сірого чавуну марки СЧ-15. Виявлено значне корозійне пошкодження робочих частин насосів (продуктами корозії покрито близько 90 % поверхні, корозійні каверни досягають глибини 12 мм, місцями є наскрізними).

Досліджено корозійну стійкість чавуну, з якого виготовлено робочі елементи обладнання, у модельних хімічно активних середовищах. Проведено порівняльний аналіз корозійної стійкості, визначеної різними методами (гравіметричним, волюметричним та фотоелектроколориметричним). Найбільш точні результати дає волюметричний метод, однак він обмежений лише кислими середовищами. Встановлено, що максимальну швидкість корозії зразків спостерігали у 3 % розчині хлоридної кислоти –13,71 (за об'ємом водню, визначеним волюметрично). У таких умовах матеріал корпусу насосів нестійкий (бал стійкості 10). У 3 % розчині оцтової кислоти, що моделює розчин конденсату, матеріал корпусу насосів малостійкий (бал стійкості 9). Зразки чавуну є достатньо стійкими лише у лужному та нейтральному середовищі.

На основі аналізу літературних джерел та результатів експериментальних



досліджень встановлено незадовільну стійкість матеріалу робочих елементів вакуумних насосів в умовах виготовлення томат-продуктів на підприємстві «Торчин-продукт». Зменшення корозійного руйнування можна досягнути шляхом оптимізації технологічного процесу (зниження тиску, видалення кисню) та вдосконалення конструкції установки, використавши фільтр для поглинання кислотних випарів з конденсату.

Література:

1. Гордійчук А. Перспективи розвитку харчової промисловості прикордонного регіону / А. Гордійчук // Прикладна економіка. – 2013. – №9. – С. 63-65. 10.
2. Тищенко Г.П. Корозія і захист від корозії в харчовій промисловості / Тищенко Г.П., Бурмістр М.В. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. – 461 с.
3. Сухенко Ю.Г. Захист обладнання харчових підприємств від корозії / Ю. Г. Сухенко, В. Ю. Сухенко, М. М. Муштрук // Scientific researches and their practical application. Modern state and ways of development '2015. – Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://www.sworld.education/conference/year-conference-sw/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/oct-2015>.
4. Показники надійності обладнання харчових виробництв від зносу – та корозійної стійкості базових деталей / Ю.Г. Сухенко, В. Ю. Сухенко, В. П. Василів та ін. // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2013. – Вип. 44. – Том. 2. – С.362-365.
5. Хімічні основи корозії конструкційних матеріалів / С. І. Козак, М. Г. Котур, М. В. Никипанчук, В. В. Григораш. – Львів: Ліга праці, 2001. – 240 с.
6. Домбровська М. Корозійне руйнування обладнання харчової промисловості / М. Домбровська, М.Д. Мельничук, О.І. Гулай// IV Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та студентів: “Фізика і хімія твердого тіла. Стан, досягнення і перспективи”. Луцький національний технічний університет, Луцьк, 28 – 29 жовтня, 2016. – с. 222-223.

Abstract. The work is carried out the analysis of the effect of corrosive factors on the operating properties of the elements of vacuum pumps that is used in the technological process of production of tomato products on an enterprise "Torchyn-product". Corrosive firmness of cast iron from that the working elements of equipment are made is investigational, in model chemically active environments. It is set that in operating terms material of corps of pumps is unsteady (point of firmness 9-10). Samples of cast iron are sufficiently stable only in an alkaline and neutral environment. Reducing corrosion damage can be achieved by optimizing the technological process and improving the design of the installation.

Key words: cast iron, equipment of food industry, chemical firmness, corrosion.

References:

1. Gordiychuk A. (2013). Perspektyvy rozvytku kharchovoi promyslovosti prykordonnoho rehionu [Prospects for the development of the food industry of the border region] in Prykladna ekonomika [Applied economics], №9, P. 63-65
2. Tischenko G.P., Burmistr M.V. (2002). Koroziia i zakhyst vid korozii v kharchovii



promyslovosti [Corrosion and corrosion protection in the food industry] in Dnipropetrovsk: UDKhTU [Dnipropetrovsk: UDKhTU], 461 p.

3. Sukhenko Yu. G., Sukhenko V. Yu., Mushtruk M. M. (2015) Zakhyst obladnannia kharchovykh pidpriemstv vid korozii [Corrosion protection of equipment of food enterprises] in Elektronnyi resurs [Scientific researches and their practical application. Modern state and ways of development '2015], <http://www.sworld.education/conference/year-conference-sw/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/oct-2015>

4. Sukhenko Yu. G., Sukhenko V. Yu., Vasiliev V. P. (2013) Pokaznyky nadiinosti obladnannia kharchovykh vyrobnytstv vid znoso- ta koroziiinoi stiikosti bazovykh detalei [Reliability of equipment of food productions indexes from wear resistance and corrosive firmness of base details] in Naukovi pratsi ONAKhT [Scientific works ONACHT], Odessa, № 44, T. 2, P. 362-365

5. Kozak S. I., Kotur M. G., Nikipanchuk M. V., Grigorash V. V. (2001) Khimichni osnovy korozii konstruktsiinykh materialiv [Chemical basis of corrosion of structural materials] in Liha pratsi, Lviv [League of Labor, Lviv], 240 p

6. Dombrovskaya M., Melnichuk M. D., Hulay O. I. (2016) Koroziiine ruinovannia obladnannia kharchovoi promyslovosti [Corrosive destruction of food industry equipment] in IV Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia molodykh vchenykh ta studentiv: "Fizyka i khimiiia tverdoho tila. Stan, dosiahnennia i perspektyvy", Lutskyi natsionalnyi tekhnichnyi universytet, Lutsk [IV All-Ukrainian scientific and practical conference of young scientists and students: "Physics and chemistry of solid state. State, achievements and prospects", Lutsky Natsionalnyi tekhnichnyi universytet, Lutsk] , pp. 222-223.

Стаття відправлена: 10.03.2018 г.

© Гулай О.І., Шемет В.Я.



УДК 621.326

**ESTIMATION OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF LED LAMPS
AND THEIR EFFECTIVENESS OF USE IN PRACTICE****ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП И ИХ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРАКТИКЕ****Safronov M.P. / Сафронов М.П.***graduate student / магистрант***Izhevski A.S. Ижевский А.С.***s.a.-g.s., as.prof. / к.с.-н., доц.*

ORCID: 0000-0003-4996-6749

*Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk city. Polytechnic 86, 675005**Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск**ул. Политехническая 86, 675005*

Аннотация. В мире насчитывается большой выбор светодиодных ламп, которые на данный момент считаются наиболее экономичными по потреблению электроэнергии. При использовании данных ламп на практике сталкиваемся с такой проблемой, где производитель зачастую завышает технические параметры лампы, что не соответствует действительности. Применение определенных моделей светодиодных ламп в помещениях, таких как школы, офисы, токарные цеха и т.д. невозможно потому что у светодиодных ламп есть такое понятие коэффициент пульсации. Который может привести к повышенной утомляемости, депрессиям, мигреням и прочим малоприятным вещам по части психики.

Ключевые слова: светодиодные лампы, экономия электроэнергии, энергосбережение, измерение.

Еще совсем недавно лампы на основе диодов в наших домах и на организациях были редкостью. Появление на рынке различных светодиодных ламп, возникает вопрос, насколько они эффективны в применении на практике.

А также согласно программы перехода на энергосберегающее освещение и с актуализацией в 2017 году Федерального закона №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» заменой всех ламп на светодиодные лампы. Данная актуализация объясняется тем, что в последнее время на рынке появились новые светодиодные лампы по техническим и конструктивным особенностям во много раз лучше, чем лампы накаливания и энергосберегающие (люминесцентные) лампы. Преимущество светодиодных ламп в том, что они выполнены из простых материалов, которые не требуют дополнительной специальной утилизации по сравнению с люминесцентными лампами, что благоприятно с минимальными рисками будет отражаться на экологии земли, и становятся все более доступными по цене.

Анализируя рынок светодиодных светильников (прожекторов) и ламп задается вопрос, какие дополнительные преимущества по характеристикам имеют светодиодные лампы дающие повод для замены на них люминесцентных ламп и ламп накаливания на практике.

В зависимости от светильника или лампы у каждого светодиодного устройства есть свои явные конструктивные и технические характеристики,



которые скрыты и незаметны человеческому глазу.

Первое, ярко или тускло светит, данным показателем является освещенность, но на самом деле данная характеристика не относится к самой лампе, она зависит от неё и от конструкции светильника, расстояния от него до освещаемой поверхности, расположения этой самой поверхности и прочего, вроде коэффициента отражения окружающих предметов. Во-вторых какой спектр излучения на глаз наиболее приятен (теплый белый, белый, холодный и т.д.), и в-третьих какая мощность потребления при той или иной освещенности это можно выразить как КПД измеряется люксах на Ватт.

Проводя замеры светодиодных ламп, нас волновал вопрос, эффективны они или нет, а также сравнивая их с параметрами заявленными производителем. Для этого в обычных условиях на рабочем столе в настольную лампу мы вкручивали различные лампы разных производителей и измеряли освещенность, мощность и коэффициент пульсации.

Параметры, такие как мощность, коэффициент мощности и освещенность нам всем известны, а коэффициент пульсации почему-то вообще редко вспоминают, разумеется, и никогда не пишут на упаковках.

Коэффициент пульсаций это очень важный показатель, который присутствует в светодиодных лампах. Несмотря на то, что изменения яркости с частотой более 16 – 20 Гц на наш мозг сознательно не обрабатывает, эффект от них вполне заметен. Существенные пульсации общей освещенности могут привести к повышенной утомляемости, депрессиям, мигреням и прочим малоприятным вещам по части психики. Нормируется этот показатель в СНиП 23-05-95. Из разных таблиц, в целом можно вынести, что коэффициент пульсаций общего освещения не должен превышать 20%. Это имеет смысл, только если частота около 300 Гц, поскольку далее на изменения освещенности сетчатка глаза уже не успевает реагировать, и в этом случае в мозг просто не приходит раздражающего сигнала [2].

Замеры мощности мы проводили ваттметром Д5065, освещенность измеряли используя люксметр марки «Тесто 540», коэффициент пульсации прибор «ТКА-ПУЛЬС».

Результаты измерений и расчетов приведены в таблице 1

Из таблицы 1 мы видим, что у различных производителей светодиодных ламп не так все хорошо, как хотелось бы, по замеренной мощности и освещенности мы видим, что у некоторых ламп мощность и освещенность занижены но и встречаются некоторые лампы, например СДЛП-3К50-5-220-827-120, LED R50 ASD, LED-JLD ASD и Electrostandat JCDR 72SMD, где мощность завышена относительно номинальной в несколько раз. В большинстве случаев это редко встречается. Расчет $\cos(\varphi)$ показывает, что у каждой лампы он разный и от него зависит потребление электроэнергии.

Затем анализируя согласно СНиП и заботясь о здоровье человека, результаты замеров коэффициента пульсации у ламп, не все лампы проходят данный порог требований. Лампы LED-A60 ПР, СДЛП-3К50-5-220-827-120 с коэффициентом пульсации 1%, ASD 24LED-S/JDR - 2% и Electrostandat JCDR72SMD – 10%, являются наиболее безопасными для человека. Остальные



Таблица 1

Результаты замеров различных производителей светодиодных ламп

Тип лампы	Цоколь	Измеряемое напряжение, В	Номинальная мощность, Вт	Измеренная мощность, Вт	Освещенность, лк	Расчетные данные		Кр, %	Оценка эффективности лампы
						cos(φ)	Оценка заявленной Р от действительной, %		
LED-A60 ПП	E27	228	10	7,52	87,5	0,94	-24,8	1	Отлично
ASD 24LED-S/JDR	E27	229	1,8	5,038	32,4	0,62	-12,6	2	Хорошо
СДЛП-3K50-5-220-827-120	E14	230	5	20,01	115,1	0,94	+300,2	1	Отлично
LED R50-econom	E14	230	5	4,37	37,8	0,52	-12,6	37	Отвратительно
LED R50 ASD	E14	230	3	11,04	54,3	0,45	+268	95	Отвратительно
LED-JLD ASD	G9	230	3	4,83	17,2	0,82	+61	35	Неудовлетворительно
Uniel LeDLamp GCD	G9	230	6	5,29	37,2	0,86	-11,8	35	Неудовлетворительно
Electrostanda t JC DR 72SMD	G5,4	230	5	11,04	77,4	0,67	+120,8	10	Удовлетворительно

лампы, у которых коэффициента пульсации свыше 20%, но по параметрам освещенности, мощности и cos(φ) лучше использовать их для освещения улиц, площадок, подъездов и охраняемых территорий.

В целом при наличии всех данных параметров, на упаковке каждой лампы можно наиболее точно подобрать лампу к тому или иному объекту, что позволит максимально улучшить условия работы и сэкономить электроэнергию.

Литература:

1. Закон Российской Федерации "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ" от 17 мая 2017 г. № 261 // Собрание законодательства Российской Федерации.
2. СНиП 23-05-95 «Нормы освещенности помещений».
3. Жилищный кодекс РФ.

Abstract. The appearance of various LED lamps on the market, the question arises as to how effective they are in application in practice.

According to the program for transition to energy-saving lighting and with the update in 2017 of the Federal Law No. 261-FZ "On energy conservation and on improving energy efficiency and on introducing changes to certain legislative acts of the Russian Federation", replacing all lamps with LED lamps. This update is explained by the fact that recently new LED lamps have appeared



on the market for technical and design features many times better than incandescent and energy-saving (fluorescent) lamps. The advantage of LED lamps is that they are made of simple materials that do not require additional special disposal in comparison with fluorescent lamps, which will favorably affect the earth's ecology with minimal risks, and are becoming more affordable.

Analyzing the market of LED fixtures (projectors) and lamps, the question is asked what additional advantages are in the characteristics of LED lamps that give an occasion to replace fluorescent lamps and incandescent lamps on them in practice.

Depending on the lamp or lamp, each LED device has its own distinct design and technical characteristics that are hidden and invisible to the human eye.

Bright or dimly shining, which spectrum of radiation on the eye is most pleasing (warm white, white, cold, etc.), and what power consumption at this or that illumination can be expressed as the efficiency is measured in lux per watt.

The conducted measurements on the illumination, power and pulsation coefficient of LED lamps, we compared with the declared parameters of the manufacturer.

Parameters such as power, power factor and illumination are known to all, and for some reason the ripple coefficient is rarely remembered, of course, and never written on packages.

The ripple factor is a very important indicator that is present in LED lamps. Despite the fact that changes in brightness with a frequency of more than 16 - 20 Hz on our brain deliberately does not work, the effect of them is quite noticeable.

Significant pulsations of general illumination can lead to increased fatigue, depression, migraines and other unpleasant things in the psyche. This index is normalized in SNiP 23-05-95. From different tables, on the whole, it can be assumed that the total light pulsation coefficient should not exceed 20%.

We measured power measurements with a D5065 wattmeter, the illumination was measured using a Tecto 540 luxmeter, the pulsation coefficient of the TKA-PULSE device.

The results of measurements and calculations are given in Table 1

From Table 1 we see that different manufacturers of LED lamps are not so good as we would like, from the measured power and illumination we see that some lamps have power and illumination underestimated, but some lamps are also found.

Then analyzing according to SNiP and taking care of human health, the results of measurements of the pulsation coefficient of lamps, not all lamps pass this threshold of requirements. Lamps LED-A60 OL, SDLP-3K50-5-220-827-120 with a ripple factor of 1%, ASD 24LED-S / JDR - 2% and Electrostandat JCDR 72SMD - 10%, are the most safe for humans.

The rest of the lamps, which have a ripple coefficient of more than 20%, but it is better to use them for illumination, power and $\cos(\varphi)$ lighting streets, areas, entrances and protected areas.

In general, if you have all these parameters, on the packaging of each lamp you can most accurately fit a lamp to a particular object, which will maximize the working conditions and save energy.

Key words: LED lamps, energy saving, energy saving, measurement.

References:

1. The Law of the Russian Federation "On Energy Saving and on Improving Energy Efficiency and on Amending Certain Legislative Acts of the Russian Federation" of May 17, 2017 No. 261 // Collected Legislation of the Russian Federation.
2. SNiP 23-05-95 "Norms of illumination of premises".
3. Housing Code of the Russian Federation.

Научный руководитель: к.с.-х.н., доц. Ижевский А.С.

Статья подготовлена в рамках Программы энергосбережения

Статья отправлена: 14.03.2018 г.

© Сафронов М.П.



УДК 004.2

**REALIZATION IN SOFTWARE WORKBENCH NI LabVIEW OF
AUTOMATED SYSTEM FOR STATISTICAL PROCESSING OF
BIOMEDICAL INFORMATION****РЕАЛИЗАЦИЯ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ NI LabVIEW АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
СИСТЕМЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ БИОМЕДИЦИНСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ****Solomin A.V. / Соломин А.В.***PhD, as.prof. / к.ф.-м.н., доц.**ORCID: 0000-0002-5226-8813***Matvienko L.V. / Матвиенко Л.В.****Repalo A.B. / Репало А.Б.***National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
Kyiv, Prosp.Peremohy, 37, 03056**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический
институт имени Игоря Сикорского», Киев, пр-т Победы, 37, 03056*

Аннотация. В работе обосновывается актуальность проблемы усовершенствования программных средств для обеспечения прикладных статистических исследований в области биомедицины и предлагается реализация в программной среде NI LabVIEW автоматизированной системы статистической обработки информации, не требующая от пользователей глубоких знаний критериев применимости статистических методов и уменьшающая вероятность ошибок.

Ключевые слова: статистика, биомедицина, доказательная медицина, NI LabVIEW

Вступление.

Как известно, в качестве одних из основных инструментов доказательной медицины используются статистические методы. При этом, как свидетельствует анализ современных статистических медико-биологических исследований, например [1], достаточно значительная их часть содержит ошибки, которые являются следствием неправомерного или не совсем корректного применения соответствующего математического аппарата, ибо каждый из статистических методов применим лишь при соблюдении определенных условий, а специалисты медико-биологического направления не являются достаточно квалифицированными специалистами в сложных математических вопросах. Следует отметить, что ошибки в этой отрасли влекут не только научные или экономические последствия, но и опасность для жизни и здоровья людей, поскольку могут „статистически достоверно” обосновывать позитивную эффективность медицинских препаратов или терапевтических методик, которые в действительности являются недейственными или даже вредными.

Целью данной работы было содействие уменьшению вероятности таких ошибок путем создания простого и удобного статистического инструментария исследователя медико-биологического направления, который не требует от него глубокой математической подготовки и способствует принятию верных решений, связанных с применением соответствующих статистических методов исследований и толкованием их результатов.



Основной текст. В качестве программной среды разработки выбрана NI LabVIEW, которая в настоящее время является неформальным стандартом в отрасли медико-биологического приборостроения и медико-биологических исследований и легко встраивается в большинство современных программно-аппаратных комплексов [2].

Среда NI LabVIEW (National Instrument Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench – среда разработки лабораторных виртуальных приборов) очень удобна для приложений, которые создаются и используются не программистами, а специалистами инженерной отрасли, в частности биомедицинскими инженерами. Вместо текстовых языков программирования со сложными синтаксическими правилами здесь используется графический язык G, который имеет более привычный для инженеров вид блок-диаграмм.

Дополнительными преимуществами среды является наличие большого количества встроенных функций и подпрограмм, богатство развитых, удобных и наглядных элементов для построения интерфейсов, возможность взаимодействия с другими средами и даже создание соответствующих веб-приложений с удаленным доступом к сервисам.

Главной идеей для достижения цели упрощения использования статистического программного инструментария с сохранением строгости соблюдения условий применимости соответствующих методов состояла в следующем. Условия применимости проверяются автоматически. В программной среде создается дерево решений и применяемых статистических методов, в каждом узле которого происходит ветвление с переходом на конкретный метод в зависимости от результатов проверки соответствующих условий и критериев.

В качестве примера приведем программный инструментарий, предназначенный для проверки статистической гипотезы о равенстве средних значений и об одинаковости дисперсии двух выборки, причем это реализуется в автоматическом режиме, то есть сначала проверяется предпосылка для применения какого-то статистического критерия, после чего или этот критерий применяется, или происходит переход к другому критерию [3].

Вышеупомянутое дерево решений, алгоритм и программный код можно условно разделить на 9 основных модулей, которые автоматически переключаются во время работы программы, обеспечивая проверки соответствующих критериев и статистических гипотез (рис.1).

Входная информация вводится в первом модуле в виде двух исследуемых массивов в ручном режиме или в формате файлов с таблицами, например, Excel. Возможна адаптация к вариантам ввода из других программных средств или измерительной аппаратуры. Далее предлагается выбрать один из двух вариантов: выборки содержат попарно связанные данные или нет. В первом случае происходит переход на седьмой модуль, иначе – на второй.

Во втором модуле проводится проверка вида распределения обоих входных массивов (выброк) на соответствие нормальному закону распределения.

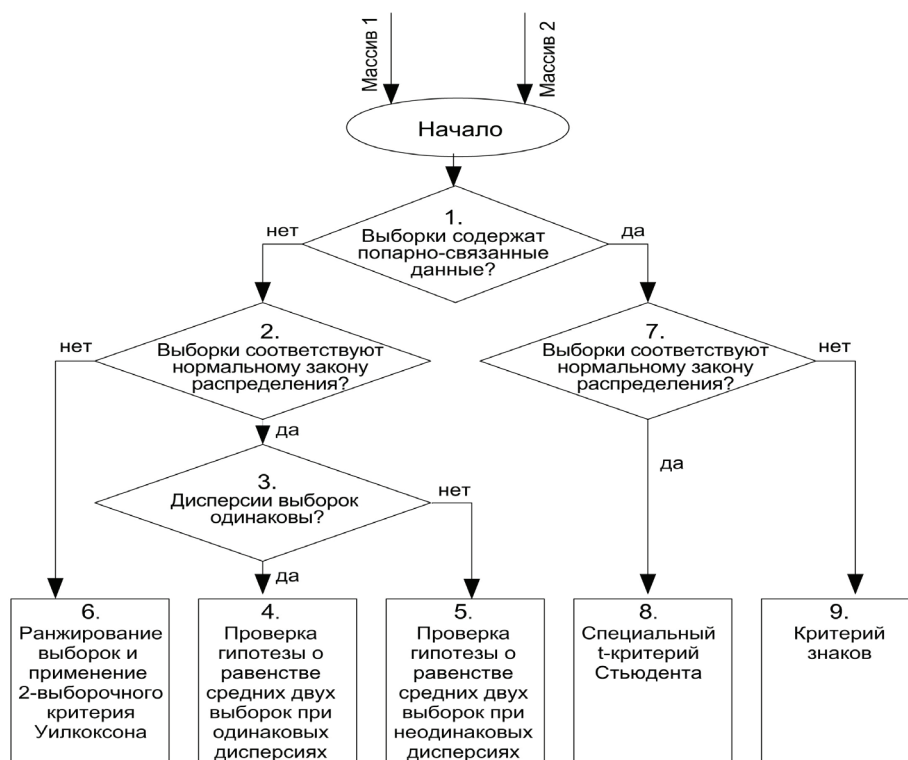


Рис.1. Алгоритм в виде дерева решений для обеспечения корректного применения статистических методов в автоматическом режиме

В зависимости от результата дальше предлагается переход на модуль 3 (проверка одинаковости дисперсии) или на модуль 6 (применение непараметрического критерия). Сравнение дисперсии в 3-ом модуле выполняется с помощью критерия Фишера.

В случае одинаковости дисперсий предлагается переход на модуль 4 (проверка гипотезы о равенстве средних двух выборок при одинаковых дисперсиях), иначе – на модуль 5 (проверка гипотезы о равенстве средних двух выборок при неодинаковых дисперсиях).

Шестой модуль проводит проверку гипотезы о равенстве средних значений двух выборок при ненормальном их распределении путем ранжирования и применения двухвыборочного критерия Уилкоксона. Используется разработанная подпрограмма ранжирования выборок и проверки критерия.

Дальше на рис. 1 показаны статистические алгоритмы для связанных выборок, то есть когда исследуемая выборка естественным образом разбивается на пары, например, показатели одних и тех же больных до и после лечения (такие исследования можно назвать проверкой действенности обработки).

В седьмом модуле опять проводится тестирование на соответствие нормальному закону распределения, и в случае позитивного результата происходит переход на восьмой модуль, иначе – на девятый. В восьмом модуле применяется специальный t-критерий Стьюдента для связанных выборок, а в девятом – критерий знаков.

В качестве примера реализации модуля в программной среде NI LabVIEW



приведем блок-диаграмму (код в графическом языке G) фрагмента, обеспечивающего ранжирование выборок (рис.2).

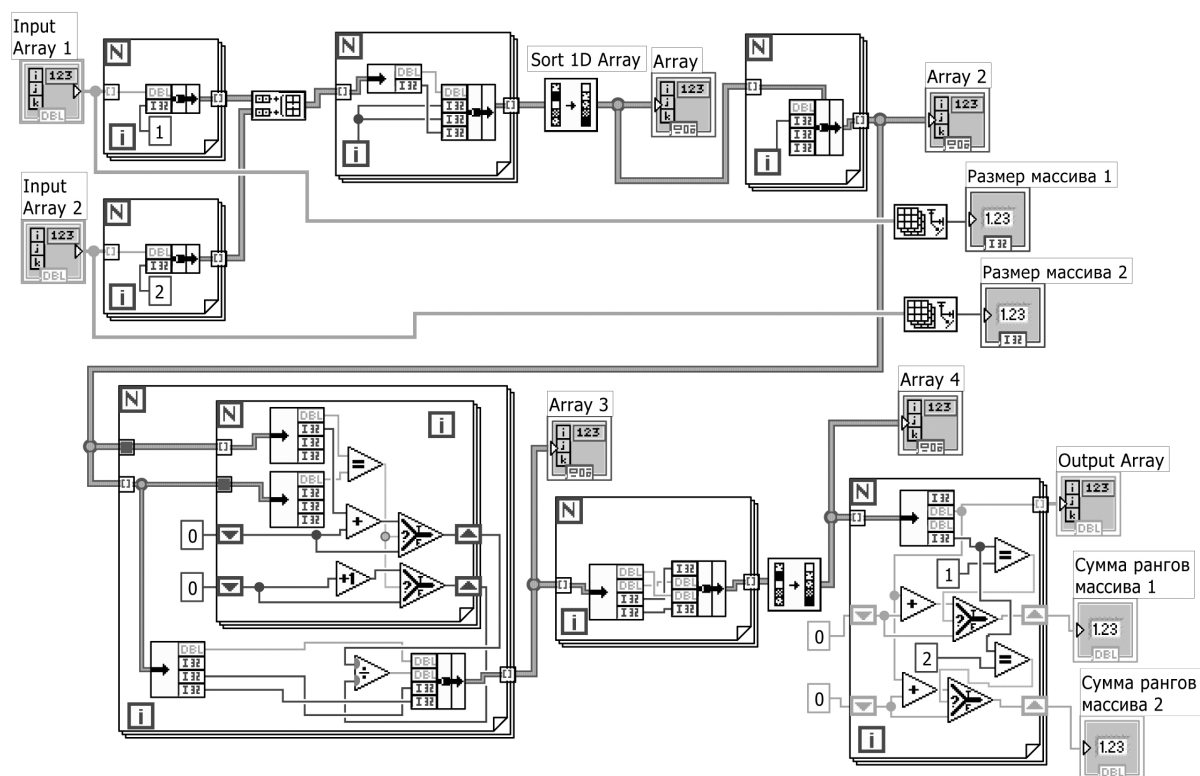


Рис.2. Блок-диаграмма (код в графическом языке G) фрагмента, обеспечивающего ранжирование выборок

Заключение и выводы.

Использование автоматизированной системы для проверки статистических гипотез в биомедицине кроме увеличения производительности и эффективности соответствующих исследований уменьшает вероятность ошибок, связанных с неправомерным применением статистических критериев.

Одним из вариантов использования системы может быть ее размещение на сервере в виде веб-приложения. В этом случае пользователям нет потребности устанавливать программу на собственном компьютере, доступ к сервису осуществляется через обычный браузер.

Литература:

1. Леонов В.П., Ижевский П.В. Об использовании прикладной статистики при подготовке диссертационных работ по медицинским и биологическим специальностям // Бюллетень ВАК – Москва, 1997. – №5.
2. Програмування в NI LabVIEW. Технологія розробки віртуальних приладів : навч. посіб. / О.Г. Кисельова, А.В. Соломін. – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 276 с.
3. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабищ. – К. : МОРИОН, 2001. – 408 с.



Abstract. *The actuality of problem of improvement of programmatic tools for providing the applied statistical researches in biomedicine is grounded, and statistical information treatment CAS realization is offered in the software environment NI LabVIEW, not requiring from the users of thorough knowledges of applicability of statistical methods criteria and diminishing probability of errors.*

Key words: *statistics, biomedicine, evidential medicine, NI LabVIEW.*

References:

1. Leonov V.P., Igevsky P.V. (1997). Ob ispolzovanyi prikladnoy statistiki pry podgotovke dissertacionnyh rabot po medicinskim i biologicheskim specialnostjam [About using of the applied statistics for work on the thesis on medical and biological specialties] in Bulletin VAK [Bulletin of VAK], N5.
2. Kiseleva O.G., Solomin A.V. Programuvannja v NI LabVIEW. Technologija rozrobki virtualnyh pryladiv [Programming in NI LabVIEW. Technology of virtual devices development] – K. : HTYU «KPII», 2014. – 276 c.
3. Lapach S.N. Statistichrskie metody v medico-biologicheskikh issledivanijah s ispolzovaniem Excel [Statistical methods in biomedical research using Excel] . – K. : МОРИОН, 2001. – 408 c.

Статья отправлена: 05.03.2018 г.

© Соломин А.В.



УДК 681.5.015.42:622.24

**ESTIMATES OF STATISTICAL CHARACTERISTICS OF THE
AUTOMATIC ROLLER ON THE DELETE UNDER THE RESULTS OF
NATURAL EXPERIMENTS****ОЦІНКИ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСЬОВОГО ЗУСИЛЛЯ НА
ДОЛОТО ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ НАТУРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ****Kropyvnytska V.B. / Кропивницька В.Б.****s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.**

ORCID:org/0000-0001-5231-7104

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,**Ivano-Frankivsk, ul. Karpatskaya, 15, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,**Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, 76019*

Анотація. У роботі розглядаються результати дослідження оцінок статистичних характеристик осьового зусилля на долото за результатами натурних експериментів. На основі отриманих результатів визначили закон розподілу, який не є гаусівським, характеристику випадкового сигналу розглядали у частотній області. Визначили автокореляційну функцію і спектральну щільність сигналу. Розроблено структурну схему формуючого фільтра, що забезпечує на виході задану спектральну щільність сигналу.

Ключові слова: осьове зусилля, автокореляційна функція, закон розподілу, спектральна щільність, формуючий фільтр, структурна схема.

Вступ. При теоретичних і натурних дослідженнях практично всіх систем, процесів і явищ у різних областях науки і техніки кінцевою метою є визначення певних ймовірнісних характеристик, які є важливими показниками якості різноманітних систем [1].

Теоретичні дослідження ґрунтуються на результатах аналізу математичної моделі системи із застосуванням різних аналітичних методів статистичних досліджень, зокрема, методу Монте-Карло [2]. Проте, для такої складної системи як процес буріння свердловин, застосування тільки аналітичних методів виявляється можливим лише при істотних спрощеннях. У цьому випадку можна отримати лише ймовірнісні характеристики деякої спрощеної моделі системи.

Враховуючи, що процес буріння свердловин є не відтворюваним нестационарним, нелінійним, стохастичним і таким, що розвивається в часі під впливом збурювальних дій, доцільним є дослідження властивостей такої системи за результатами натурних експериментів.

Основний текст. Натурні експерименти у вигляді пасивного експерименту на свердловині № 110 Струтинського родовища (бурова установка Уралмаш 4Е-76) дозволили отримати множину даних про зміну в часі осьового зусилля на долото $F(t)$.

З метою перевірки отриманих результатів і підготовки для аналізу зробили обробку експериментальних даних за допомогою програми Matlab [3]. У результаті отриманий графік зображено на рис.1.

Для знаходження оцінок математичного сподівання, дисперсії та

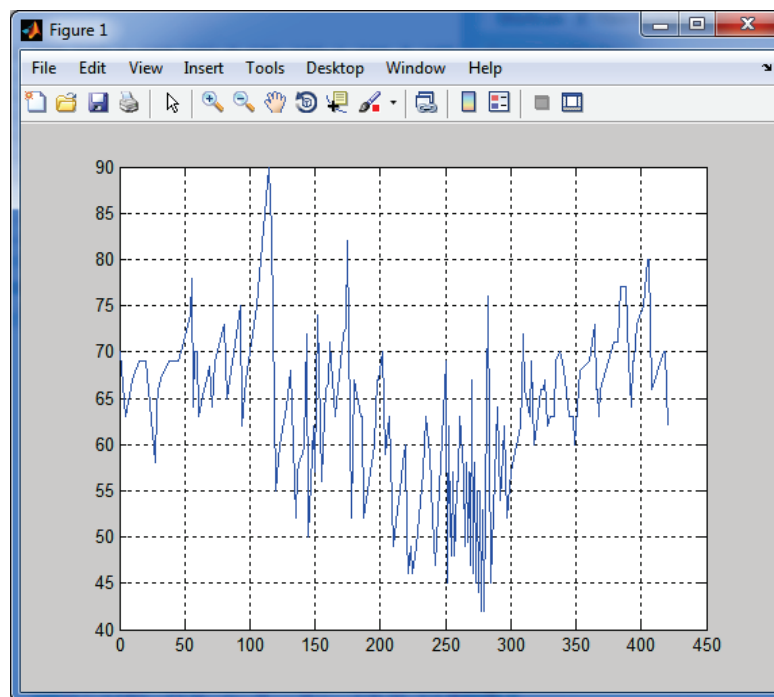


Рис. 1. Графік зміни осевого зусилля на долото $F(t)$, отриманий у результаті обробки експериментальних даних за допомогою програми Matlab

Джерело: [сформовано автором]

середньоквадратичного відхилення досліджуваного процесу скористаємося програмою Matlab. Виберемо проміжок на графіку, де спостерігається стаціонарний режим, а саме проміжок $t = [269-408]$. Математичне сподівання: 63,58; дисперсія: 83,37; середньоквадратичне відхилення: 9,20.

Отже, ми отримали такі характеристики досліджуваного випадкового процесу $F(t)$, як оцінка математичного сподівання, дисперсія та середньоквадратичне відхилення. Оцінка математичного сподівання випадкового процесу в загальному вигляді представляє собою деяку середню криву, навколо якої розподіляються всі можливі окремі реалізації даного процесу. Дисперсія і середньоквадратичне відхилення характеризують розсіювання окремих можливих реалізацій навколо цієї середньої кривої. Ці характеристики для кожного конкретного моменту є середніми з множини. Вони визначаються одновимірним законом розподілу.

Для визначення закону розподілу і його перевірки за допомогою критерію Пірсона поділимо вибірку $n = 62$ значень на інтервали та визначимо їх абсолютні та відносні частоти. Впорядковуємо досліджувану вибірку в порядку зростання. Для цього застосуємо наступні функції пакету Matlab:

```
>>N=[47 67 46 58 45 55 44 55 42 53 42 76 45 ...
64 54 59 62 52 57 62 66 72 66 63 69 60 ...
62 66 66 67 62 63 63 69 70 69 67 63 63 ...
60 68 69 70 73 66 66 63 66 69 71 71 77 ...
77 69 64 69 69 73 75 80 80 66]
>>z=sort(N(:));
>>dlist={'ExtremeValue'; 'Exponential'; 'Gamma';
```



```
'Lognormal'; 'Normal'; 'Rayleigh'; 'Uniform'};
>>dlistr={'гамбеловський'; 'експоненціальний'; 'гамма -';
'логнормальний'; 'нормальний'; 'рэлеєвський'; 'рівномірний'};
>>dparname={{'mu' 'sigma'};{'mu'};{'a' 'b'};{'mu' 'sigma'};{'mu'
'sigma'};{'b'};{'a' 'b'};{'a' 'b'}};
>>ndist=length(dlist);
>>foridist=1:ndist,
phatone=mle(z,'distribution',dlist{idist});
phat{idist}=phatone;
end
>>qq=[];
>>foridist=1:ndist,
phatone=phat{idist};
com=['cdf('' dlist{idist} '',z']];
foripar=1:length(phatone),
com=[com ',' sprintf('%d',phatone(ipar))];
end
com=[com ')'];
Fx=eval(com);
[hkolm,pkolm,kskolm,cvkolm]=kstest(z,[z Fx],0.1,0);
qq=[qqpkolm];
end
>> [maxqq,bdist]=max(qq);
>>fprintf(['Критерій Колмогорова:\n','Кращевсього підходить %s
розподіл;\n','Критичний рівень значущості для нього = %8.5f\n'],
dlistr{bdist},maxqq);
```

Скориставшись даною програмою, отримали такий результат:

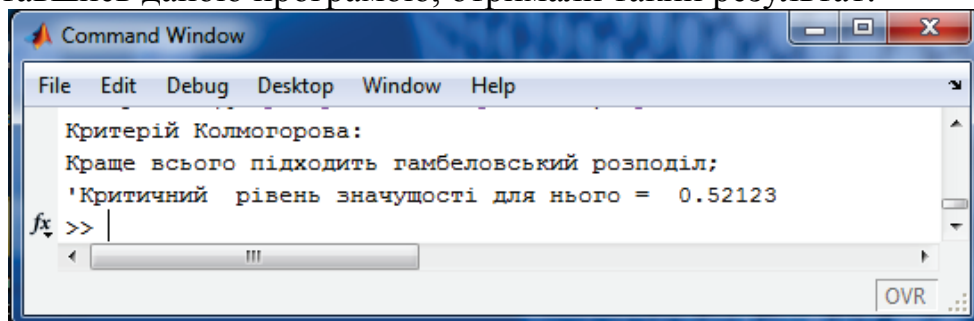


Рис. 2. Результати використання програми

Джерело: [отримано автором]

За отриманими даними, пишемо програму для побудови гістограми щільності відносних частот та нанесеного на неї закону розподілу:

```
>>n=62
>>N=[47 67 46 58 45 55 44 55 42 53 42 76 45 ...
64 54 59 62 52 57 62 66 72 66 63 69 60 ...
62 66 66 67 62 63 63 69 70 69 67 63 63 ...
60 68 69 70 73 66 66 63 66 69 71 71 77 ...
77 69 64 69 69 73 75 80 80 66]
>>k=1+round(log(n)/log(2));
>> [Fi,xi]=ecdf(N);
>>figure
>>ecdfhist(Fi,xi,k)
```



```
>>del=(max(N)-min(N))/20;
>>xl=min(N)-del;
>>xr=max(N)+del;
>>xpl=linspace(xl,xr,1000);
>> hold on
>>forkdist=bdist:bdist
phatone=phat{kdist};
phatone(2)=phatone(2)-0.10;
phatone(1)=phatone(1)-0.12;
com=['pdf('' dlist{kdist} '',xpl)'];
foripar=1:length(phatone),
com=[com ',' sprintf('%d',phatone(ipar))];
end
com=[com ' '];
ypl=eval(com);
plot(xpl,ypl,'k-')
[ym,iym]=max(ypl);
h=text(xpl(iym),ym,dlist{kdist});
set(h,'FontName','Times New Roman Cyr','FontSize',10)
end
>> hold off
>>set(get(gcf,'CurrentAxes'),'FontName','Times New Roman
Cyr','FontSize',10)
>>xlim([xl xr])
>> save('Param_2','xpl','ypl','xl','xr');
```

За отриманими даними побудуємо гістограму щільності відносних частот та нанесений на неї закон розподілу (рис. 3):

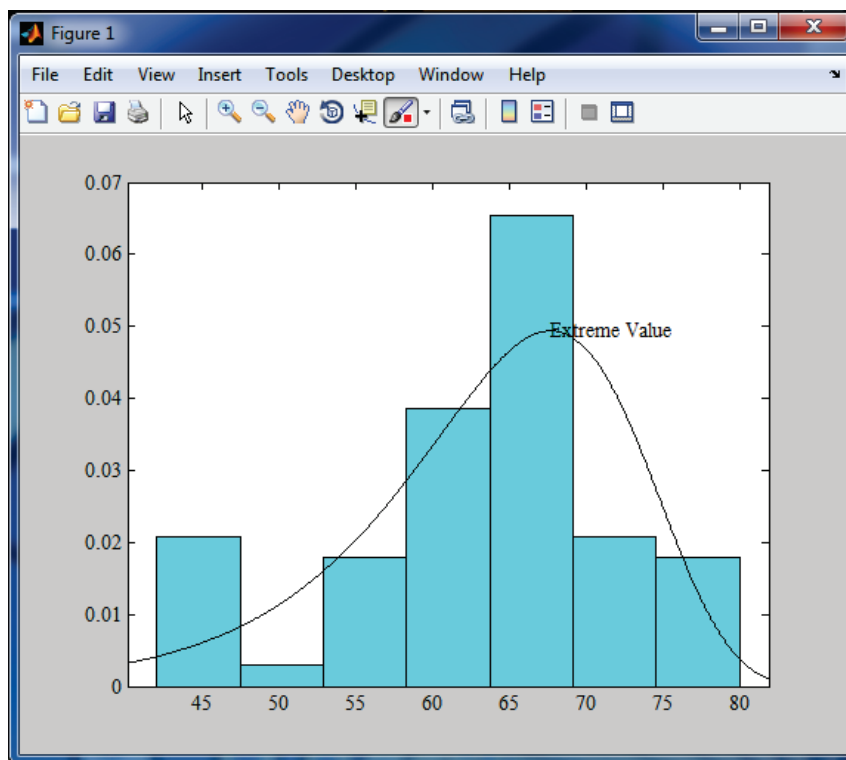


Рис. 3. Гістограма для заданих значень осьового зусилля на долото
Джерело: [авторська розробка]



У результаті перевірки за критерієм Колмогорова отримали критичне значення значущості $\alpha = 0.52$, що задовольняє нашим умовам.

Для випадкової функції $F(t)$ одновимірний розподіл імовірності і отримані на основі нього характеристики, такі як оцінки математичного сподівання та дисперсія, ще не є достатніми для оцінювання характеру протікання випадкового процесу в часі. Необхідно ще встановити зв'язок між значеннями випадкового процесу в різні моменти часу. Це можна зробити за допомогою двохвимірної функції розподілу. Інтенсивність зміни випадкового сигналу в часі можна охарактеризувати за допомогою однієї з функцій – автокореляційної функції або функції спектральної щільності. Оскільки реалізація $F(t)$ є сукупністю дискретних значень сигналу, отриманих через рівні проміжки Δt , то нормована автокореляційна функція $R_x(t)$ (рис. 4) визначається за формулою:

$$R_x(\tau) = R(k\Delta t) = \frac{1}{n-k} \sum_{i=0}^{n-k} x^0(i\Delta t) x^0(i\Delta t + k\Delta t), \quad (1)$$

де $x^0(t) = x(t) - m_x$ – центровані значення.

```
Rxx=autocorr(N, 61);
```

```
figure
```

```
plot(Rxx), grid
```

```
xlim([0 61]);
```

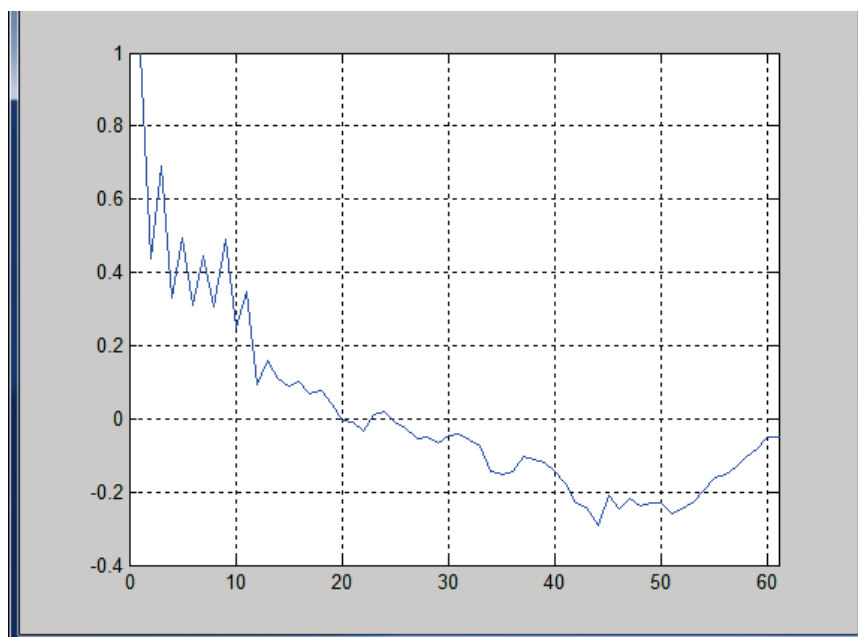


Рис. 4. Нормована автокореляційна функція осьового зусилля на долото
Джерело: [авторська розробка]

Визначимо рівняння апроксимації автокореляційної функції (рис.5).

Generalmodel:

$$f(x) = (d \cdot \exp(-a \cdot x)) \cdot \cos(b \cdot x)$$

Coefficients (with 95% confidence bounds):

$$d = 0.5602$$

$$a = 0.02432$$

$$b = 0.06708$$

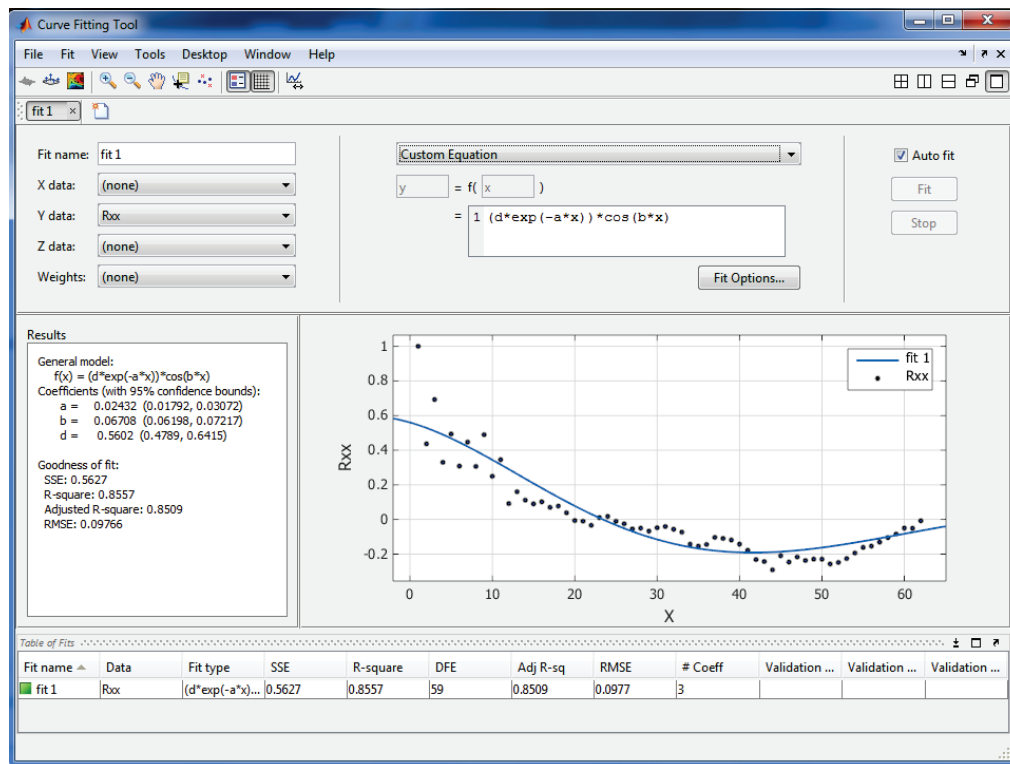


Рис. 5. Графічні зображення автокореляційної функції досліджуваного процесу в програмі Matlab Curve Fitting Tool
 Джерело: [розробка автора]

У результаті апроксимації рівнянням автокореляційної функції є:

$$y(t) = 0,5602e^{-0.02432 \cdot t} \cdot \cos(0,06708t).$$

При статистичному аналізі стаціонарних випадкових функцій зручно користуватись спектральною щільністю випадкової функції. Спектральна щільність є додатною функцією у всьому діапазоні частот від 0 до ∞ . Вона не містить відомостей про фази окремих гармонійних складових.

Застосовуючи до кореляційної функції $R_x(\tau)$ перетворення Фур'є, можна визначити спектральну щільність за формулою:

$$S_x(\omega) = \int_0^{\infty} R_x(\tau) e^{j\omega\tau} d\tau = \frac{D\alpha}{\alpha^2 + (b - \omega)^2} + \frac{D\alpha}{\alpha^2 + (b + \omega)^2}. \quad (2)$$

Підставивши фактичні дані в це рівняння, отримаємо:

$$S(\omega) = \frac{0.01362}{0.00059 + (0.06708 - \omega)^2} + \frac{0.01362}{0.00059 + (0.06708 + \omega)^2}. \quad (3)$$

Визначимо спектральну щільність, використовуючи програму MatLab.

По отриманих даних побудуємо залежність S від ω . Так ми отримуємо графік спектральної щільності $S(\omega)$ (рис. 6).

$w=0:0.1:10$;

$S=0.01362./[0.00059+(0.06708-w.^2)]+0.01362./(0.00059+(0.06708+w.^2));$

$\text{plot}(S)$

Відзначимо, що при дослідженні автоматичних систем управління бурінням свердловин виникає необхідність створювати типові випадкові

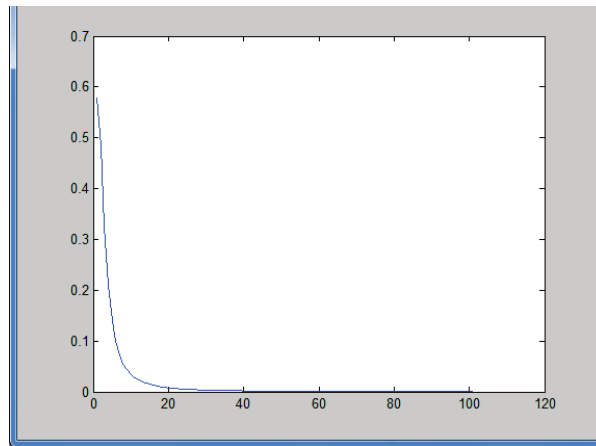


Рис. 6. Графічне зображення спектральної щільності досліджуваного процесу в програмі MatLab

Джерело: [авторська розробка]

впливи штучно – за допомогою спеціальних генераторів. Найпростіше ця задача вирішується з використанням методу формуючого фільтра. Суть методу полягає у тому, що потрібний випадковий сигнал отримується шляхом пропускання білого шуму через фільтр з відповідною частотною характеристикою.

Частотна передавальна функція $W_\phi(j\omega)$ фільтра зв'язана з спектральною щільністю $S(\omega)$ формуючого сигналу наступним співвідношенням:

$$\{W_\phi(j\omega)^2\} = S(\omega). \quad (4)$$

Для пошуку функції $W_\phi(j\omega)$ необхідно розкласти спектральну щільність $S(\omega)$ на спряжені множники $W_\phi(j\omega)$ і $W_\phi(-j\omega)$. З цих двох множників фізично реалізованим у вигляді фільтра є лише перший множник. Для сигналу з експоненціально-косинусною кореляційною функцією маємо:

$$S(\omega) = \sqrt{2D\alpha} \frac{j\omega + \sqrt{a^2 + b^2}}{(j\omega + a)^2 + b^2} \sqrt{2D\alpha} \frac{-j\omega + \sqrt{a^2 + b^2}}{(-j\omega + a)^2 + b^2}. \quad (5)$$

Звідси частотна функція передачі фізично реалізованого фільтра:

$$W_\phi(j\omega) = \sqrt{2D\alpha} \frac{j\omega + \sqrt{a^2 + b^2}}{(j\omega + a)^2 + b^2} = \frac{j\omega + 0,0713}{(j\omega + 0,02432)^2 + 0,0045}. \quad (6)$$

За допомогою програми MatLab побудуємо амплітудно-фазову характеристику (рис. 7) формуючого фільтра для зміни осьового навантаження на долото:

```
>> w=0:0.001:30;
>> W=0.1651.*(i*w+0.0713)./((i*w+0.02432).^2+0.0045);
>> Re=real(W);
>> Im=imag(W);
>> plot(Re,Im),grid
```

Алгоритмічна структура формуючого фільтра наведена на рис. 8.

Формуючий фільтр – це динамічна система, на виході якої формується необхідний процес, що відповідає рішенням певного диференційного рівняння.

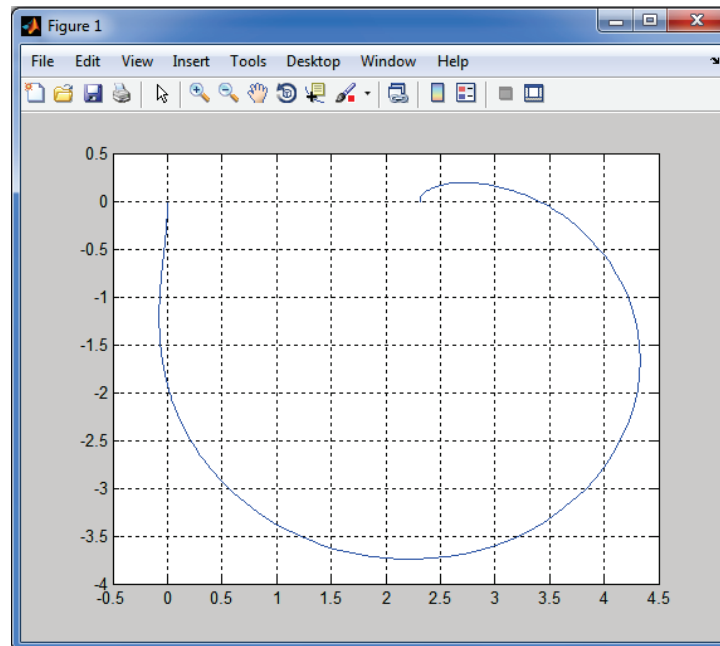


Рис. 7. Графічне зображення амплітудно-фазової характеристики формуючого фільтру для зміни осьового навантаження на долото
Джерело: [розроблено автором]

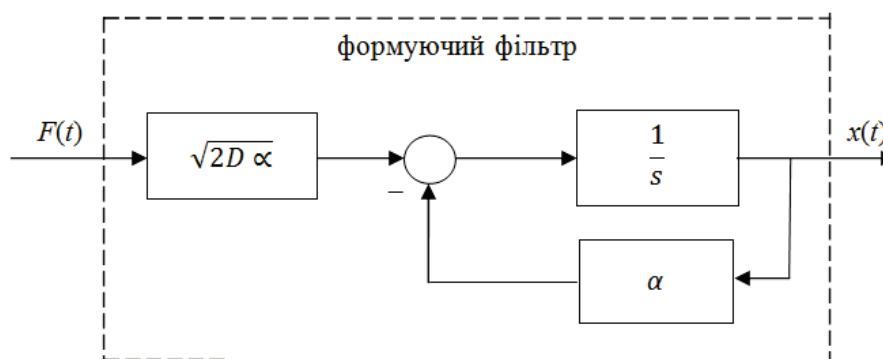


Рис. 8. Структурна схема формуючого фільтру
Джерело: [сформовано автором]

На вхід подається типовий сигнал: якщо генерується детермінований сигнал, то подається одинична ступінчата функція $1(t)$ або δ -функція. Для генерування випадкового сигналу зі заданими ймовірнісними характеристиками подається білий шум зі спектральною щільністю

$$S_{FF}(\omega) = 1. \quad (7)$$

Функцію передачі $W_\phi(s)$, що забезпечую на виході випадковий сигнал із заданою спектральною щільністю

$$S_{xx}(\omega) = \frac{2D\alpha}{\omega^2 + \alpha^2}, \quad (8)$$

визначимо, користуючись умовою перетворення фільтром спектральної щільності

$$S_{xx}(\omega) = |W_\phi(j\omega)|^2 S_{FF}(\omega). \quad (9)$$

Тоді



$$\frac{2D\alpha}{(j\omega + \alpha)(-j\omega + \alpha)} = |W_{\Phi}(j\omega)|^2 \cdot 1. \quad (10)$$

Враховуючи, що комплексний коефіцієнт передачі формуючого фільтра повинен відповідати мінімально фазовій ланці, запишемо

$$|W_{\Phi}(j\omega)|^2 = \frac{\sqrt{2D\alpha}}{j\omega + \alpha}. \quad (11)$$

Після заміни $j\omega \rightarrow s$ отримаємо функцію передачі формуючого фільтра

$$|W_{\Phi}(s)|^2 = \frac{\sqrt{2D\alpha}}{s + \alpha} = \frac{K_{\Phi}}{T_{\Phi}s + 1}, \quad (12)$$

де $K_{\Phi} = \sqrt{2D\alpha}$ – коефіцієнт передачі фільтра;

$T_{\Phi} = \alpha^{-1}$ – стала часу фільтра.

Оскільки амплітудно-фазова характеристика (рис. 7) формуючого фільтра має властивості ланки 2-го порядку, то структура формуючого фільтра має складатися з двох послідовно з'єднаних фільтрів (12) з певними коефіцієнтами передачі і сталими часу.

Висновок.

У даний час статистичні методи дослідження автоматизованих систем управління відіграють основну роль у теорії автоматичного управління. Це обумовлено тим, що використання випадкових процесів як моделей впливів значно розширює можливість дослідження систем автоматичного управління. Це пояснюється не тільки тим, що самі процеси вдається описати більш точно, але й і тим, що з'являється можливість оцінювати якість управління за допомогою невеликого числа величин для досить різноманітних умов. Особливо це важливо для управління таким складним процесом як буріння нафтових і газових свердловин. Такі характеристики як математичне сподівання, дисперсія, автокореляційна функція, спектральна щільність у подальшому використовуються при аналізі якості управління.

На основі отриманих результатів, можна зробити висновок, що під час проведення статистичного дослідження отриманих даних, як вхідні дані було використано графік неперервного сигналу $F(x)$, з якого були такі характеристики досліджуваного процесу, як оцінки математичного сподівання, що склало 63,58; дисперсії – 83,37; середньоквадратичного відхилення – 9,20. Побудували і визначили закон розподілу, який найкраще підходить, та перевірили його – це гамбеловський закон. Побудували і визначили функцію передачі формуючого фільтру, яка підходить для автокореляційної функції (експоненціальна), завдяки якій визначили і побудували спектральну щільність.

Література:

1. Семенцов Г.Н. Основи наукових досліджень: [навч. посіб.] / Г.Н.Семенцов, Я.Р.Когуч, М.М.Дранчук; Івано-Франківськ: Факел – 2004. – 87с.
2. Стеценко, І.В. Моделювання систем: [навч. посіб., текст] / І.В. Стеценко // Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.
3. Довгий Б.П. Використання математичного пакета MATLAB для



розв'язування прикладних задач / Б.П.Довгий. Є.С.Вакал, Ю.Є.Вакал, А.В.Попов. – К.:Фітосоціоцентр, 2012. – 77 с.

Abstract. The article analyzes the statistical characteristics of the axial force on the bit. For research, the results of field experiments are used. Estimates of mathematical expectation, dispersion, autocorrelation function, spectral density are determined. The distribution law is investigated. A concrete model of autocorrelation function, which is used to determine the spectral density, is proposed. The functional and algorithmic structure of the forming filter is developed, which enables to extend the possibilities of researching the systems of automatic control of the process of drilling of oil and gas wells.

Key words: axial force, autocorrelation function, distribution law, spectral density, forming filter, structural scheme.

References:

1. Sementsov H.N., Kohuch YA. R., Dranchuk M.M. (2004). Osnovy naukovykh doslidzhen': [navch. posib.] [Basics of the scientific research: [Tutorial] Ivano-Frankivs'k: Fakel, – 87 p.
2. Stetsenko I.V. (2010). Modelyuvannya system: [navch. posib., tekst] [Modeling systems] in Cherkas'kyy derzhavnyy tekhnolohichnyy universytet [Cherkasy State Technological University], – 399 p.
3. Dovhyi B.P., Vakal YE. S., Vakal YU. YE., Popov A.V. (2012). Vykorystannya matematychnoho paketa MATLAB dlya rozv'yazuvannya prykladnykh zadach [Using the mathematical package MATLAB to solve application problems]. – К.:Фітосотсіотсентр, – 77 p.

Рецензент: д.т.н., проф. Семенцов Г.Н.

Стаття відправлена: 07.03.2018 р.

© Кропивницька В.Б..



УДК 622.831.325

QUESTIONS OF THE ANALYSIS OF THE APPLICABLE SCHEMES OF CONVEYING THE MOVING SITES ON UKRAINIAN MINES AND EFFECTIVENESS OF DEGASATION

ВОПРОСЫ АНАЛИЗА ПРИМЕНЯЕМЫХ СХЕМ ПРОВЕТРИВАНИЯ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ НА ШАХТАХ УКРАИНЫ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕГАЗАЦИИ

Mineev S.P. / Минеев С.П.

d.t.s., prof. / д.т.н., проф.

Kocherga V.N. / Кочерга В.Н.

Aspirant / соискатель

Narivskiy R.N. / Наривский Р.Н.

graduate student / аспирант

Yanzhula A.S. / Янжула А.С.

соискатель / aspirant

IGTM N.S. Polyakova NASU, Dnepr, Simferopolska 2a, 49005

ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины, Днепр, ул. Симферопольская 2а, 49005

Аннотация. *Отработка газоносных пластов на шахтах Украины с высокой метанообильностью пласта осложнена выделением метана в горные выработки. Разработан ряд мероприятий по снижению газовыделения в горные выработки. В данной работе рассмотрены схемы проветривания выемочных участков и эффективность применяемых способов дегазации на примере условий шахт Донбасса Украины. А также проанализировано влияние скорости подвигания очистного забоя на эффективность дегазации в условиях разрабатываемых шахт. В результате применения мероприятий по снижению метановыделения в горные выработки на шахтах может привести к безопасному ведению работ по газовому фактору.*

Ключевые слова: *дегазация, метановыделение, расход воздуха, каптирование газа, схема проветривания, утечки воздуха, вентиляционная выработка, дегазационные скважины, скорости подвигания очистного забоя*

Высокопроизводительная выемочная техника, используемая на шахтах Украины, позволяет, в зависимости от мощности разрабатываемого пласта, осуществлять добычу угля с нагрузкой до 8 тыс. т/сут и скоростью подвигания очистного забоя более 6 м/сут. При этом увеличение интенсивности и глубины разработки газоносных угольных пластов на шахтах Донбасса сопровождается повышением выделения метана в горные выработки, что при несоблюдении правил безопасности [1] приводит к его взрывам и вспышкам, которые являются основной причиной группового производственного травматизма на угольных предприятиях. Поэтому, в целях безопасности, действующими нормативными документами [2, 3], допустимая нагрузка на очистные забои ограничивается в зависимости от интенсивности выделения метана, количества воздуха, подаваемого для проветривания выработок, и эффективности дегазации источников метановыделения.

На высокогазоносных шахтах достижение высоких темпов добычи угля сдерживается интенсивным выделением метана, которое при среднесуточной добыче от 2 до 8 тыс. тонн составляет 25-60 м³/мин, а, например, на шахте им. А.Ф. Засядько достигала 90 м³/мин при добыче 2,5-3,0 тыс. тонн в сутки [4].

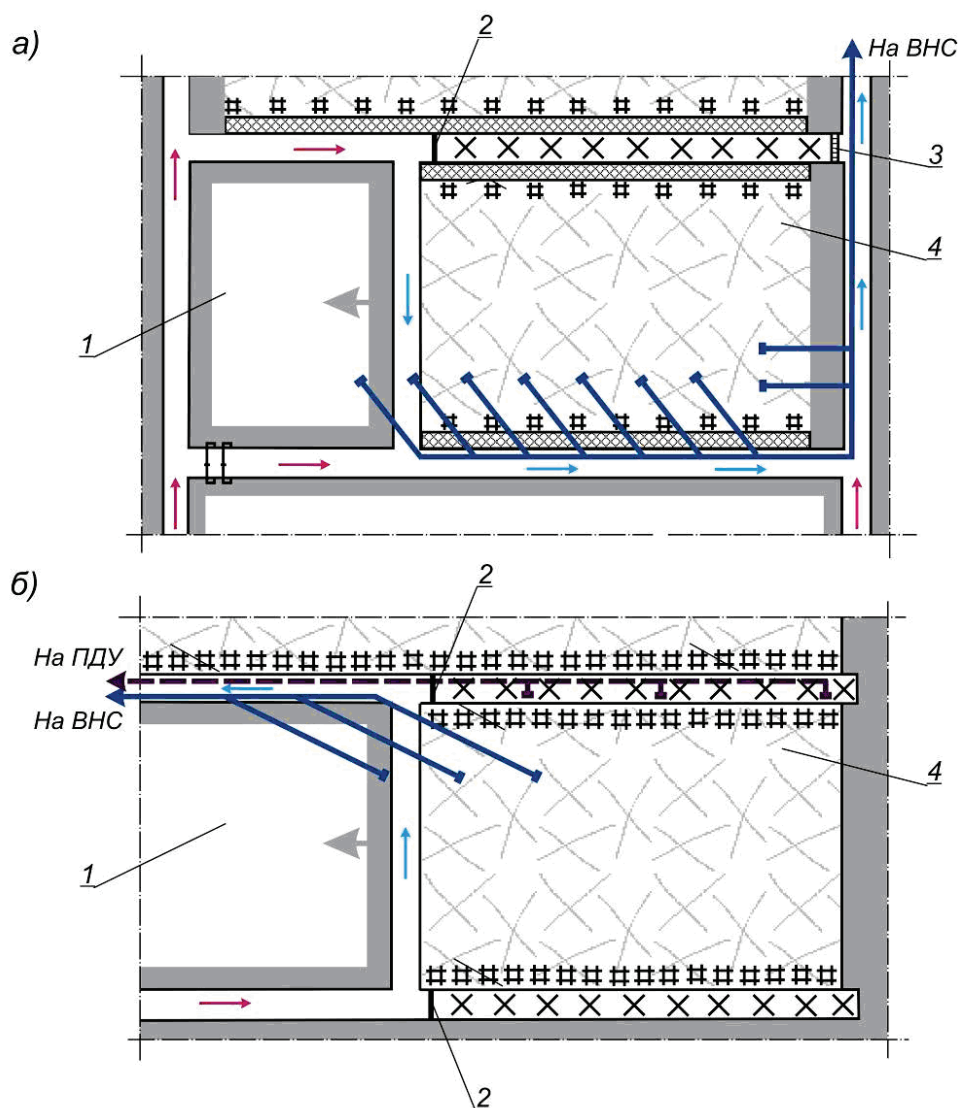


Разбавить воздухом такое количество выделяющегося метана до безопасных концентраций практически невозможно. Поэтому, основным средством для снижения выделения метана в горные выработки и обеспечения газовой безопасности при увеличении угледобычи является высокоэффективная дегазация. В настоящее время её на шахтах Украины осуществляют, руководствуясь отраслевым стандартом «Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации» [3], разработанным по результатам исследований, проведенных до 2003 года.

Схемы проветривания выемочных участков и эффективность применяемых способов дегазации. Известно, что более высокие скорости подвигания очистного забоя достигаются при столбовых системах разработки, а газовая безопасность обеспечивается применением высокоэффективной дегазации в условиях двух принципиально различных схем проветривания выемочных участков и нескольких их вариантов [5]. Это схемы проветривания типа 3-В (2-В), когда исходящая вентиляционная струя примыкает к выработанному пространству и подсвежается струей воздуха, движущейся со стороны целика угля, и типа 1-М, когда исходящая вентиляционная струя воздуха примыкает к целику угля. Принципиальным отличием этих схем проветривания является наличие поддерживаемых и контролируемых вентиляционных выработок позади очистного забоя - схемы проветривания типа 2-В и 3-В и при их отсутствии – это схема проветривания типа 1-М (рис. 1). Этими отличиями схемы проветривания обуславливаются особенностями проектирования вентиляции и дегазации выемочных участков угольных шахт и, соответственно, производится расчет максимально допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору.

Как известно, в пределах выемочного участка метан в основном выделяется из очистного забоя (обнаженной поверхности разрабатываемого угольного пласта), отбитого угля в лаве и в конвейерной выработке, из угля, оставляемого в выработанном пространстве в целиках и не вынимаемых угольных пачках, из подработанных и надработанных сближенных угольных пластов-спутников и вмещающих газонасыщенных пород [4, 5], а также при суфлярах и других формах импульсного метановыделения [6].

Дегазация разрабатываемого угольного пласта, предварительная или текущая, на современных глубинах разработки в условиях шахт Донбасса практически не применяется из-за ее малой эффективности, обусловленной, как известно, низкой природной проницаемостью угольных пластов. В то же время применение эффективных способов дегазации подработанных и надработанных угольных пластов и вмещающих пород, а также выработанного пространства может позволить снизить выделение метана из выработанного пространства в выработки на 70-95% и за счет этого обеспечить высокую скорость подвигания очистного забоя. В таких случаях основным сдерживающим фактором в повышении добычи угля является выделение метана из очистного забоя и отбитого угля. При этом, может иметь место импульсный перевод сорбированного метана в свободный, что приведет к спонтанному метановыделению в забой выработки.



1 – разрабатываемый угольный пласт; 2 – переносная перегородка; 3 – глухая перегородка; 4 – выработанное пространство; — — — — — дегазационный газопровод; — — — — — скважины в кровлю; — — — — — газоотсасывающий трубопровод; — — — — — «свечи»; — — — — — свежая струя воздуха; — — — — — исходящая струя воздуха.

Рис. 1 Основные типовые схемы дегазации кровли скважинами: а) – прямоточные схемы проветривания типа 2-В и 3-В; б) – возвратная схема проветривания типа 1-М

При применении схем проветривания типа 2-В и 3-В свежая вентиляционная струя воздуха подаются по двум выработкам, примыкающим к отрабатываемому угольному массиву, а исходящая вентиляционная струя отводится по поддерживаемой за лавой выработке и примыкает к выработанному пространству. Отличаются между собой эти схемы проветривания тем, что при схеме типа 2-В метан, выделяющийся из отбитого угля, транспортируемого из лавы, поступает в очистную выработку, а при схеме типа 3-В он с дополнительным воздухом (подсвежение) поступает в исходящую струю выемочного участка.

В рассматриваемых условиях дегазационные скважины бурятся позади



очистной выработки (рис. 1,а). При соблюдении технологии ведения дегазационных работ [3] эффективность дегазации кровли может достигать 70-80%, когда в работе будет находиться 8-12 скважин на расстоянии до 200-250 м от очистного забоя. Такая достаточно высокая эффективность дегазации обусловлена тем, что в результате охраны дегазационной скважины от разрушения её ствол над выработанным пространством остается целостным. Это позволяет каптировать метан непосредственно из зоны разгрузки подработанного углепородного массива. Оставшийся после дегазации кровли метан выделяется в выработанное пространство и выносится утечками воздуха в вентиляционную выработку по всей её длине, где разбавляется вентиляционной струей. Для предотвращения опасности образования местных скоплений метана в очистной выработке у выработанного пространства под вентиляционным штреком метан отводят через каналы в охранной полосе. При этом в вентиляционной выработке вдоль охранной полосы на участке до 50 м от лавы могут образовываться местные (слоевые) скопления метана с концентрацией, превышающей допустимые нормы.

Кратко рассмотрим основные достоинства и недостатки этих схем.

Итак, достоинствами схемы проветривания типа 3-В, является: подача свежего воздуха к очистному забою по двум выработкам при разработке выбросоопасных угольных пластов; обособленное разбавление метана и угольной пыли по источникам поступления; возможность подачи на выемочный участок большого количества воздуха; возможность осуществлять эффективную дегазацию кровли и почвы скважинами и регулировать вакуум в их устьях; снижение опасности образования местных скоплений метана в очистной выработке у выработанного пространства под вентиляционным штреком; благоприятные условия для выхода людей в выработку со свежей струей воздуха и ведения аварийно-спасательных работ.

А недостатками этой схемы является: трудности в обеспечении требуемого расхода воздуха в очистной выработке, что создает опасность скоплений метана в зоне рабочего органа выемочной машины. Особенно при высоких утечках воздуха через выработанное пространство; большие затраты на проведение дополнительных фланговых выработок; трудности в поддержании вентиляционной выработки позади очистного забоя.

На выемочных участках, проветриваемых по схеме типа 1-М, исходящая вентиляционная струя воздуха примыкает к отрабатываемому угольному массиву, а вентиляционная выработка за лавой не обслуживается и не контролируется. В таких условиях дегазационные скважины можно бурить только впереди очистного забоя навстречу его движению (рис. 1,б). Количество одновременно работающих дегазационных скважин, до подработки их устья, как правило, не превышает трех [3]. Скважины попадают в зону разгруженных от горного давления пород в непосредственной близости от очистного забоя, где выделение метана из угольных пластов и пород кровли не достигает максимума. После прохода лавы под устьями таких скважин они разрушаются и, поэтому их предусмотрено [3] отключать от дегазационной системы, а газопровод сокращать. Дебит метана по таким скважинам не велик, поэтому их



эффективность, как правило, не превышает 30-40%. Если газопровод и подключенные к нему скважины оставлять в неконтролируемой части вентиляционной выработки они будут каптировать метан из зоны обрушения пород на конце обсадной трубы. В этом случае, как показывает опыт ведения горных работ, эффективность дегазации кровли может достигать 40-45%, в зависимости от сохранности газопровода и скважин в неконтролируемой части вентиляционной выработки. Оставшийся после дегазации кровли скважинами метан поступает в выработанное пространство, а затем выносится утечками воздуха на сопряжение лавы с вентиляционной выработкой. Это даже при малом дебите метана (0,5-1,5 м³/мин) нередко приводит к образованию местных скоплений с недопустимой концентрацией. Последнее, передача приводится к авариям связанным со взрывами метана [7]. Это объясняется недостаточной турбулизацией потоков воздуха из лавы и из выработанного пространства на их сопряжении.

Для снижения выделения метана из выработанного пространства в горные выработки предусматривается [3] осуществлять его дегазацию «свечами» по отдельному газопроводу, остающемуся в неконтролируемой части вентиляционной выработки. Эффективность этого способа дегазации может достигать 50-60% в зависимости от доли утечек воздуха через выработанное пространство, которую каптирует дегазационная система и сохранности газопровода в неконтролируемой части вентиляционной выработки.

При схеме проветривания типа 1-М применение комплексной дегазации – кровли скважинами и выработанного пространства «свечами» с эффективностью 40% и 60%, соответственно обеспечивает снижение выделения метана из выработанного пространства в горные выработки на 76%. Но даже при такой эффективности комплексной дегазации не предотвращается опасность образования местных скоплений метана на сопряжение лавы с вентиляционной выработкой с недопустимой концентрацией. Поэтому, для обеспечения газовой безопасности дополнительно к дегазации предусмотрено применять изолированный отвод метана из тупика вентиляционной выработки. Понятно, что схема 1-М имеет определенные достоинства и недостатки. Рассмотрим их. Достоинствами схемы проветривания типа 1-М, является: возможность обеспечения высокой скорости движения воздуха в очистной выработке, снижающей опасность скоплений метана в зоне рабочего органа выемочной машины; меньший по сравнению со схемами типа 2-В и 3-В расход воздуха для проветривания выемочного участка; отсутствие необходимости в проведении и содержании фланговых вентиляционных выработок; отсутствие необходимости в поддержании вентиляционной выработки за лавой по всей её длине, что позволяет обеспечить высокую скорость подвигания очистного забоя.

Недостатками же этой схемы является:

- низкая эффективность дегазационных скважин, пробуренных навстречу очистному забою;
- необходимость осуществления дегазации выработанного пространства «свечами» по отдельному газопроводу;



- необходимость осуществления изолированного отвода метана из тупика вентиляционной выработки в исходящую струю или за пределы выемочного участка газоотсасывающими вентиляторами;

- высокая опасность образования местных скоплений метана на сопряжении лавы с вентиляционной выработкой;

- большие потери труб и металлической крепи.

Недостатками этих схем проветривания в части опасности образования местных скоплений метана обусловлены места взрывов и вспышек метана, а также тяжесть последствий.

При схемах проветривания типа 2-В и 3-В взрывы и вспышки метана происходят как правило в рабочем пространстве лавы или в вентиляционной выработке на участке до 50 м от лавы. В результате взрывов и вспышек часто возникают пожары, а травмы различной степени тяжести, в основном ожоги, получают от нескольких до 15-20 человек. При этом горные выработки как правило не разрушаются.

В случае применения схем проветривания типа 1-М взрывы и вспышки метана чаще происходят на сопряжении лавы с вентиляционной выработкой и приводят к большому числу смертельного травматизма, пожарам и разрушениям горных выработок [4, 7].

Влияние скорости подвигания очистного забоя на эффективность дегазации. Выемка угля на шахтах Донбасса с высокой нагрузкой на лаву, углубление горных работ и повышение темпов угледобычи приводят к росту метанообильности очистных выработок в пределах выемочных участков. В связи с этим, при разработке угольных пластов на шахтах Донбасса с природной газоносностью 20-25 м³/т с.б.м. без эффективной их дегазации, максимально допустимая по газовому фактору нагрузка на очистной забой составляет 600-700 т/сут. на 1 м вынимаемой мощности пласта.

Установлено, что эффективность дегазации разрабатываемых угольных пластов в основном зависит от их газоотдачи, расстояния между скважинами, диаметра скважин и продолжительности процесса дренирования метана в скважины. Влияние скорости подвигания очистного забоя на эффективность дегазации разрабатываемого угольного пласта однозначно не установлено. При расстоянии между скважинами от 10 до 25 м и времени дренирования метана в дегазационные скважины от 60 до 470 сут. эффективность дегазации составляла от 12 до 45%. Высокая эффективность дегазации отмечена на пластах с относительно высокой газоотдачей, небольшим расстоянием между скважинами и длительном времени дегазации.

С увеличением глубины разработки газоотдача угольных пластов снижается, поэтому на глубине 600-800 м эффективность предварительной дегазации пласта на выемочном участке в 1,5-2,0 раза ниже, чем на глубине 300-400 м. Из-за высокой трудоемкости и невысокой эффективности на современной глубине разработки ни один из способов предварительной дегазации разрабатываемых угольных пластов не нашел широкого применения на шахтах Украины.

Опыт отработки угольных пластов в Донбассе, имеющих природную



газоносностью 20-25 м³/т с.б.м., без их предварительной и текущей дегазации на глубине 700 м и более показал, что при эффективной дегазации спутников, газо-насыщенных вмещающих пород и выработанного пространства фактическая нагрузка на очистной забой существенно превышает 1000 т/сут на 1 м вынимаемой мощности пласта. По-видимому, в следствие снижения газоотдачи разрабатываемых угольных пластов с глубиной и увеличением скорости их отработки уменьшается доля выделения из них в газовом балансе выемочных участков. Следовательно, процесс выделения метана из разрабатываемого угольного пласта на современных глубинах разработки и интенсификации угледобычи нуждается в дополнительном изучении.

Выполненными исследованиями [4, 5] также установлено, что увеличение скорости подвигания очистных забоев на выемочных участках, со схемой проветривания типа 1-М с 0,8-1,0 до 2,5-4,0 м/сут приводит к снижению эффективности дегазации скважинами, пробуренными на подрабатываемые сближенные пласты и над куполами обрушения, в среднем в 2 раза. Так, например, на шахте им В.М. Бажанова увеличение скорости подвигания очистного забоя с 0,54 до 2,15 м/сут привело к снижению эффективности дегазации кровли с 40 до 11%. По мнению специалистов, это обусловлено тем, что скважины, пробуренные на сближенный пласт, подрабатывались раньше, чем разгружался пласт в месте его пересечения скважиной.

На экспериментальных выемочных участках, отрабатываемых по сплошной системе разработки и схеме проветривания типа 1-В, когда дегазационные скважины бурятся из поддерживаемой и контролируемой за лавой выработки, увеличение скорости подвигания очистных забоев также сопровождалось снижением эффективности дегазации. Но оно было не столь значительным и обусловлено тем, что бурение скважин отставало от подвигания лавы и часть скважин функционировала уже в частично разгруженной и дегазированной зоне. Так, на шахте им. К.И. Поченкова увеличение скорости подвигания очистного забоя с 0,5 до 1,8 м/сут привело к снижению эффективности дегазации кровли с 64 до 62%.

Исследования МакНИИ [6] также показали, что увеличение скорости подвигания очистных забоев сопровождается ростом выделения метана в пределах выемочных участков и снижением эффективности дегазации кровли скважинами, пробуренными навстречу движению лавы. Как правило скважины начинают работать, когда их устья находятся на расстоянии 25-30 м впереди очистного забоя. Поступление метана в скважины достигает максимума при приближении очистных забоев к их устьям на 10-15 м. При дальнейшем перемещении очистного забоя часть скважины, остающаяся в выработанном пространстве, разрушается, и большая часть метана засасывается в месте пересечения скважины с плоскостью сдвижения пород. Это место постепенно перемещается вниз, и аэродинамическая связь скважины с источником метана ухудшается, а с выработанным пространством улучшается. В результате снижается содержание метана в отсасываемом газе и количество извлекаемого ею метана. После подработки устья скважины лавой основной приток газа в неё происходит у конца обсадной трубы. За её пределами скважины, как правило,



разрушены. Это подтверждено неоднократным зондированием скважин и исследованием притоков метана по её длине в зависимости от расположения устья скважины относительно очистного забоя.

Таким образом, выполненный анализ показывает, что эффективность дегазации подработанного горного массива скважинами, пробуренными из поддерживаемой за лавой вентиляционной выработки при соблюдении технологии ведения дегазационных работ может достигать 70-80%, когда в работе будет находиться 8-12 скважин на расстоянии до 200-250 м от очистного забоя. Высокая эффективность дегазации обусловлена тем, что в результате охраны скважины от разрушения её ствол над выработанным пространством остается целостным. Это позволяет каптировать метан непосредственно из зоны разгрузки подработанного угле-породного массива.

Эффективность дегазации подработанного горного массива скважинами, пробуренными навстречу очистному забою, при схемах проветривания выемочных участков с отводом исходящей струи воздуха на угольный массив, не превышает 30-40%. Количество одновременно работающих скважин, до подработки их устья как правило не превышает трех. Скважины попадают в зону разгруженных от горного давления пород в непосредственной близости от очистного забоя, где выделение метана из угольных пластов и пород кровли не достигает максимума. После прохода лавы под устьями таких скважин они разрушаются и, поэтому их отключают от дегазационной системы, а газопровод сокращают. Если газопровод и подключенные к нему скважины оставлять в неконтролируемой части вентиляционной выработки они будут каптировать метан из зоны обрушения пород на конце обсадной трубы. В этом случае эффективность дегазации кровли может достигать 40-45%, в зависимости от сохранности газопровода и скважин в неконтролируемой части вентиляционной выработки.

Увеличение скорости подвигания очистных забоев сопровождается ростом выделения метана в пределах выемочных участков и снижением эффективности дегазации кровли скважинами, пробуренными навстречу движению лавы в среднем в два раза.

Литература:

1. Правила безопасности в угольных шахтах. - Киев: Основа, 2005. – 398 с.
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – Киев: Основа, 1994. – 311 с.
3. Дегазація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації: СОУ 10.1.00174088.001-2004, – Київ: Мінтопенерго України, 2004. – 167 с.
4. Звягильский Е.Л. Управление метановыделением на выемочных участках угольных шахт / Е.Л. Звягильский, Б.В. Бокий, О.И. Касимов. – Донецк: Ноулидж, 2013. - 124 с.
5. Минеев С.П. Оценка возможности импульсного выделения сорбированного метана из угольного пласта / С.П. Минеев, А.А. Прусова, А.А. Потапенко, В.Н. Кочерга. - Уголь Украины, 2014, №10. - С. 31-36.
6. Минеев С.П. Оценка импульсного метановыделения в зонах



геологических нарушений при обрушении кровли / С.П. Минеев, В.Н. Кочерга, А.С. Янжула. - Уголь Украины, 2015, №7-8. - С. 26- 31.

7. Грядущий Б.А. Об аварии, произошедшей на шахте «Степова» /Б.А. Грядущий, С.П. Минеев, И.А. Ященко, А.И. Холод, И.Б. Беликов. - Уголь Украины, 2017, №7-8, - С. 48-53.

Abstract. The development of gas-bearing strata in the mines of Ukraine with high methane formation of the layer is complicated by the release of methane into the mine workings. A number of measures have been developed to reduce gas emissions into mountain mines. In this paper, we consider the ventilation schemes for excavation sites and the efficiency of the degassing methods used, for example, the conditions of the mines of the Donbass of Ukraine. And also the influence of the speed of moving the face on the efficiency of degassing in the conditions of mines being developed is analyzed. As a result of the application of measures to reduce methane emissions into mine workings in mines, it can lead to the safe conduct of work on the gas factor.

Key words: degassing, methane evolution, air consumption, gas capping, airing scheme, air leakage, ventilation, degassing wells, speed of movement of the face.

References:

1. Pravila bezopasnosti v ugolnih shahtah [Safety rules in coal mines] - Kiev: Osnova [The basis], (2005), 398 p.

2. Rukovodstvo po proektirovaniu ventilatsiy ugolnih shaht [Guide to the design of coal mine ventilation] - Kiev: Osnova [The basis], (1994), 311 p.

3. Degazacia vugilnih shaht. Vimogi do sposobiv ta shemi degazacii [Degasification of coal mines. Requirements for methods and schemes of degassing]: SOU 10.1.00174088.001-2004, - Kyiv: Mintopenergo of Ukraine, (2004), 167 p.

4. Zvyagilsky E.L. (2013). Upravlenie metanovideleniem na viemochnih uchastkah ugolnih shaht [Management of methane emissions at coal mine sites] / E.L. Zvyagilsky, B.V. Boki, O.I. Kasimov. - Donetsk: Nouledge, 124 p.

5. Mineev S.P. (2014). Ocenka vozmognosti impulsnogo vidileniya sorbirovannogo metana iz ugolnogo plasta [Evaluation of the possibility of pulsed separation of sorbed methane from a coal seam] / S.P. Mineev, A.A. Prusova, A. A. Potapenko, V.N. Kocherga, Ugol Ukraine [Coal of Ukraine], issue 10, pp. 31-36.

6. Mineev S.P. (2015). Ocenka impulsnogo metanovideleniya v zonah geologicheskikh narusheniy pri obrushenii krovli [Evaluation of pulsed methane evolution in the zones of geological disturbances during roof collapse] / S.P. Mineev, V.N. Kocherga, A.S. Yanzhula, Ugol Ukraine [Coal of Ukraine], issue 7-8, pp. 26-31.

7. Gryaduschiy B.A. (2017). Ob avarii, proizoshedshey na shahte «Stepova» [About the accident that occurred at the mine "Stepova"] / B.A. Gryaduschiy, S.P. Mineev, I.A. Yaschenko, A.I. Hollod, I.B. Belikov, Ugol Ukraine [Coal of Ukraine], issue 7-8, pp. 48-53.

Научный руководитель: д.т.н., проф. Минеев С.П.

Рецензент: д.г.н., Баранов В.А.

Статья отправлена: 02.03.2018 г.

© Минеев С.П.



METHOD FOR DETECTING DEFECTS IN PARTS OF AGRICULTURAL MACHINERY

МЕТОДИКА ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ У ЧАСТИНАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МАШИНИ

Karabinesh S.S./ Карабиньош С.С.,

s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7459-1753X>

Kulik V.A. /Кулик В.О.

student, студент

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

s. Kyiv-41, Heroes of Defense, 16

Національний університет біоресурсів і природокористування України

м. Київ -41, вул. Героїв оборони, 16

Abstract. Conceptual bases of the further technical maintenance of quality of carrying out of repairs and maintenance of machines are developed. The analysis and technological foundations for the implementation of holographic methods have been carried out with increasing operational reliability and trouble-free operation of machines in the process of performing agrotechnical work in plant growing and animal husbandry. The article presents the results of the study of the possibilities of realization of different methods and methods of non-destructive control in their choice by their choice for the effective detection of basic defects and damages to obtain adequate indicators for defect and diagnostics of agricultural machines. The methodical principles of creation of holographic images, which are used as an information base for the study of the suitability of parts of agricultural machines, are given.

Key words: methodology, detection, parts, agricultural machinery, damage, damage, holography, defects, defect, non-destructive testing, laser.

Introduction.

Investigation of damages and defects, determination of the parameters of permissible or boundary states, influence on the change of the surface state of the parts of the main types of loads was carried out on two specially created installations that provide the necessary parameters for their interaction (type of load, type of interference fields, their placement, configuration, etc.). Computer holography (the main type of research carried out) allows you to record a change in the surface at low loads, which, with low rates of state change, cause microdeformation. When considering the tasks of non-destructive control as an information process and abstraction from the physical methods used to control and defect the details of agricultural machinery, the following three characteristic consecutive parts of this process can be distinguished:

- obtaining primary information by measuring by means of converters, for example, optical systems, including holography, and bringing it into a form suitable for further processing;
- information processing, using existing computer software and presentation of processing results in a form suitable for analysis and further interpretation;
- analysis of received information and formation of a decision on the state of agricultural machinery (controlled object), the possibility of its normal functioning or forecasting its residual resource.



Formulation of the problem.

On the basis of previous studies and analysis of literature [1, 3], existing methods and technical means of holography have been determined that influence the quality of the implementation of defect detection and diagnostic processes in the implementation of modern technologies for the performance of service work. The image of a deformed body represented in the form of color interference fields is fixed in the memory of the computer [1, 2, 4].

Despite the progress achieved and the practical skills acquired, there are currently no data available on the study of the technical state of the component, assembly, aggregate, or machine as a whole for different types of load (single or aggregated) with the study of bulk fields of micro-deformation of the surface layers.

Holography solving a wide range of various non-destructive testing problems can significantly increase the reliability of agricultural machinery. The means of this method can be effectively used in the implementation [1, 2, 3]:

- a constructive method for increasing reliability in determining geometric characteristics and parameters of the object, its probabilistic strength properties, permissible limits of the use of new materials, the study of individual elements and parts, units and aggregates in general;

- the technological method of determining the parameters of the technological processes of processing and strengthening the surfaces to detect the presence of defects that may arise in violation of the technology of manufacturing parts, and more;

- the repair method for choosing the rational (optimal) method or method of repair, restoration of the working capacity of parts, their working surfaces, repair materials for determining the main and residual stresses that arise in the course of the implementation of reciprocally servicing works.

- operating method for correct selection of machine load modes, thermal mode of machines, predictive terms, maintenance volumes, required modes, and other.

In other methods, the feedback is used in the form of an electric signal, an acoustic wave, a thermogram, and the other, which is most convenient for the registration and further processing of the primary information. Its further processing can be carried out both in the analog type and in digital views, depending on the complexity of the algorithm and the target expediency. Currently the prevalence of the use of digital information processing, which provides a number of benefits. Methods and means for obtaining the primary information regarding the tasks of non-destructive control have now been widely developed and deeply worked out both in technical and scientific plans.

Results

The analysis of possible ways to further improve the efficiency of agricultural machinery use in crop and livestock production indicates the promising introduction of the latest technologies for the performance of service work using holographic methods. In general, during the research, the following types of loads were used: mechanical (stretching, compression, torsion, bending and their complex combination); thermal local, thermal radiation general acoustic excitement by pressure or vacuum, and also for destruction of load samples by impact recommended



by special literature [2, 3].

Studies have been carried out on two-pulse holographic devices by speckle interferometry and its computer manifestation. In the first case (see Fig. 1), the coherent light beam emitted by a laser (1) passes through a collimator formed by two lenses with a curved diameter of 25 mm and a focal length of 20 mm (2) and a convex diameter of 90 mm and a focal length of 200 mm, mirrors (4, 5, 6, 7), comes to a scattering lens (8) with a diameter of 100 mm and a focal distance of 600 mm and is directed directly to the surface of the object under study, the details (13). A specially anticipated regulator of the position of the lens can provide the observation of the upper and lateral surfaces of the product with the help of a mirror 10. Under these conditions, 65% of the intensity of light falls on its upper part.

Methods for the recording of holograms are the methods proposed by Yu.N. Denisyuk and P. M. Boone [1, 5], with the fixation of the film on special protective screens (10 and 11) located directly in front of the object (13). Recording of holograms was performed using two-pulse ruby laser "Lumonics" HL 32 JK Lasers, on AGFA firmware film sensitive to coherent red light. Samples or parts that had insufficient or superfluous reflex ability, were covered with a special paint and applied a coordinate grid on them. The studies were conducted in two-pulse mode when the exposure time was changed from 1 ns to 120 ns. Conditions for conducting the experiment were provided by a specially designed device for the inclusion of a laser (protected by a patent) at the appropriate given moments (Fig. 2). Two-pulse holography was used to investigate the presence of external and sub-surface defects in details that were made of steel, cast iron, plastics, metal-polymers, non-ferrous metals, and others.

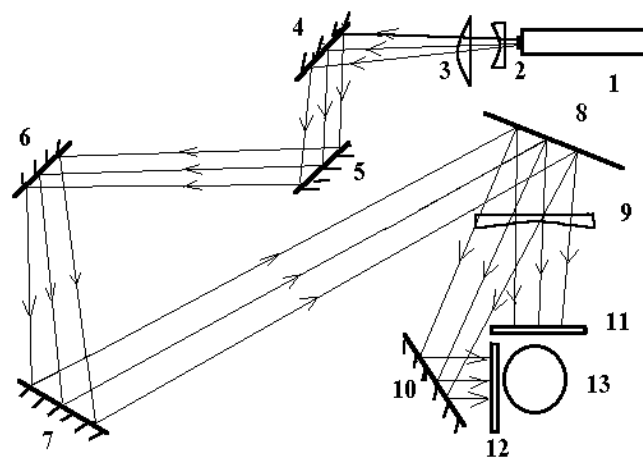


Fig. 1. Optical scheme of research double pulses holography:

1- laser; 2, 3, 9 - lenses; 4, 5, 6, 7, 8 and 10 - mirrors; 11, 12 - shields; 13 - the part of machine

Holography, when determining the technical condition of the parts of agricultural machines, is to implement the following technological methods: the part is prepared in such a way as to create a diffusion reflection of a coherent plane parallel beam of a laser that illuminates the surface of the part. The laser uses helium



- neon, ruby or argon. Ruby laser is used mainly for the implementation of classical holography to study the fleeting processes associated with the destruction of surfaces when determining the boundary parameters of the technical state of products. With the camcorder, they fix the illuminated surface of the part, and the received information in the form of a digital signal through the digital adapter is recorded in the memory of the personal computer.

To ensure a qualitative study of the technical condition of agricultural machines using holography, it is necessary to create conditions for the formation of highly contrasting interference bands in the layer of a photographic emulsion or on a computer hologram. At present, the issues of control of agricultural machinery, equipment and reagent by holographic and optical methods did not turn up and, accordingly, did not study the conditions of holography of surfaces of parts and units of machines, including agricultural ones. The results of studies, analysis of data from literary sources indicate the unconditional relevance of such works and their practical value in improving the reliability of such objects.

Conclusions. Thus, defects may appear on any unlimited surface of the body of the product, have different depth of occurrence, direction, size of disclosure, geometric sizes, configuration, and so on. Detection of defects and damage using conventional methods is rather complicated. It is established that the combination of two types of holography gives one hundred percent result in the presence of hidden defects. The best results were obtained when applying a complex load, with the simultaneous implementation of two or even three types of loads that are diverse in their physical nature.

Bibliography

1. Karabynys S.S. (2013) Defects. Damage to parts. Methods of their determination / S.S.Karabines. - Germany, Saarbrücken, Palmarium Academic Publishing -. 89.
2. Karabinesh S.S. (2016). Holography control of parts details. Germany, Saarbrücken, Palmarium Academic Publishing -233.
3. Novitsky A.V. (215). Investigation of dynamics of changes in reliability indexes of the complex system "Man-Machine" / AV Novitsky // Collection of scientific works SWorld, March 17-29. - Engineering, Volume 6 Issue. 1 (38). -p. - 74 - 78
4. Karabinesh S.S. (2016). Determination of technical condition of shell thin-walled constructions by holography at acoustic loading. / Karabinesh S.S. - Sworld, вип.3, (44), т.2, -с. 97-102.

Анотація. Розроблено концептуальні основи подальшого технічного забезпечення якості проведення ремонтів та обслуговування машин. Проведено аналіз та технологічні основи впровадження голографічних методів з підвищенням експлуатаційної надійності та безперебійної роботи машин у процесі виконання агротехнічних робіт у рослинництві та тваринництві. У статті представлені результати дослідження можливостей реалізації різних методів та методів неруйнівного контролю за їх вибором за їх вибором для ефективного виявлення основних дефектів та пошкоджень для отримання адекватних показників дефектів та діагностики сільськогосподарських машин. Наведено методичні



засади створення голографічних зображень, які використовуються в якості інформаційної бази для вивчення придатності деталей сільськогосподарських машин.

Ключові слова: методика, виявлення, деталі, сільськогосподарські машини, пошкодження, пошкодження, голографія, дефекти, дефектування, неруйнівні випробування, лазер.



УДК 631.3:621.1

DETERMINATION OF HYDROSTATIC PRESSURE ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОСТАТИЧНОГО ТИСКУ

Vasilenkov V.E. / Василенков В.Є.

с.т.с., as. prof. / к.т.н., доц.

National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kyiv, Heroyiv Oborony, 15, 03041

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев,

ул. Героев Оборона 15, 03041

Анотація. В статті наведено результати досліджень випадку рівноваги (спокою) рідини під дією однієї поверхневої сили (сили тиску на вільну поверхню рідини) і однієї масової сили. Приведено формулу визначення одиничного гідростатичного тиску і його залежність від глибини занурення точки і ваги рідини над даною точкою. Доведено, що для вимірювання тиску, який дорівнює одній атмосфері ($9,81 \cdot 10^4$ Па) потрібно п'єзометр з трубкою заповненою водою висотою 10 м. При вимірюванні аналогічного тиску ртутним п'єзометром (щільність ртуті $\rho_p = 13600 \text{ кг/м}^3$) висота 735 мм.рт.ст.

Ключові слова: рівновага рідини, прилади, параметри, тиск.

Актуальність. Вимірювання тиску чи розрідження полягає у встановленні значень цих величин у рідкому чи газоподібному середовищі. Це необхідно для керування технологічними процесами та забезпечення безпеки виробництва. Крім цього, цей параметр використовується при непрямим вимірюваннях інших технологічних параметрів: рівня, витрати, температури, густини тощо, тому це являє собою одну з головних задач гідродинаміки і являється актуальною задачею

Мета роботи: кількісне визначення параметрів тиску в гідравлічних системах і технологія їх підрахунків.

Матеріали і методика досліджень. Схеми підключення і методика вимірювання параметрів тиску рідин у стані спокою

Результати досліджень. Всі рідини на Землі знаходяться під тиском поверхневих і масових сил [1-3].

До поверхневих належать сили, що діють на поверхню, які відділяють об'єм рідини, що розглядається, від газової або твердої фази. Наприклад, сила тиску атмосферного повітря або поршня на поверхню рідини.

До масових відносяться сили, напрямом і величина яких обумовлена масою самої рідини. Наприклад, сила тяжіння, сили інерції, відцентрова і т. п.

Найбільш простим і тим, що часто зустрічається в природі і техніці випадком рівноваги (спокою) рідини є рівновага під дією однієї поверхневої сили (сили тиску на вільну поверхню рідини) F і однієї масової сили (сили тяжіння) G .

У результаті дії цих сил всередині рідини виникає тиск, який в будь-якій точці визначається за формулою:

$$p_{abc} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{F + G}{S} \quad (1)$$

де p_{abc} - абсолютний одиничний гідростатичний тиск в точці рідини, Н/м²;

F - сила тиску на вільну поверхню рідини над розглянутою точкою, Н;



G - сила гідростатичного тиску, чисельно рівна вазі рідини над розглянутою точкою, Н;

S - площа поверхні, на яку діють сили, м².

Тиск P в якій-небудь точці рідини, що виникає під дією тільки сили тяжіння, називають одиничним гідростатичним тиском:

$$p = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{G}{S} \quad (2)$$

Одиничний гідростатичний тиск має дві основні властивості - тиск у точці по всіх напрямках діє з однаковою силою, і ця сила спрямована завжди по внутрішній нормалі (перпендикуляру) до площі. Іншими словами, одиничний гідростатичний тиск - це стискаюча напружка, що виникає в рідині під дією сил тяжіння.

Одиничний гідростатичний тиск залежить від глибини занурення точки і ваги рідини над даною точкою:

$$p = \rho gh = \gamma h \quad (3)$$

де $\gamma = \rho h$ - питома вага рідини (відношення ваги рідини до її об'єму), Н/м³;

$\rho = m / V$ - щільність рідини (відношення маси рідини до її об'єму), кг/м³;

h - відстань від точки в об'ємі рідини до вільної поверхні, м.

Під вільною поверхнею розуміється поверхня розділу фаз (наприклад, рідина - газ або рідина - тверде тіло).

Якщо на вільну поверхню рідини діє атмосферний тиск p_0 , то загальний або абсолютний тиск в точці рідини:

$$p_{абс} = p_0 + \rho gh = p_0 + p_{изб} \quad (4)$$

У цьому випадку одиничний гідростатичний тиск називають надлишковим тиском і позначають $p_{изб}$.

Якщо на вільну поверхню рідини діє тиск p_m - більший, ніж атмосферний ($p_m > p_a$), тоді абсолютний тиск в точці рідини:

$$p_{абс} = p_0 + p_m + \rho gh = p_0 + p'_{изб} \quad (5)$$

У цьому випадку під надлишковим тиском розуміють суму тисків манометричного і гідростатичного, який дорівнює pgh .

Вирази (3) і (4) називаються основними рівняннями гідростатики і дозволяють розрахувати абсолютний або надлишковий тиск в будь-якій точці об'єму рідини, що знаходиться під дією однієї масової сили (сили тяжіння) і однієї поверхневої сили (сили тиску на вільну поверхню).

Надлишковий тиск вимірюється манометром. Найбільш розповсюджені стрілочні манометри мембранного і сифонного типів.

Іншим, не менш поширеним приладом для вимірювання надлишкового тиску, є рідинний манометр (п'єзометр), що представляє собою скляну вертикальну трубку, одним кінцем приєднану до ємності з рідиною. Інший кінець з'єднаний з атмосферою. П'єзометр дає показання надлишкового тиску, вираженого в метрах стовпа рідини, що заповнює п'єзометр. З рівняння (3) висота рідини в п'єзометрі:

$$h = \frac{p_{изб}}{\rho g} \quad (6)$$



Так, для вимірювання тиску, що дорівнює одній атмосфері ($9,81 \cdot 10^4$ Па), буде потрібно п'єзометр з трубкою заповненою водою висотою:

$$h = \frac{p_{\text{изб}}}{\rho g} = \frac{9,81 \cdot 10^4}{1000 \cdot 9,81} = 10 \text{ м}$$

(Густина води $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ при температурі $t = 20^\circ \text{C}$).

Таким чином, при вимірюванні тиску п'єзометром, заповненим водою, ми отримаємо покази тиску, виражене в метрах водяного стовпа: $p = 10 \text{ м вод. ст.} = 1 \text{ атм.}$

При вимірюванні аналогічного тиску ртутним п'єзометром (щільність ртуті $\rho_{\text{р}} = 13600 \text{ кг/м}^3$):

$$h = \frac{9,81 \cdot 10^4}{13600 \cdot 9,81} = 0,735 \text{ м} = 735 \text{ мм.}$$

У цьому випадку цей тиск буде виражено в міліметрах ртутного стовпа: $p = 735 \text{ мм рт. ст.} = 1 \text{ атм.}$

Для визначення різниці тисків у двох довільно взятих точках застосовують рідинний диференціальний манометр, який представляє собою U-подібну вертикальну трубку, заповнену рідиною (найчастіше водою або ртуттю). Рідинний дифманометр дає покази різниці (перепаду) тиску, вираженої в метрах стовпа наливої в нього рідини [4-5].

У просторі, заповненому рідиною в стані спокою, завжди можна знайти поверхню, протягом якої гідростатичний тиск не змінюється. Такі поверхні називають поверхнями рівного тиску або поверхнями рівня. Поверхні рівня не перетинаються між собою і розташовані нормально до напрямку масових сил. Так, у рідині, що знаходиться у спокої під дією сили тяжіння, поверхня рівня - горизонтальна площина.

Висновки

Представлена формулу визначення тиску для випадку рівноваги (спокою) рідини під дією однієї поверхневої сили (сили тиску на вільну поверхню рідини) і однієї масової сили. Доведено, що для вимірювання тиску, який дорівнює одній атмосфері ($9,81 \cdot 10^4$ Па) потрібно п'єзометр з трубкою заповненою водою висотою 10 м. При вимірюванні аналогічного тиску ртутним п'єзометром (щільність ртуті $\rho_{\text{р}} = 13600 \text{ кг/м}^3$) висота 735 мм.рт.ст.

Література:

1. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
2. Кравченко В.С. Водопостачання та каналізація. – К.: Кондор, 2009. – 288 с
3. В.А.Дідур, Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривід. Дідур В.А., Савченко О.Д. Пастушенко С.І., Мовчан С.І. / Навчальний посібник. Запоріжжя.: Прем'єр, 2005. – 463 с.
4. О.М. Мороз, Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з гідравліки / Мороз О.М. – Харьков.: ХДТУСГ, 1998. – 37 с.
5. В.М. Боярчук, І.М. Флис, С.В.Сиротюк Гідравліка і



сільськогосподарське водопостачання. Робочий зошит для лабораторних робіт/ Боярчук В.М., Флис І.М., Сиротюк С.В. – Львов.: ЛДАУ, 2000.– 43 с.

Abstract. The article presents the results of investigations of the case of equilibrium (rest) of a liquid under the action of one surface force (pressure forces on the free surface of a liquid) and one mass force. The formula for determination of unit hydrostatic pressure and its dependence on the depth of immersion of a point and the weight of a liquid over a given point is given. It is proved that in order to measure the pressure equal to one atmosphere ($9.81 \times 10^4 \text{ Pa}$), a piezometer with a tube filled with water 10 m high will be required. When measuring a similar pressure by a mercury piezometer (mercury density $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg / m}^3$) height 735 mm.hr.st

Key words: liquid equilibrium, devices, parameters, pressure

References

1. Zapolsky A.K. (2005). Vodopostachannya, vodovidvedennya ta yakist' vody'. – Kyiv: High school, 671.
2. Kravchenko V.S. (2009). Vodopostachannya ta kanalizaciya. – Kyiv: Condor, 288.
3. Didur V.A., Savchenko O.D., Pastushenko S.I., Movchan S.I. (2005). Gidravlika, sil's'kogospodars'ke vodopostachannya ta gidropnevmopty'vid. –Zaporozhye: Premier,463.
4. Moroz O.M. (1998). Metody'chni vkazivky' dlya vy'konannya laboratorny'x robit z gidravliky'. – Kharkov: KhDTUsG, 37
5. Boyarchuk V.M. (2000). Gidravlika i sil's'kogospodars'ke vodopostachannyayu. Robochy'j zoshy't dlya laboratorny'x robit. – Lviv: LDAU, 43

Статья отправлена: 10.03.2018 г.

© Василенков В.Є.



УДК 658

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STANDARD GOST R ISO 9001-2015
AND API Q1 9TH EDITION****СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАНДАРТА ГОСТ Р ИСО 9001-2015 И API Q1 9-Й
РЕДАКЦИИ****Zhitnikov A.S. / Житников А.С.***master/ магистр**Volgograd State Technical University, Odessa, Mechnikova 34, 65029**Волгоградский Государственный Технический Университет,**Волгоград, просп. имени В.И. Ленина 28, 400005*

Аннотация. В работе проводится сравнительный анализ требований ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015 и требований API Q1 9-го издания. Рассмотрены разделы национального стандарта и соответствие требований стандарта и спецификации. Выявлены общие требования и особенности, относящиеся к каждому из стандартов.

Ключевые слова: система менеджмента, качества, производство, нефтегазовая ортосоль, ИСО, API.

В настоящее время требования к компаниям, участвующим в тендерах на поставку продукции для предприятий нефтяной или газовой промышленности, включают наличие системы менеджмента качества, соответствующей требованиям международных стандартов ИСО серии 9000.

В то же время, многие отечественные компании хотят сертифицировать свою систему менеджмента качества в соответствии с требованиями спецификации американского института нефти API Q1. Стандарты ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и API Q1 9-й редакции имеют много общих требований, но в то же время наблюдаются некоторые отличия. Рассмотрим эти отличия.

1 Среда организации

В ИСО 9001 устанавливаются следующие требования к среде организации:

- определение внешних и внутренних факторов, влияющих на способность компании достигать намеченных результатов, а также мониторинг и анализ этих факторов;
- определение и учет требований заинтересованных сторон, которые имеют отношение к системе менеджмента качества;
- определение области применения системы менеджмента качества, как документированной информации;
- определение процессов системы менеджмента качества, их взаимодействия, входов и выходов, необходимых ресурсов, критериев оценки функционирования этих процессов и их постоянный мониторинг.

Спецификация API Q1 требует описания порядка выполнения аналогичных требований в виде «Руководство по качеству», в котором в полном объеме должна быть определена область применения системы; описаны последовательность и взаимодействие процессов, а также должны быть приведены ссылки на документированные процедуры, описывающие порядок выполнения процессов системы менеджмента качества.

2 Лидерство



Лидерство является одним из основных принципов, на котором строится система менеджмента качества. Вовлеченность и заинтересованность высшего руководства напрямую влияет на эффективность системы менеджмента качества. Высшее руководство должно демонстрировать на своем личном примере приверженность к постоянному улучшению системы менеджмента качества, разработке и актуализации политики в области качества, обеспечению её всеми необходимыми ресурсами и ориентации на потребителя.

В ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015 устанавливаются следующие требования к высшему руководству компании:

- принятие ответственности за функционирование системы менеджмента качества;
- приверженность к выполнению требований потребителя;
- разработка, внедрение и доведение до каждого сотрудника политики в области качества;
- распределение обязанностей и полномочий;
- выполнение установленных требований к системе менеджмента качества.

Аналогичные требования установлены в API Q1. Но дополнительно эта спецификация обязывает компанию назначить «Представителя руководства», который независимо от других обязанностей, должен нести ответственность и иметь полномочия для обеспечения уверенности в том, что процессы системы менеджмента качества внедрены и поддерживаются в рабочем состоянии. Он должен периодически отчитываться перед высшим руководством об эффективности системы менеджмента качества, инициировать процессы, позволяющие снизить вероятность возникновения несоответствий и обеспечивать своевременную осведомленность персонала всей организации о требованиях потребителя.

3 Планирование

Оба стандарта определяют необходимость при планировании системы менеджмента качества учитывать возникающие риски и возможности. Но, в отличие от ГОСТ Р ИСО 9001-2015, API Q1 требует документировать процесс управления рисками. Оценка риска должна включать вопросы, связанные с:

- наличием рабочих площадей
- наличием необходимых для производства материалов;
- поставкой несоответствующей продукции;
- наличием компетентного персонала.

4 Средства обеспечения

Под средствами обеспечения ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015 года подразумевает все ресурсы, необходимые для эффективного функционирования процессов системы менеджмента качества. В частности, к ресурсам относятся:

- инфраструктура;
- человеческие ресурсы;
- средства для мониторинга и измерения;
- документированная информация;
- компетентный персонал;
- знания организации;



- системы внутреннего и внешнего обмена информации;

Эти требования присутствуют и в API Q1. В пункте 4.3 «Способности организации» спецификация устанавливает требования к обеспечению ресурсами, которые необходимы для разработки, внедрения, поддержания в рабочем состоянии и повышения результативности системы менеджмента качества, требования к компетентности персонала. Стоит отметить, что спецификация API Q1 требует от компании проводить обучение персонала в области менеджмента качества и включать в программу обучения вопросы, определенные потребителем.

5 Деятельность на стадиях жизненного цикла продукции и услуг

Деятельность на стадиях жизненного цикла начинается с определения требований потребителя (входными данными для проектирования) и заканчивается выпуском продукции и при необходимости, последующим её обслуживанием.

ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015 определяет следующие действия к процессам поставки продукции и предоставления услуг:

- определение требований потребителей, нормативных и законодательных требований к продукции и услугам;
- установление критериев приемки для процессов, продукции и услуг;
- определение необходимых ресурсов для достижения удовлетворенности потребителя;
- определение, разработку и актуализацию документированной информации, необходимой для обеспечения уверенности в том, что процессы выполняются согласно плану, а также для демонстрации соответствия продукции и услуг требованиям потребителя;
- связь с потребителем для обмена информацией;
- анализ требований к продукции и услугам;
- проектирование и разработку продукции и услуг;
- управление процессами, продукцией и услугам, поставляемыми внешними поставщиками
- производство продукции и предоставление услуг;
- выпуск продукции;
- управление несоответствующими результатами процессов.

Помимо этих действий, спецификация API Q1 требует наличия в компании документированной процедуры MOC (Management of change – менеджмента изменений).

Еще одним отличием спецификации является требование разработки документированной процедуры «Управление закупками». Причем поставщики должны быть разделены на группы критических и некритических поставщиков и периодически оцениваться по выбранным критериям. К критическим поставщикам относятся, поставщики поставляющие материалы, которые прямым образом влияют на качество конечной продукции.

Критических поставщиков поставщики оценивают по выполнением следующих требований:

- соответствия системы менеджмента качества поставщика требованиям к



системе качества, установленным организацией;

- уверенность в том, что поставщик способен выполнять требования к закупкам (приемка первого изделия, оценка деятельности на предприятии поставщика).

Некритических поставщиков проверяют по одной из выше указанных методик (верификация соответствия системы менеджмента качества, или оценка способности поставщика выполнять требования организации на закупку, или оценка продукции при поставке).

6 Оценка результатов деятельности и улучшение

В целом требования разделов «Оценка результатов деятельности» и «Улучшение» в ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015 соответствуют требованиям разделу «Мониторинг, измерение, анализ и улучшение системы менеджмента качества» спецификации API Q1.

В данном разделе спецификации установлены требования:

- к оценке удовлетворенности потребителя;
- к внутреннему аудиту;
- к анализу данных (степень удовлетворенности потребителей, результаты внутренних аудита, несоответствия и отказы продукции, выявленные после поставки, деятельность поставщиков, цели в области качества и т.д.)
- к разработке, планированию и проведению корректирующих и превентивных действий;
- к анализу со стороны руководства.

Заключение и выводы.

Государственные компании, такие как Газпром, Роснефть и их дочерние организации обращают существенное внимание на то, какие сертификаты в области менеджмента качества имеют поставщики. Это объясняется недоверием к компаниям, сертифицированным на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001, поскольку данный сертификат можно получить даже в случае неполного соответствия системы менеджмента качества установленным требованиям.

Для получения сертификата на соответствие требованиям спецификации API Q1 компании необходимо пройти довольно жесткий внешний аудит, после которого нет полной гарантии того что сертификат будет выдан.

В целом спецификация API Q1 практически полностью перекрывает требования ГОСТ Р ИСО 9001, и по некоторым аспектам ужесточает эти требования.

Однако стоит отметить, что ГОСТ Р ИСО 9001 определяет более жесткие требования в отношении оценки рисков. Если в спецификации API Q1 требуется оценивать риски связанные с поставкой продукции, то в стандарте ИСО 9001 оценка рисков распространяется не только на продукцию, но и на все бизнес-процессы компании. Ориентация на риск ориентированное мышление отсылает компании к изучению стандартов серии ISO 31000, определяющих требования к менеджменту рисков.

Особенностью спецификации API Q1 является её распространение на компании, занимающиеся только производством продукции и понятие «услуг»



в данной спецификации отсутствует.

Очевидно, что в ближайшем будущем выйдет новая, десятая редакция спецификации API Q1, которая преподнесет новации в системе менеджмента качества для организаций нефтегазовой отрасли.

Литература:

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Система менеджмента качества. Требования.- Введен 28.09.2015г. - Москва: Стандартинформ, 2015. -55ст.- (Национальный стандарт РФ).
2. API Q1 9-е издание Спецификация системы менеджмента качества для производственных организаций нефтяной и газовой промышленности. - Введен 01.06.2014г. - Вашингтон: Американский институт нефти, 2013. - 58 ст.

Abstract. *The paper conducts a comparative analysis of the requirements of GOST R ISO 9001 – 2015, and the requirements of API Q1 9th edition. The sections of the national standard and compliance with the requirements of the standard and specification.*

1 environment of the organization.

The Q1 API specification requires a description of how similar requirements are met in the form of a "quality Manual", which should fully define the scope of the system; describes the sequence and interaction of processes

2 Leadership

The requirements of API Q1 comply with the requirements of this section of the standard, but the specification requires the campaign to appoint a representative of the quality manual, which will be the authority and responsibility for the functioning of the quality management system

3 Planning

Both standards determine the need to take into account risks and opportunities when planning a quality management system. But, unlike the GOST R ISO 9001-2015, API Q1 requires to document risk management process.

4 Means of ensuring

It is worth noting that the API Q1 specification Requires the company to provide training in the field of quality management and to include in the training program issues identified by the consumer.

5 Activities at the stages of the product and service life cycle

Activities at the stages of the life cycle begins with the definition of consumer requirements (inputs for design) and ends with the release of products and, if necessary, its subsequent maintenance.

GOST R ISO 9001 – 2015 identifies the following actions to the processes of delivery of products and services

In addition to these actions, the API Q1 specification requires that the company has a documented MOC (management of change) procedure.

6 Performance Evaluation and improvement

In General, the requirements of the sections "performance evaluation" and "Improvement" in GOST R ISO 9001 – 2015 meet the requirements of the section "Monitoring, measurement, analysis and improvement of quality management system" of API Q1 specification.

Key words: *management system, quality, production, oil and gas industry, ISO, API.*

References:

1. Federal Agency on Technical Regulating and Metrology (2015), *GOST R ISO 9001-2015 Sistema menedgmenta kachestva. Trebovaniya* [ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements], Standartiform, Moscow, Russia.
2. American Petroleum Institute (2013), *API SPECIFICATION Q1 9th Edition Specification*



from Quality Management system for Manufacturing Organizations for the Petroleum and Natural Gas Industry, Washington, USA.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Быков Ю.М.

Статья отправлена: 09.03.2018 г.

© Житников А.С.



УДК 538.9

**THERMODYNAMICS OF THE SUPERIONIC PHASE TRANSITION IN A
NON-STOICHIOMETRIC CRYSTAL.****ТЕРМОДИНАМИКА СУПЕРИОННОГО ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В
НЕСТЕХИОМЕТРИЧЕСКОМ КРИСТАЛЛЕ.****Reshetnyak Y.B. / Решетняк Ю.Б.***s.f.-m.s., as.prof. / к.ф.-м.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-5597-5532

*National University of Pharmacy, Kharkiv, 53 Pushkinska str., 61002**Национальный фармацевтический университет, Харьков, ул. Пушкинская, 53, 61002*

Аннотация. В предлагаемой статье анализируется влияние нестехиометрии на температуру суперионного фазового перехода в модели, основанной на предположении о наличии корреляции в расположении междоузельного иона и вакансии, с которой он связан рождением. Нестехиометрические вакансии считаются незаряженными и учитываются только через соответствующее изменение энтропии кристалла. Показано, что нестехиометрия повышает температуру фазового перехода в суперионное состояние.

Ключевые слова: суперионные проводники, фазовые переходы, точечные дефекты, ионная проводимость, стехиометрия, вакансии

Вступление.

Основным свойством суперионных (СИ) кристаллов (СИК) является высокая ионная проводимость σ в твердой фазе, которая может достигать значений, характерных для расплавов ионных кристаллов и даже превосходить их. Такой эффект обусловлен разупорядочением одной из подрешеток кристалла (чаще катионной) при сохранении регулярного расположения атомов в других подрешетках. Причиной возникновения высокой ионной проводимости является резкое увеличение степени дефектности (вплоть до полного разупорядочения) одной из подрешеток кристалла, как правило, в результате фазового перехода (ФП) I или II рода.

В предлагаемой работе рассматривается термодинамика нестехиометрического СИК в предположении, что разупорядочение решетки, является результатом взаимодействия термически активируемых неустойчивых пар вакансии – атом в междоузлии, представляющих собой «мигающие» диполи с временем жизни $\tau \sim 10^{-11}$ секунды. [4, 5].

Основной текст

Пусть в единице объема кристалла находится N узлов разупорядочивающейся подрешетки. Будем полагать, что единственным типом решеточных дефектов являются неустойчивые пары (НП) [4, 5]. Термодинамика суперионного фазового перехода (ФП) в модели НП описана, например, в [1]. Пусть концентрация нестехиометрических вакансий в рассматриваемой подрешетке суперионного кристалла равна δN . В первом приближении их можно считать незаряженными и не вносящими вклада в



энергию кристалла. Выражение для конфигурационной энтропии ΔS , связанной с возникновением в такой подрешетке противоположно направленных НП с концентрацией N_1 и N_2 , приобретает вид:

$$\Delta S = k * \ln \frac{N! f^{N_1+N_2}}{(N-\delta N - N_1 - N_2)! (\delta N)! N_1! N_2!} \quad (1)$$

где k – постоянная Больцмана, $2f$ – число междоузлий в зоне неустойчивости (ЗН) [4, 5]. В приближении среднего поля и с учетом формулы Стирлинга изменение свободной энергии кристалла, приходящееся на один узел рассматриваемой подрешетки, равно:

$$\Delta F = (x_1 + x_2) \bar{E}_n - \varphi (x_1 - x_2)^2 + kT (x_1 \ln x_1 + x_2 \ln x_2 + (1 - x_1 - x_2 - \delta) \ln (1 - x_1 - x_2 - \delta) - (x_1 + x_2) \ln f) \quad (2)$$

где x_1, x_2 – относительные концентрации НП с противоположной ориентацией, $\varphi = \frac{1}{8} \mu q^2 \bar{r}^2 N$, μ – фактор Лоренца, q – заряд междоузельного иона, $\bar{r}$ – среднее расстояние ион – вакансия в НП, $\bar{E}_n$ – средняя энергия образования НП [4, 5], T – температура. Минимизируя (2) по x_1 и x_2 , получим:

$$\begin{cases} \bar{E}_n - 2\varphi(x_1 - x_2) + kT \ln \frac{x_1}{f(1 - x_1 - x_2 - \delta)} = 0 \\ \bar{E}_n + 2\varphi(x_1 - x_2) + kT \ln \frac{x_2}{f(1 - x_1 - x_2 - \delta)} = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Перейдем в (3) к переменным $u = (x_1 + x_2)$ и $z = (x_1 - x_2)/(x_1 + x_2)$:

$$\begin{cases} u = \frac{2f(1-\delta)\exp(-\beta)}{\sqrt{1-z^2} + 2f\exp(-\beta)} \\ \ln \frac{1+z}{1-z} = \frac{4\gamma\beta f(1-\delta)z\exp(-\beta)}{\sqrt{1-z^2} + 2f\exp(-\beta)} \end{cases} \quad (4)$$

где $\beta = \bar{E}_n/kT$, $\gamma = 2\varphi/\bar{E}_n$. Ясно, что u – общая концентрация неустойчивых пар дефектов, а z – относительная разность концентраций НП, междоузельные атомы которых вылетают в противоположных направлениях, является параметром порядка дефектной подсистемы СИК. Легко видеть, что общая концентрация НП u уменьшается, по сравнению со стехиометрическим СИК



[2], в $(1 - \delta)^{-1}$ раз. Проведем исследование (4) по аналогии с [2, 3].

Рассмотрим сначала случай, когда фазовому переходу II рода кристалла в суперионное состояние, сопровождающемуся возникновением порядка в направлении рождения НП ($z \neq 0$), сопутствует еще один, высокотемпературный ФП II рода, связанный с обращением z в ноль при сохранении высокой концентрации НП. Оба ФП II рода осуществляются при условии:

$$\frac{1 + 2f \exp(-\beta)}{2f\beta(1 - \delta) \exp(-\beta)} = \gamma \quad (5)$$

Из (5) следует, что нестехиометрия приводит к повышению температуры СИ ФП II рода T_{c1} и снижению T_{c2} высокотемпературного фазового перехода.

Таким образом, сужается температурный интервал с $z \neq 0$.

В случае СИ ФП I рода получим зависимость T_{c1} от δ из условия $\Delta F = 0$.

Будем также считать, что переход является «сильным», то есть $u = 1 - \delta, z = 1, \delta \ll 1$:

$$T_{c1} = \frac{\bar{E}_n(1 - \delta) - \varphi(1 - 2\delta)}{k(\delta + (1 - \delta) \ln f)} \quad (6)$$

Разложим правую часть (6) с сохранением линейного по δ слагаемого:

$$T_{c1} = T_{c1}^s + \frac{1}{k} \left(\frac{\varphi - \bar{E}_n}{(\ln f)^2} + \frac{\varphi}{\ln f} \right) \delta \quad (7)$$

где T_{c1}^s - температура фазового перехода стехиометрического кристалла. Из (7) следует, что нестехиометрия повышает температуру СИ ФП.

Таким образом, в обоих рассмотренных случаях нестехиометрия сужает температурную область, в которой существует порядок в направлении возникновения неустойчивых пар и сдвигает СИ ФП в сторону более высоких температур.

Заключение и выводы.

На основе изложенного можно сделать вывод о существовании группы кристаллов, которые, будучи стехиометрическими, при некоторой температуре испытывают фазовый переход в суперионное состояние, исчезающий при наличии в этих кристаллах нестехиометрии в подрешетке подвижных ионов. Разупорядочение этой подрешетки в последнем случае, хотя и происходит постепенно с ростом температуры, однако при достаточно высоких T может быть весьма существенным. Достигаемые при этом высокие значения проводимости σ позволяют отнести рассматриваемую группу кристаллов к СИК.



Наличие нестехиометрии является неотъемлемым свойством определённых соединений, которые практически невозможно получить с $\delta = 0$. Поэтому существует принципиальная трудность в наблюдении изменения фазовой диаграммы в зависимости от δ . Однако, в ряде соединений с большой концентрацией вакансий в подрешётках мобильных ионов (β – алюминаты [6] и др.) ионная проводимость с повышением температуры достигает высоких значений без фазового перехода. При исследовании монокристалла селенида меди нестехиометрического состава показано, что структурный переход в суперионное состояние в интервале температур 180-250 К представляет собой размытый фазовый переход I рода [7, 8]. Указанные факты косвенно подтверждают предложенную модель.

Литература:

1. Решетняк Ю.Б. Модели фазовых переходов в суперионных кристаллах // Научные труды SWorld : международное периодическое научное издание. – Иваново : Научный мир, 2016. – Вып. 2(43). – Т. 7. – с. 21 - 25.
2. Забродский Ю.Р., Решетняк Ю.Б., Кошкин В.М. Термодинамика суперионного перехода в модели неустойчивых пар // ФТТ. – 1990. – т. 32. – №1. – с. 69-76.
3. Забродский Ю.Р., Кошкин В.М., Решетняк Ю.Б. Сегнетоэлектрическое упорядочение динамических диполей в суперионных кристаллах // Изв. АН СССР Сер. Физ. – 1990. – т. 54. - №6. – с. 1207-1211.
4. Koshkin V.M., Galchinetskii L.P., Kulik V.N., Ulmanis U.A. Unstable equilibrium and radiation defects in solids // Sol. St. Com. – 1973. – v. 13. - №1. – p. 1-
5. Кошкин В.М., Забродский Ю.Р. Зона неустойчивости вакансии – атом в междоузлии // ФТТ. – 1974. – т. 16. - №11. – с. 3480-3483.
6. Hull S. Superionics: crystal structures and conduction // Rep. Prog. Phys. – 2004. – v. 67. – p. 1233–1314.
7. Биккулова Н.Н., Якшибаев Р.А., Сагдаткиреева М.Б., Асылгужина Г.Н. Суперионная проводимость в твердых растворах халькогенидов меди и серебра // Известия РАН, серия физическая.- 2003. - т.67. - № 7. - с. 915-917.
8. Биккулова Н.Н., Данилкин С.А., Асылгужина Г.Н. Фазовые превращения монокристалла $Cu_{1.8}Se$ // Известия РАН, серия физическая. - 2004.- т.68.- № 10.- с. 1522-1524.

Abstract. In this paper, the influence of nonstoichiometry on the temperature of the superionic phase transition is analyzed. A model based on the assumption of a correlation in the location of the interstitial ion and the vacancy with which it is associated with production was considered. Non-stoichiometric vacancies are assumed to be uncharged and are taken into account only through a corresponding change in the entropy of the crystal. It is shown that non-stoichiometry raises the temperature of the phase transition to the superionic state. Nonstoichiometry narrows the temperature region in which there is an order in the direction of the formation of unstable pairs.

Key words: superionic conductors, phase transitions, point defects, ionic conductivity, stoichiometry, vacancy.

**References:**

1. Reshetnyak Y.B. Models of phase transitions in superionic crystals // Scientific works SWorld. - 2016. – issue 2(43). - vol. 7. – pp. 21 - 25.
2. Zabrodski Y.R., Reshetnyak Y.B., Koshkin V.M. Thermodynamics of the superionic transition in the model of unstable pairs // Solid State Physics. – 1990. – vol. 32. – №1. – pp. 69-76.
3. Zabrodski Y.R., Koshkin V.M., Reshetnyak Y.B. Ferroelectric ordering of dynamic dipoles in superionic crystals // Proceedings of the USSR Academy of Sciences, Series Physics. – 1990. – vol. 54. - №6. – pp. 1207-1211.
4. Koshkin V.M., Galchinetskii L.P., Kulik V.N., Ulmanis U.A. Unstable equilibrium and radiation defects in solids // Sol. St. Com. – 1973. – v. 13. - №1. – p. 1-
5. Koshkin V.M., Zabrodski Y.R. Zone of instability vacancy - atom in internodes // Solid State Physics. – 1974. – vol. 16. - №11. – pp. 3480-3483.
6. Hull S. Superionics: crystal structures and conduction // Rep. Prog. Phys. – 2004. – vol. 67. – pp. 1233–1314.
7. Bickulova N.N., Yakshsbaev R.A., Sagdatkireeva M.B., Asylguzhina G.N. Superionic conductivity in solid solutions of copper and silver chalcogenides // Proceedings of the Russia Academy of Sciences, Series Physics.- 2003.- vol.67.- № 7. pp. 915-917.
8. Bickulova N.N., Danilkin S.A., Asylguzhina G.N. Phase transformations of the single crystal $\text{Cu}_{1.8}\text{Se}$ // Proceedings of the Russia Academy of Sciences, Series Physics.- 2004.- vol.68.- № 10.- pp. 1522-1524.

Статья отправлена: 10.03.2018 г.

© Решетняк Ю.Б.



AGGREGATE TRANSFORMATIONS AND PHASE TRANSITIONS OF THE 2nd GENUS

АГРЕГАТНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ И ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ 2-ГО РОДА

Serkov A.T. / Серков А.Т.,

Serkov A.A. / Серков А.А.

ООО НИЦ (Научно-инженерный центр) «Углекимволокно»,
141 009. Московская обл., г. Мытищи, ул. Колонцова, д. 5

Аннотация. Рассмотрен новый подход к проблеме агрегатных и фазовых переходов, при котором в основу берётся предположение о том, что частицы вещества (атомы, молекулы) взаимодействуют между собой своими массами по обратно квадратичному закону тяготения. Поэтому во всех состояниях они находятся в орбитальном движении относительно друг друга. Принципиальное отличие агрегатных переходов от фазовых состоит в том, что при агрегатных переходах изменяются типы орбит. Разомкнутая параболическая орбита при конденсации превращается в замкнутую круговую. Круговая орбита при отверждении превращается в эллиптическую. В то время как при фазовых переходах происходит только изменение ориентации частиц относительно друг друга без изменения типа орбитального движения. Фазовый переход 2-го рода связан с изменением характера орбитального движения. Движение по эллиптическим орбитам превращается в движение по круговым орбитам и скорее может быть отнесён не к фазовым, а к агрегатным переходам. Поскольку при этом переходе резко повышается хрупкость и наблюдается тенденция к измельчению материала, поэтому предлагается назвать возникающее агрегатное состояние порошковым агрегатным состоянием.

1. Введение.

Агрегатные и фазовые превращения веществ являются наиболее распространенными явлениями в природе. Всего же в различных литературных источниках называют более двух десятков термодинамических состояний вещества, которые переходят из одного состояния в другое, не изменяя химического состава.

Приведём одну из известных классификаций. Твёрдое тело: аморфное (стеклообразное) состояние, кристаллы (монокристалл, поликристалл, кристаллит), сверхтекучее твёрдое тело. Мезофазное состояние: жидкий кристалл (нематик, смектик, холестерик), мезоген, колончатая фаза, клеточная мембрана. Жидкость: расплав, перегретая жидкость, переохлаждённая жидкость, растянутая жидкость, сверхкритическая жидкость, сверхтекучая жидкость. Газообразное состояние: идеальный газ, реальный газ, пар, насыщенный пар, перегретый пар, пересыщенный пар. Плазменное состояние.

Принято считать, что в основе переходов из одного состояния в другое лежит температура вещества, количество подведенного тепла и в конечном итоге тепловая скорость частиц (атомов, молекул), из которых состоит вещество. И это действительно так. Вопрос не требовал бы дополнительного рассмотрения, если с подводом (отводом) тепла наблюдалось плавное, монотонное изменение свойств вещества. Фактически в большинстве случаев при нагреве твёрдого тела в результате агрегатного (фазового) перехода происходит плавление, а нагреве жидкости – её кипение. Это указывает на сложность явления перехода. Объяснение его механизма помимо



теплопередачи требует привлечения других физических закономерностей.

Наиболее сложно дело обстоит с фазовыми переходами 2-го рода. Их чётко зафиксированное количество сравнительно невелико: переход ферромагнитных веществ (железа, никеля) при определенных давлении и температуре в парамагнитное состояние; переход металлов и некоторых сплавов при температуре, близкой к 0 К в сверхпроводящее состояние, характеризующееся скачкообразным уменьшением электрического сопротивления до нуля; превращение обыкновенного жидкого гелия (гелия I) при $T = 2,9$ К в другую жидкую модификацию (гелий II), обладающую свойствами сверхтекучести. Интуиция подсказывает, что фазовые переходы второго рода имеют универсальный всеобщий характер и присущи всем веществам, но с конкретными особенностями проявления для каждого вещества.

Утверждается, что фазовые переходы второго рода не связаны с поглощением или выделением теплоты и изменением объёма. Эти переходы характеризуются постоянством объёма и энтропии, но скачкообразным изменением теплоёмкости. Их трактовка предложена *ЛД Ландау*. Согласно этой трактовке, фазовые переходы второго рода связаны с изменением симметрии. Выше точки перехода система, как правило, обладает более высокой симметрией, чем ниже точки перехода. В настоящее время принято говорить не об изменении симметрии, но о появлении в точке перехода параметра порядка, равного нулю в менее упорядоченной фазе и изменяющегося от нуля (в точке перехода) до ненулевых значений в более упорядоченной фазе [1].

Как видно из приведенных примеров фазовых переходов 2-го рода, все они совершаются при очень низких температурах, где тепловые эффекты крайне малы и с трудом обнаруживаются экспериментально. Тем не менее, исходя из закона сохранения энергии, трудно представить процесс изменения состояния вещества без выделения или поглощения энергии. Правда, такая возможность появляется, если в выражении термодинамического потенциала вместо термодинамического значения энтропии вводится её вероятностное значение [2], что, видимо, и было сделано.

Возможен новый подход к проблеме агрегатных и фазовых переходов, если в основу взять предположение о том, что частицы вещества (атомы, молекулы) взаимодействуют между собой своими массами по обратно квадратичному закону тяготения. Поэтому во всех состояниях они находятся в орбитальном движении относительно друг друга [3]. В этом случае агрегатные и фазовые переходы увязываются с характером орбитального движения, изменениями орбит, по которым движутся частицы. Например, переход от реального газа (перегретого пара) к насыщенному состоянию означает изменение орбиты с гиперболической к параболической. Переход к жидкому состоянию вызван сменой разомкнутой параболической орбиты на замкнутую эллиптическую и круговую орбиту. В том и другом случае мы имеем дело с изменением агрегатного состояния, которое совпадает с фазовым переходом 1-го рода.

Переход от жидкого состояния к твердому, следуя принятой логике,



происходит при изменении орбитального движения частиц с кругового на эллиптическое по траектории эллипса, вписанного в круговую орбиту. Наконец, при охлаждении твёрдого тела и, соответственно, снижения энергии орбиты, по которой осуществляется орбитальное движение в твёрдом теле, орбита при очень низких температурах неминуемо из-за потери энергии снова превращается в круговую, но с меньшим радиусом по сравнению с предыдущей круговой орбитой, см. кривая (2) на рис.1.

В этой статье обосновывается предположение, что это последнее превращение соответствует фазовому переходу 2-го рода. То есть фазовый переход 2-го рода есть фазовый переход в твёрдом теле, обусловленный изменением эллиптической орбиты на круговую орбиту при охлаждении твёрдого тела до определённой температуры – температуры фазового перехода 2-го рода данного вещества.

При орбитальном движении определяющим параметром является расстояние между взаимодействующими частицами в системе. Для заданных масс гравитирующих частиц оно определяет орбитальную скорость и вид орбиты и, следовательно, тип агрегатного состояния. Таким образом, расстояние между частицами может служить однозначным критерием и признаком того или иного агрегатного состояния. Правда, эта однозначность нарушается, когда в действие вступает параметр ориентации взаимодействующих частиц. Это имеет место при отклонении формы частиц от шарообразной. Например, при кристаллизации расстояние между частицами, предписываемое закономерностями орбитального движения, нарушается вследствие образования сильных межмолекулярных связей, действующих асимметрично. Типичным примером здесь является агрегатный переход «вода – лёд». Он же фазовый переход 1-го рода.

Существует смешение понятий, и даже недопонимание различий между агрегатными и фазовыми переходами. В свете изложенных выше соображений представляется логичным связать явление агрегатного перехода с изменением расстояния между частицами, то есть с типом орбит в орбитальном взаимодействии. А явление фазовый переход – с разной ориентацией молекул во время фазового перехода, но в пределах одного типа орбитального взаимодействия.

В этом случае становится понятным возникновение нескольких фазовых состояний вещества, находящегося в одном и том же агрегатном состоянии, например, в твёрдом, или жидкокристаллическом. В целом «орбитальный» подход к проблеме агрегатных и фазовых переходов, как будет показано ниже, позволяет дать исчерпывающую характеристику фазовым переходам 1-го и 2-го рода и установить их место в общей цепи (картине) агрегатных и фазовых переходов.

С целью более объективного применения постулированного выше «орбитального подхода» к рассмотрению агрегатных состояний веществ рассмотрим некоторые закономерности динамики орбитального движения в астрономии, где оно изучено наиболее детально и имеет богатые традиции.



2. Орбитальное движение тел в астрономии.

Орбитальное движение тел рассматривается в разделе астрономии – небесная механика. Её основой являются закон тяготения **И Ньютона** и законы орбитального движения небесных тел **И Кеплера**. Основные закономерности орбитального движения обычно суммируются в виде рисунка с изображением орбит разного типа в зависимости от орбитальной скорости или расстояния между гравитирующими телами. Такое изображение даётся на рис.1.

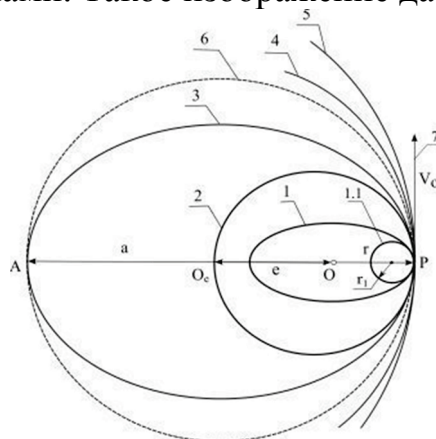


Рис.1. Типы орбит в зависимости от орбитальной скорости

(потенциальной энергии орбиты, расстояния между телами): O- центр круговой орбиты, O_c- центр эллиптической орбиты, P- перигей (перигей) орбиты, A- апогей (апоцентр) орбиты, r- радиус круговой орбиты, r₁- радиус круговой орбиты «внутреннего» эллипса, a- большая полуось, e = O_c/OP- эксцентриситет орбиты, v₀- орбитальная скорость, 1- эллиптическая орбита («внутренний» эллипс), 1.1- круговая орбита «внутреннего» эллипса, 2- круговая орбита, 3- эллиптическая орбита, 4- параболическая орбита, 5- гиперболическая орбита, 6- круговая орбита с радиусом большой полуоси эллипса, энергетически эквивалентная эллиптической орбите.

Вид орбиты в конечном итоге определяется её потенциальной энергией тяготения E_p :

$$E_p = GM_1M_2/R, \quad (1)$$

где G - гравитационная постоянная, M_1 и M_2 - масса центрального и орбитального тела, R - расстояние между телами.

Для круговой орбиты (кривая 2) с орбитальной скоростью v_0 потенциальная энергия равна двум кинетическим:

$$E_p = 2E_k = M_2v_0^2, \quad (2)$$

Это следует из приводимых ниже соотношений. Если уравнение орбитальной скорости круговой орбиты (3.1) умножить на величину $M_o/2$, то получим выражение (3.2)

$$v_k^2 = GM_c/r_p \quad (3.1) \quad v_k^2 M_o/2 = GM_c M_o/2r_p \quad (3.2) \quad 2v_k^2 M_o/2 = GM_c M_o/r_p \quad (3.3) \quad (3)$$

Здесь v_k - орбитальная скорость на круговой орбите, G - гравитационная постоянная, r_p - радиус в периге, M_c и M_o - массы центрального и орбитального тела.

Левая часть полученного уравнения (3.2) выражает кинетическую энергию



орбитального тела, а правая половину его потенциальной энергии. Следовательно, потенциальная энергия тела, находящегося на круговой орбите равна двум кинетическим на той же орбите (3.3).

При увеличении скорости выше круговой для эллиптической орбиты с возросшей орбитальной скоростью и максимальным эксцентриситетом (кривая 3), или параболической орбиты (кривая 4) орбитальная скорость (v_p) равна:

$$v_p^2 = 2GM_c/r_p = 2v_k^2, \quad (4)$$

то есть к фактической орбитальной круговой скорости добавляется ещё v_k^2 и энергия параболической орбиты становится равной трём кинетическим энергиям круговой орбиты $E_p = 3E_k = 3/2 M_o v_o^2$. Это можно видеть, если левую и правую часть уравнения круговой орбитальной скорости (3.1) умножить на величину $3M_o/2$:

$$v_k^2 3M_o/2 = GM_c 3M_o/2r_p, \quad (5.1) \quad 3v^2 M_o/2 = 3GM_c M_o/2r_p \quad (5.2) \quad (5)$$

Уравнение (5) имеет сходство с основным уравнением молекулярно-кинетической теории, что может указывать на общность закономерностей. Детально этот вопрос рассматривается в разделе 3.

Дальнейшее увеличение орбитальной скорости приводит к переходу к гиперболическим орбитам (кривая 5) и сопровождается максимальным ростом их потенциальной энергии.

Теперь рассмотрим изменение вида орбиты при уменьшении орбитальной скорости ниже круговой. В этом случае потенциальная энергия орбиты становится меньше $2E_k$, а сама орбита приобретает форму эллипса (кривая 1), вписанного в круговую орбиту с радиусом r . По соображениям, которые будут рассмотрены позже, назовём эту эллиптическую орбиту в отличие от эллиптической орбиты (кривая 3) «внутренней» эллиптической орбитой. Если продолжать уменьшать орбитальную скорость, то есть снижать потенциальную энергию орбиты, она снова приобретёт форму круга радиуса r_1 (кривая 1.1), вписанного во внутренний эллипс (1).

Описанная схема превращения орбит применялись при многоимпульсных запусках спутников с использованием низкопотенциальной промежуточной орбиты, схема которых показана на рис.2. Подобный прием использовался при запусках советских спутников связи типа «Молния», апогеи которых должны располагаться на высоте около 40000 км и американских спутников связи.

Рассмотрим пример многоимпульсного запуска спутников, то есть многократного увеличения потенциальной энергии орбиты спутника. Спутник запускается с космодрома, расположенного в точке A , см. рис.2, на эллиптическую орбиту с апогеем над точкой A . Разогнав спутник до круговой скорости в точке B , мы выведем его на низкую промежуточную круговую орбиту (кривая 1).

Если сообщить спутнику в точке C приращение скорости, включив двигатель, то спутник перейдет на эллиптическую орбиту с апогеем, расположенным над A . Если в апогее эллиптической орбиты сообщить еще одно приращение скорости, то можно перевести спутник на новую орбиту. В частности, если довести скорость в точке D до местной круговой, то спутник



перейдет на круговую орбиту (кривая 3). Если точка D находится на высоте 35 800 км, то мы получим геостационарный спутник с орбитальной скоростью 3,08 км/с.

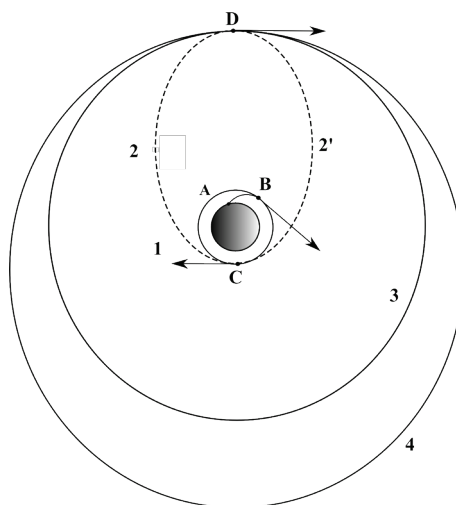


Рис.2. Схема многоимпульсного запуска спутников Земли:

1- круговая орбита, 2- эллиптическая орбита («внутренний» эллипс), 3- круговая орбита, 4- эллиптическая орбита; А- запуск спутника (космодром), В- вывод на круговую орбиту, С- вывод на эллиптическую орбиту, D- вывод на круговую орбиту.

Наконец, в апогее промежуточной орбиты (кривая 2) можно превысить с помощью бортового двигателя местную круговую скорость, и тогда точка D станет перигеем новой эллиптической орбиты (кривая 4). Таким путем выводятся спутники на эллиптические орбиты с высокими перигеями. В качестве примера можно указать американский спутник связи «Реле-2», запущенный на орбиту с перигеем на высоте 2 091 км и апогеем на высоте 7 411 км.

Подчеркнём, что в обоих случаях, как на рис.1, так и на рис.2, при снижении потенциальной энергии орбит после круговой орбиты следует снова эллиптическая орбита с меньшей энергией и затем с ещё меньшей энергией малая круговая орбита. Это обстоятельство важно для рассмотрения проблемы фазового перехода 2-го рода.

Теперь рассмотренные основные закономерности орбитального движения тел в космосе попытаемся адаптировать к движениям микро объектов, то есть движениям атомов и молекул, где до настоящего времени господствующее положение занимает молекулярно-кинетическая теория, которая, к сожалению, не учитывает роль орбитального движения при агрегатных и фазовых переходах.

3. Орбитальное движение атомов и молекул при агрегатных и фазовых переходах веществ.

В двух независимых научных центрах в СССР и Великобритании было показано [4, 5, 6], что атомно-молекулярные силы притяжения зависят от кривизны поверхности взаимодействующих частиц. Для шарообразных частиц диаметром менее 1 мм они изменяются прямо пропорционально массам и



обратно пропорционально квадрату расстояния между частицами, то есть выполняется обратно квадратичный закон тяготения Ньютона, но с константой тяготения на 36 десятичных порядков больше. К сожалению, этот экспериментальный факт не был оценен специалистами. В большинстве публикаций продолжают утверждать, что атомно-молекулярные силы обратно пропорциональны расстоянию в шестой степени, что справедливо только для плоских поверхностей и не согласуется с экспериментальными данными для атомов и молекул, имеющих шарообразную форму.

Из обратно квадратичной зависимости атомно-молекулярных сил от расстояния однозначно следует, что атомы и молекулы во всех агрегатных состояниях находятся в орбитальном движении относительно друг друга. Это утверждение сегодня признаётся только для обращения электронов под действием электрических сил **Кулона** вокруг ядер по неким вероятностным орбитам (орбиталям). Последовательное применение обратно квадратичного закона взаимодействия масс атомов и молекул с константой микрогравитации $1,847 \cdot 10^{28} \text{ см}^3/\text{гс}^2$ позволяет получить цельную логичную картину агрегатных превращений веществ в широком диапазоне температур, включая фазовые переходы 2-го рода.

Для наглядности рассмотрения обратимся к рис.1, суммирующему все виды орбитального движения. Но на этот раз проследим возникающие изменения в характере орбитального движения по мере уменьшения энергии орбит, что будет отражать снижение температуры и соответствующее изменение агрегатного состояния веществ при их охлаждении.

Поскольку в газообразном состоянии не сохраняется ни форма, ни объём вещества логично принять, что разомкнутые параболические (кривая 4) и гиперболические (кривая 5) орбиты, отражают реальные газы. Прямолинейное движение (кривая-«прямая» 6) соответствует идеальному газу, так как предполагает отсутствие какого-либо взаимодействия частиц, искажающих траекторию их движения. Напротив, степень отклонения от прямолинейности при параболическом и гиперболическом движении говорит о силе межмолекулярного взаимодействия и, следовательно, о роли орбитальной составляющей в энергии движения частиц. Энергия прямолинейной орбиты (траектории) максимальна. Далее по мере снижения температуры и усиления роли орбитальной составляющей в ряду орбит: гиперболическая, параболическая, эллиптическая, круговая, эллиптическая и снова круговая, энергия орбиты достигает своего минимального значения при круговой орбите (кривая 1.1), вписанной во внутренний эллипс (1), на рис.1.

Энергию орбиты в астрономии принято выражать через интеграл энергии, который часто дают формулой:

$$v_o^2 = 2GM_I/R + h, \quad (6)$$

где h постоянная величина, характеризующая тип орбиты.

Формула состоит из трёх членов, отражающих кинетическую (v^2), потенциальную (GM_I/R) энергию, и постоянной величины h , выражающей постоянство суммы потенциальной и кинетической энергии орбиты и



являющейся, по-существу, энергетической характеристикой орбиты. При $h > 0$ имеем дело с гиперболическими орбитами, при $h = 0$ с параболическими орбитами и при $h < 0$ с эллиптическими и круговыми орбитами. Параболическая орбита, у которой кинетическая энергия равна потенциальной, одновременно является предельным случаем параболической и эллиптической с максимальным эксцентриситетом.

При снижении энергии орбиты ниже параболической происходит переход от разомкнутого типа орбит (гиперболических, параболических) к замкнутым орбитам (эллиптическим, круговым). Естественно связать этот переход с изменением агрегатного состояния от газообразного к жидкому, поскольку для газа характерно, что не сохраняется ни форма, ни объём. В жидком состоянии сохраняется объём вещества, но не сохраняется его форма. Правда, снижение температуры жидкости также сопровождается некоторым уменьшением объёма. Это можно объяснить переходом от более энергоёмких эллиптических орбит с большим эксцентриситетом к орбитам с меньшим эксцентриситетом и круговым орбитам, обладающими меньшей энергией.

Дальнейшее охлаждение вещества приводит к его отверждению. Оно может происходить по механизму нуклеации или стеклования. При росте твердой фазы по механизму нуклеации чаще всего образуются кристаллы. По механизму стеклования образуются аморфные вещества – стёкла и гели.

Охлаждение жидкости приводит к снижению скорости движения атомов (молекул) ниже орбитальной круговой v_k , формула (7):

$$v_k^2 = g m_c / r, \quad (7)$$

Здесь g - константа микрогравитации, m_c - масса центрального тела, r - орбитальный радиус

Возвращаясь к рис.1, можно предположить, что при этом произойдёт изменение орбитального движения частиц с круговой орбиты (кривая 2) к орбите внутреннего эллипса (кривая 1), энергия которого ниже энергии круговой орбиты. Переход к менее энергоёмкой орбите макроскопически сопровождается тепловым эффектом. Выделяется теплота кристаллизации. Одновременно вследствие большой анизодиметрии эллиптических орбит происходит их взаимное перекрытие так, что орбита каждой орбитально движущейся частицы одновременно «управляется» из двух центров масс. Схематично картина такого орбитального движения в кристалле хлорида натрия показана на рис.3.

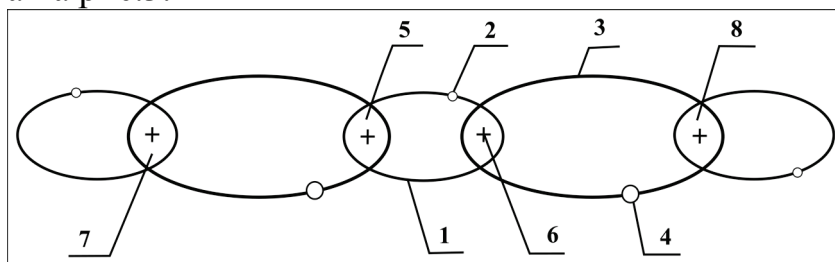


Рис.3. Схематическое изображение фрагмента кристалла хлорида натрия:
 1- эллиптическая орбита Na^+ , 2- орбитально движущийся Na^+ , 3- эллиптическая орбита Cl^- ,
 4- орбитально движущийся ион хлора, 5-, 6-, 7- и 8- центры масс.



Ионы натрия (2) и хлора (4) движутся соответственно по эллиптическим орбитам (1) и (3). Орбитальное движение инициируется в основном двумя центрами масс (5) и (6). Другие центры масс (7) и (8) оказывают значительно меньшее влияние на данные

ионы, так как удалены на большее расстояние. Центры масс расположены в узловых точках кристалла, и они неподвижны, что и обеспечивает сохранение формы твердого тела. В то время как ионы натрия и хлора орбитально вращаются вокруг них. Такое положение не просто представить себе. Оно сродни задаче, после решения которой и преследований Галилей повторил: «И всё же она вертится!».

Теперь самое главное, и несомненно новое в этой статье. Если продолжить охлаждение твёрдого тела, то энергия эллиптической орбиты будет снижаться, оси «внутреннего» эллипса уменьшаться и в конечном итоге эллиптическая орбита (кривая 1, рис. 1) превратится в круговую орбиту (кривая 1.1). Такое изменение характера орбитального движения макроскопически, можно предположить, выражается в виде фазового перехода 2-го рода. В пользу такого предположения говорят три обстоятельства. Первое. Превращение эллиптической орбиты в круговую происходит в твердом состоянии при низкой температуре, что характерно для некоторых случаев фазовых переходов 2-го рода (изменение магнитных свойств, появление сверхпроводимости).

Второе, круговые орбиты малых размеров, см. рис.1, кривая 1.1, должны способствовать снижению электрического и гидродинамического сопротивления, что коррелируется с явлениями сверхпроводимости и сверхтекучести, наблюдаемыми при фазовых переходах 2-го рода.

И, наконец, третье: превращение анизодиаметричных эллиптических орбит в круговые объясняет повышение хрупкости твёрдых тел, их переход в порошкообразное состояние, так что впору говорить о пятом виде агрегатного состояния – порошкообразном агрегатном состоянии веществ.

Понятно, что изменение характера орбит при уменьшении их энергии предписывается обратно квадратичным законом тяготения и потому является всеобщим, универсальным. Следовательно, на основании изложенного можно полагать, что и фазовый переход 2-го рода также имеет универсальный характер, что каждое вещество претерпевает этот переход при снижении температуры в определённом интервале температур путём изменения типа орбиты с эллиптической на круговую. Однако, изменяющиеся свойства (сверхпроводимость, сверхтекучесть, намагниченность, хрупкость) и интервал температур перехода зависят от индивидуальных особенностей вещества, хотя общая закономерность, задаваемая переходом от эллиптических орбит к менее энергоёмким круговым должна сохраняться во всех случаях.

Выводы

1. Предложен новый подход к проблеме агрегатных и фазовых переходов, при котором в основу берётся предположение о том, что частицы вещества (атомы, молекулы) взаимодействуют между собой своими массами по обратно квадратичному закону тяготения. Поэтому во всех состояниях они находятся в



орбитальном движении относительно друг друга.

2. Агрегатные и фазовые переходы увязываются с характером орбитального движения, изменениями орбит, по которым движутся частицы. Переход от реального газа (перегретого пара) к насыщенному состоянию означает изменение орбиты с гиперболической к параболической. Переход к жидкому состоянию вызван сменой разомкнутой параболической орбиты на замкнутую эллиптическую и круговую орбиту.

3. Переход от жидкого состояния к твердому происходит при изменении орбитального движения частиц с кругового на эллиптическое по траектории эллипса, вписанного в круговую орбиту. При охлаждении твёрдого тела и, соответственно, снижения энергии орбиты, по которой осуществляется орбитальное движение в твёрдом теле, орбита при очень низких температурах из-за потери энергии снова превращается в круговую, но с меньшим радиусом по сравнению с предыдущей круговой орбитой.

4. Высказано предположение, что фазовый переход 2-го рода обусловлен изменением типа орбиты с «внутреннего» эллипса на круговую, вписанную в этот эллипс. Это происходит из-за снижения энергии орбиты при глубоком охлаждении твёрдого тела.

5. Резкое (скачкообразное) повышение хрупкости твёрдого тела превращение его в порошок при понижении температуры связано с изменением типа орбиты с анизодиаметричного эллипса на круговую орбиту.

6. Представляется логичным связать явление агрегатного перехода с изменением расстояния между частицами, то есть с типом орбит в орбитальном взаимодействии. А явление фазовый переход – с разной ориентацией молекул во время фазового перехода, но в пределах одного типа орбитального взаимодействия.

7. Скачкообразное повышение хрупкости твёрдых тел и их переход при охлаждении в порошкообразное состояние обусловлено изменением типа орбитального движения в твёрдом теле с эллиптического на круговое. В этой связи порошкообразное состояние следует рассматривать как пятый вид агрегатного состояния, при котором орбитальное движение в основном происходит по круговым орбитам.

Литература

1. ИИ Новиков, Фазовые переходы и критические точки между твёрдотельными фазами, М, Наука, 2008, с.145.
2. АТ Серков, МБ Радишевский, АА Серков, Термодинамическая энтропия, в книге “Гипотезы-2”, М. изд. «Авторская Мастерская», 2016г, с.314.
3. A Serkov, A Serkov, Kepler's third law in atomic systems, in the book “Microgravity in atom”, Lambert Academic Publishing, 2017, p.39.
4. 3. Б.В.Дерягин, Н.В.Чураев, В.М. Муллер, Поверхностные силы, 1985, Изд. «Наука», с106.
5. J.N. Israelachvily, Contemporary Phys., 15, p.159, (1974).
6. J.N. Israelachvily, Intermolecular and Surface Forces, 3rd edn N.Y. Acad. Press, 2011, p.151.



УДК 51-7(075.8)

THE PROBABILITY OF BANKRUPTCY IN THE CASE OF "HEAVY TAILS" AND THE ADMISSIBLE INCSURANCE RATE.

ЙМОВІРНІСТЬ БАНКРУТСТВА У ВИПАДКУ «ВАЖКИХ ХВОСТІВ» І ОПТИМАЛЬНА СТРАХОВА СТВАВКА

Chorny R.O. / Чорний Р.О.

aspr. / Аспр.

Bilynskyi A.Ya. / Білінський А.Я.

aspr. / Аспр.

Kinash O.M. / Кінаш О.М.

PhD, doc. / канд.фіз.-мат.н., доц.

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів,

Вул. Університетська 1, 79000

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv,

1, Universytetska St., 79000

Abstract. In this paper we consider the problem of defining the asymptotic of the bankruptcy probability in the case of large payments distributed under subexponential laws and defining an admissible insurance rate for F-model case.

Key words: Bankruptcy probability asymptotics, heavy tails, subexponential distributions, F-Model, admissible insurance rate.

Introduction

Classical risk theory assumes that large insurance claims and, therefore, large insurance payments are rare, with exponentially small probabilities. This scheme is called "model with small payments".

However, many situations are related to extreme events. Due to this fact, the true size of payments is more adequately represented by random variables distributed with "heavy tails", which include Pareto type distributions. Actually, in this case, total payments will be defined by the maximal individual claim. This effect became extremely noticeable at the beginning of the 2000s, when the insurance companies had to refund significant amounts on insurance claims, conditioned by catastrophes: earthquakes, fires, floods, terrorist attacks.

Suppose that we are in the classic problem of finding the probability of bankruptcy ([1], 184-186, [2], [3]). Let

1) $\varphi(u, T) = P \{U(t) < 0 \text{ for some } 0 < t \leq T\}, 0 < t < \infty, u > 0$ – probability of bankruptcy on a finite time interval $[0, T]$, $U(t)$ - the process of risk;

2) $\varphi(u) = \varphi(u, \infty) = P \{U(t) < 0 \text{ for some } t > 0\}$ – probability of bankruptcy on an infinite interval.

To calculate the probability of bankruptcy it is comfortable to have a simple analytical formulas for $\varphi(u)$ or $\varphi(u, T)$ that include probabilistic characteristics of the insurance payments and process flow requirements for payment $N(t)$. First, we need the distribution function if $F(x)$.

As a next step we will review the asymptotical behavior $\varphi(u)$ when the initial capital u arises and the distribution function $F(x)$ amount of large payments satisfies



some additional conditions.

However, it worth mentioning that the bankruptcy occurs only when the payment claims T_n arise.

Will use the following terms and symbols: if $F(x)$ - distribution function, $\bar{F}(x) = 1 - F(x)$ the "tail" of the distribution F , and a F^{n*} - n-fold convolution F .

So if F - distribution function of benefits, then $\bar{F}(x)$ - "tail" of the distribution, and

$$F_I(x) = \frac{1}{\mu} \int_0^x \bar{F}(y) dy, \quad x > 0,$$

called integrated "tail" of the distribution. [4 p.186]

The value of $\rho = \frac{c}{\lambda\mu} - 1$ called the relative insurance premium and for the basic conditions:

$$\rho = \frac{c}{\lambda\mu} - 1 > 0 \quad (1)$$

we use the term "a net profit". In condition (1) $\varphi(u)$ can be written as ([1], p. 187):

$$\varphi(u) = \frac{\rho}{1+\rho} \sum_{n=0}^{\infty} (1+\rho)^{-n} (1 - F_I^{n*}(u)),$$

Additional conditions for F provide us exponential estimations for $\varphi(u)$. Cramer-Lundberg's condition implies the existence of constants ν called debug (regulator, adjusting) ratio or Lundberg's ratio, such that

$$\int_0^{\infty} e^{\nu x} (1 - F(x)) dx = c / \lambda = (1 + \rho) \mu, \quad (2)$$

The distributions that do not satisfy the condition (2) will be called distributions with "heavy tails" [1 p.188].

Bankruptcy probability for subexponential distributions.

Let's assume that the distribution function $F(x)$, $x \in R_+ = [0, \infty)$ satisfies the condition $F(x) < 1 \quad \forall x \in R_+$.

Definition. Let's call the distribution function F subexponential if for all $n \geq 2$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\bar{F}^{n*}(x)}{\bar{F}(x)} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1 - F^{n*}(x)}{1 - F(x)} = n.$$

Class of subexponential functions will be marked as S . [1, p. 189].

Note that subexponential distributions were introduced by Chistyakov [4] in context of theory of branching processes.

For further practical implementation of calculation of bankruptcy probability we use the following theorem (see in particular [1, p. 197]).

Theorem. Consider Cramer-Lundberg model under the conditions $\rho > 0$ and $F_I(x) \in S$. Then



$$\phi(u) \sim \rho^{-1} \overline{F_I}(u), u \rightarrow \infty \quad (3)$$

According to this theorem, in the case of payments which have distributions of subexponential integrated "tails", the probability of bankruptcy allows a simple approximation, given by the formula (3).

Note that the condition of the theorem formulated in terms integrated "tails" instead of the distribution function $F(x)$. Logical question arises: if $F_I(x) \in S$ follows from $F(x) \in S$, or vice versa? General answer is – NO. Thus, there are defined distributions for which we can calculate the bankruptcy probability.

Calculating the probability of bankruptcy for large payments

Consider the problem of calculating the probability of bankruptcy in the case of "heavy tails", that is, when payments are large. Note that in the case of Pareto distribution with distribution function $F(x) = 1 - \left(\frac{k}{k+x}\right)^\alpha$, $\alpha > 1, k > 0, x > 0$ and include the log-normal distribution considered in [1, p.198-199].

Statements 1. When payments have Pareto distribution, that is :

$$F(x) = 1 - \left(\frac{k}{k+x}\right)^\alpha, \alpha > 1, k > 0, x > 0.$$

Then the asymptotic of bankruptcy probability $\phi(u)$ is defined as:

$$\phi(u) \sim \frac{\lambda k^\alpha}{c(\alpha-1) - \lambda k} (k+u)^{-\alpha+1}, u \rightarrow \infty.$$

Proof: The distribution density is:

$$f(x) = \frac{\alpha k}{(k+x)^{\alpha+1}}.$$

In this case, the mathematical value: $\mu = EX_1 = \frac{k}{(\alpha-1)}$.

Then relative insurance premium:

$$\rho = \frac{c}{\lambda \mu} - 1 = \frac{c(\alpha-1)}{\lambda k} - 1; \rho^{-1} = \frac{\lambda k}{c(\alpha-1) - \lambda k}.$$

If $F(x)$ – a distribution function of payment amount, then $\overline{F}(x)$ – «tail» of this distribution.

$$\overline{F}(x) = \left(\frac{k}{k+x}\right)^\alpha, x > 0.$$

Since, the integrated "tail" of distribution:

$$F_I(x) = \frac{1}{\mu} \int_0^x \overline{F}(y) dy, x > 0.$$

Then



$$\int_0^x \overline{F}(y) dy = \int_0^x \left(\frac{k}{k+y} \right)^\alpha dy = k^\alpha \frac{(k+y)^{-\alpha+1}}{-\alpha+1} \Big|_0^x = k^\alpha \left(\frac{(k+x)^{-\alpha+1}}{-\alpha+1} - \frac{k^{-\alpha+1}}{-\alpha+1} \right) =$$

$$\frac{k}{\alpha-1} \left(1 - k^{\alpha-1} (k+x)^{-\alpha+1} \right).$$

$$F_I(x) = 1 - k^{\alpha-1} (k+x)^{-\alpha+1}; 1 - F_I(x) = k^{\alpha-1} (k+x)^{-\alpha+1}.$$

Therefore, bankruptcy probability asymptotic is defined as:

$$\phi(u) \sim \frac{\lambda k^\alpha}{c(\alpha-1) - \lambda k} (k+u)^{-\alpha+1}, u \rightarrow \infty.$$

According Pareto distribution analysis it is obvious that this is a distribution whose tail is heading to zero as x^a that leads to distribution with tail that is much heavier than the exponential one. Let's consider the right tails of this distributions:

1. Exponential $P(X > x) = \exp(-\lambda x)$
2. Pareto $P(X > x) = (\lambda / (\lambda + x)^a)$

Consider:

$$P(X > x) = \exp(-cx^\gamma), \gamma > 0.$$

Now we have two cases. If $\gamma < 1$, then arises one more distribution that is between Pareto and exponential distributions. At the same time in case $\gamma > 1$ the right tale is lighter then the exponential one ($\gamma = 1$ corresponds to exponential distribution). This behavior of the tails definers the Weibull distribution as very flexible and the one that can be used in insurance problems for modeling losses (usually with $\gamma < 1$). Let's consider the next statement for the Weibull distribution.

Statements 2. Let payments distributed by Weibull distribution with a parameter $0 < \gamma < 1$, and the distribution function

$$F(x) = 1 - \exp(-c_1 x^\gamma), c_1 > 0, x > 0$$

then the asymptotic of probability of bankruptcy is given

$$\phi(u) \sim \frac{\lambda}{c \cdot c_1^{\frac{1}{\gamma}} - \lambda \Gamma\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right)} \left[1 + \frac{\Gamma\left(\frac{1}{\gamma}; c_1 x^\gamma\right) - \Gamma\left(\frac{1}{\gamma}; 0\right)}{\gamma \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\gamma}\right)} \right], u \rightarrow \infty. \quad (4)$$

Proof: Weibull distribution density:

$$f(x) = c_1 \gamma x^{\gamma-1} \exp(-c_1 x^\gamma).$$

The mathematical expectation: $\mu = EX_1 = \frac{1}{c^{\frac{1}{\gamma}}} \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\gamma}\right).$

Then relative insurance premium:



$$\rho = \frac{c_1}{\lambda\mu} - 1 = \frac{c_1 \cdot c_1^{\frac{1}{\gamma}}}{\lambda\Gamma\left(1 + \frac{1}{\gamma}\right)} - 1 = \frac{c_1 \cdot c_1^{\frac{1}{\gamma}} - \lambda\Gamma\left(1 + \frac{1}{\gamma}\right)}{\lambda\Gamma\left(1 + \frac{1}{\gamma}\right)}.$$

$$\text{Then } \rho^{-1} = \frac{\lambda\Gamma\left(1 + \frac{1}{\gamma}\right)}{c \cdot c_1^{\frac{1}{\gamma}} - \lambda\Gamma\left(1 + \frac{1}{\gamma}\right)}.$$

The integrated distribution tail :

$$F_I(x) = \frac{1}{\mu} \int_0^x \bar{F}(y) dy, \quad x > 0.$$

Note that the integration boundaries are fixed in case of classical integral definition of gamma function. Also it is considered an incomplete gamma function that is defined by the same integral with variable upper and lower boundary. There is also defined upper incomplete gamma function:

$$\Gamma(a, z) = \int_z^\infty e^{-t} t^{a-1} dt$$

Then

$$\int_0^x \bar{F}(y) dy = \int_0^x \exp(-c_1 y^\gamma) dy = \frac{c_1^{-\frac{1}{\gamma}} \left(\Gamma\left(\frac{1}{\gamma}; c_1 x^\gamma\right) - \Gamma\left(\frac{1}{\gamma}; 0\right) \right)}{\gamma}.$$

$$\text{Remind that: } \Gamma(a, z) = \int_z^\infty \exp(-t) t^{a-1} dt.$$

As a result it is obvious that for Weibull distribution the statement (4) is executed.

Statement 3. Let payments distributed Benktander type I:

$$1 - F(x) = \left(1 + \frac{2\beta \ln x}{\alpha}\right) x^{-(\alpha+1+\beta \ln x)} \quad \alpha, \beta > 0, x > 1,$$

Asymptotic of probability of bankruptcy $\varphi(u)$ given by the following equation:

$$\varphi(u) \sim \frac{\lambda(\alpha + 1 - u^{-\alpha - \beta \ln x})}{c\alpha - \lambda(\alpha + 1)}, \quad u \rightarrow \infty.$$

Proof: The function of distribution and density are as follows:

$$F(x) = 1 - \left(1 + \frac{2\beta \ln x}{\alpha}\right) x^{-(\alpha+1+\beta \ln x)} \quad \alpha, \beta > 0, x > 1,$$

$$f(x) = \left[\left(1 + \frac{2\beta \ln x}{\alpha}\right) (1 + \alpha + 2\beta \ln x) \right] - \frac{2\beta}{\alpha} x^{-(2+\alpha+\beta \ln x)}.$$



Find the mathematical expectation: $\mu = EX = \int_1^{+\infty} xf(x)dx = \frac{\alpha + 1}{\alpha}$

We find $\rho^{-1} = \frac{\lambda(\alpha + 1)}{c\alpha - \lambda(\alpha + 1)}$.

Find the integrated "tail" of the distribution:

$$F_I(x) = \frac{1}{\mu} \int_0^x \bar{F}(y)dy = \frac{x^{-\alpha-\beta \ln x}}{\alpha + 1}$$

Accordingly, the asymptotic of probability of bankruptcy is given by the following equation:

$$\phi(u) \sim \rho^{-1} \bar{F}_I(u) \sim \frac{\lambda(\alpha + 1 - u^{-\alpha-\beta \ln x})}{c\alpha - \lambda(\alpha + 1)}, u \rightarrow \infty.$$

Statement 4. . Let payments distributed Benktander type II [1, p. 196]:

$$1 - F(x) = \exp\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) x^{-(1-\beta)} \exp\left\{-\frac{\alpha x^\beta}{\beta}\right\}, \alpha, \beta > 0, x > 1,$$

Asymptotic of probability of bankruptcy $\phi(u)$ given by the following equation:

$$\phi(u) \sim \rho^{-1} \bar{F}_I(u) \sim \frac{\lambda}{(\alpha c - \lambda(1 + \alpha))} \exp\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) \exp\left\{-\frac{\alpha u^\beta}{\beta}\right\}, u \rightarrow \infty.$$

Proof: The function of distribution and density are as follows:

$$F(x) = 1 - \exp\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) x^{-(1-\beta)} \exp\left\{-\frac{\alpha x^\beta}{\beta}\right\}, \alpha, \beta > 0, x > 1;$$

$$f(x) = \exp\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) (1 - \beta) \cdot x^{\beta-2} \exp\left\{-\frac{\alpha x^\beta}{\beta}\right\} + \exp\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) \alpha x^{2\beta-2} \exp\left\{-\frac{\alpha x^\beta}{\beta}\right\}.$$

Mathematical expectation: $\mu = EX_1 = \frac{1 + \alpha}{\alpha}$.

Then: $\rho = \frac{c}{\lambda\mu} - 1 = \frac{c\alpha}{\lambda(1 + \alpha)} - 1 > 0$.

As a result: $\rho^{-1} = \frac{\lambda\mu}{(c - \lambda\mu)} = \frac{\lambda(1 + \alpha)}{(\alpha c - \lambda(1 + \alpha))}$.

Thus, if $F(x)$ – distribution function of payment amount, then $\bar{F}(x)$ – tail of this distribution

$$\bar{F}(x) = \exp\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) x^{-(1-\beta)} \exp\left\{-\frac{\alpha x^\beta}{\beta}\right\} = \begin{cases} \exp\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) x^{-(1-\beta)} \exp\left\{-\frac{\alpha x^\beta}{\beta}\right\}, & x > 1, \\ 1, & x \leq 1. \end{cases}$$

Find the integrated "tail" of the distribution:

$$F_I(x) = \frac{1}{\mu} \int_0^x \bar{F}(y)dy, x > 0.$$



Hence,

$$\int_0^x \overline{F}(y) dy = \int_0^1 dy + \int_1^x \exp\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) y^{-(1-\beta)} \exp\left\{-\frac{\alpha y^\beta}{\beta}\right\} dy = 1 + \frac{1}{\alpha} - \frac{\exp\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)}{\alpha} \exp\left\{-\frac{\alpha x^\beta}{\beta}\right\},$$

$x > 1$.

As a result we get:

$$F_I(x) = 1 - \frac{\exp\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)}{(1+\alpha)} \exp\left\{-\frac{\alpha x^\beta}{\beta}\right\}.$$

$$\overline{F}_I(x) = 1 - F_I(x) = \frac{\exp\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)}{(1+\alpha)} \exp\left\{-\frac{\alpha x^\beta}{\beta}\right\}.$$

Accordingly, bankruptcy probability asymptotic is given in next way:

$$\phi(u) \sim \rho^{-1} \overline{F}_I(u) \sim \frac{\lambda}{(\alpha c - \lambda(1+\alpha))} \exp\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) \exp\left(-\frac{\alpha u^\beta}{\beta}\right), u \rightarrow \infty.$$

Defining asymptotic of admissible insurance rate in case of F-model

Important moment of insurance mathematics is a definition of insurance fee that provides us with non-bankruptcy probability under some conditions. Also, interesting thing is that payments might be big enough being described by distributions with heavy tails. Asymptotical behavior of optimal insurance rate as found in case of big payments and factorization model (F-model) conditions [7].

If u_0 is a starting capital, then the final insurance fund is:

$$U = u_0 + \overline{Z} - \overline{Y} \quad (5)$$

The first problem related to (5) is definition of distribution asymptotic of random variable U in case if z is known.

Second problem – is defining a minimal value for z that will provide us with acceptable results of insurance practice for that particular insurance portfolio. These particular problems are considered in [8].

In particular it follows from [8] that in case of big payments, that have Pareto distribution with such $a > 0, \lambda > 0$ parameters that :

$$F(x) = 1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda + x}\right)^a, x > 0,$$

z_0 - admissible insurance rate satisfies next relation:

$$z_0 \sim \frac{\lambda}{a-1} + \frac{\sqrt{\frac{a\lambda^2}{(a-1)^2(a-2)}} [1 + V^2]^{1/2} \Psi(Q)}{[N - V^2 \Psi^2(Q)]^{1/2}}$$

See details in [8].



Conclusion

Problem of bankruptcy probability definition in case of heavy tails has been considered. Asymptotic of bankruptcy probability in case of payments with Pareto, Weibull, Benktander type I and II distributions have been defined. As a result we received asymptotic of admissible insurance rate in case of F-model for relational claims with Pareto distribution.

References:

1. Zinchenko N.M. Mathematical methods in risk theory: a tutorial - publishing center "Kyiv University", - 2008.
2. Leonenko M. M. Theoretical-probabilistic and statistical methods in econometrics and financial mathematics / M. M. Leonenko, Yu. S. Mishura, V. M. Parkhomenko, M. Ya. Yadrenko. - Kyiv: Informtekhnik, 1995.
3. Mac Thomas Mathematics of risk insurance / Thomas Mak. - Moscow: ZAO "Olympus-Business", 2005.
4. Chistyakov V. P. A theorem on sums of i.i.v and its applications to branching processes / V. P. Chistyakov // Teor. Probability Appl. – 1969. –N 9 – p. 640-648.
5. Bilinsky A., Kinash O. On the assessment of the probability of bankruptcy in the case of large payments // Mathematical and Computer Modeling. Series: Physics and Mathematics: Sb. sciences Ave - Kamyanets-Podilsky: K-PNU them. Ivan Ogienko, 2016. Collection number 14. - p. 5-10
6. Bilynskyi A., Kinash O. One case of asymptotic behavior of the probability of bankruptcy of insurance company in SWorld Journal, Issue №11, Vol.14. Physics and Mathematics (Scientific world, Ivanovo, 2016) – URL: <http://www.sworld.education/e-journal/j1114.pdf> (November 2016) – P. 8-11 - j1114-002.
7. Korolev V.Y. Mathematical foundations of risk theory./ V.Y.Korolev, V.E.Bening, S.Y.Shorgin. - M.:Fizmatlit, 2011.
8. Chorny R. One task of determining the optimal insurance premium / Chorny R, Bilynskyi A. // Scientific works SWorl. - 2017 - Issue # 47, Volume 2. - P. 68 – 71

Анотація. Розглянуто задачу знаходження асимптотики ймовірності банкрутства у випадку великих виплат розподілених за субекспоненційними законами та визначення оптимальної страхової ставки.

Ключові слова: асимптотика ймовірності банкрутства, важкі хвости, субекспоненційні розподіли, F-модель, оптимальна страхова ставка.

Научный руководитель: канд.физ.-мат.н., доц. Кінаш О.М.

Статья отправлена: 14.03.2018 г.

© Чорний Р.О., Білінський А.Я., Кінаш О.М.



УДК 766

**FONT AS MAKING ELEMENT OF PROFESSIONAL DEVELOPMENT
OF STUDENTS OF ARCHITECTURAL SPECIALITIES
ШРИФТ ЯК СКЛАДОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ СТУДЕНТІВ
АРХІТЕКТУРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ****Sydorova N.V. / Сидорова Н.В.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.**Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса, Дідрихсона, 4, 65029
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa, Didrikhsona st., 4, 65029*

Щоб визначити, який шрифт використовувати і яке місце він займе на сторінці, необхідно розуміти інтонацію, інакше кажучи, настрій тексту.

Ерік Шпікерманн

Анотація. Шрифт - невід'ємна частина нашого життя. Розглянуто теоретичні основи шрифту і шрифтової композиції як складових компонентів у професійному становленні студентів архітектурних спеціальностей на заняттях з дисципліни «Мистецтво шрифту». У даній статті визначено основи теоретичних знань, умінь і навичок, які необхідні студентам для роботи над шрифтом і для створення шрифтових композицій.

Ключові слова: шрифт, види шрифтів, виразність шрифту, буква, композиція, класифікація композицій.

Вступ. Для професійного розвитку майбутніх архітекторів, художників і дизайнерів значна увага приділяється вивченню шрифту, як графічній дисципліні. Широкий розмах і темп нашого життя вимагають від мистецтва шрифту багатства і різноманітності. Шрифт бере участь у комунікації найбезпосереднішим чином: він додає повідомленню візуальний образ, забезпечує найважливіші інформаційні процеси: зберігання інформації, її передачу і обробку.

Основна частина. В даний час за допомогою шрифтів виготовляються багато логотипів відомих компаній. Де-які бренди стали відомими і запам'яталися. Саме шрифт допомагає виділитися з більшості, повноцінно доповнити та візуалізувати образ.

Але далеко не завжди шрифт можна сприймати як доповнення. Є яскраві приклади того, що шрифт є не тільки доповненням, це елемент архітектурної композиції. Найвідоміші приклади – це колона Траяна в Римі (римський капітальний шрифт), де присутній напис, який є предметом культу у сучасних дизайнерів шрифтів, Триумфальні ворота Костянтина Великого в Римі (шрифт – квадратний капітал), Парфенон в Греції.

Освоїти мистецтво шрифту - це найважливіший етап в професійному становленні студентів: майбутньому фахівцю необхідно познайомитися з історією розвитку писемності, з класифікацією та структурою шрифтів, їх



широкою сферою застосування, вивчити історію шрифтової справи, дізнатися про те, як виникли сучасні алфавіти, так як без цього неможливо зрозуміти походження шрифтових форм. Від накреслення, кольору, розміру шрифту здебільшого залежить реакція глядача на представлене повідомлення. Для сприйняття, осмислення і оцінки цих можливостей шрифту потрібно володіти почуттям форми і контрформи в двовимірному і тривимірному просторі, знанням законів візуального сприйняття [1].

Залежно від призначення шрифт може бути витонченим або масивним, суворим або мальовничим. Головними естетичними критеріями вибору того чи іншого шрифту є гармонійність його пропорцій, краса рисунку кожної букви, простота і зрозумілість, чіткість і відповідність. У шрифті всі букви повинні гармонійно поєднуватися одна з одною в будь-яких можливих комбінаціях, бути красивими і добре читатися.

Мистецтво шрифту - це самостійний напрям мистецтва, який має свою історію, стилі, що склалися, різноманітні види, свою термінологію, правила побудови і способи зображення. Насправді світ шрифтів різноманітний і величезний, а його різноманіття постійно поповнюється новими видами. Виділяють такі види шрифтів, як рисовані, рукописні, гравіровані, рельєфно-об'ємні, складальні-типографські. Шрифти бувають із зарубками (антіква), без зарубок (гротеск), пропорційні (відображають символи різної ширини), непропорційні (відображають символи, розміщені на кегельних майданчиках постійної фіксованої ширини).

В основі теоретичної і практичної підготовки студентів повинно бути вивчення букви (літери), оскільки будь-яка діяльність художника або дизайнера в створенні шрифтів, написів, логотипів починається саме з букви. Буква не завжди виступає як носій тільки звуку. Вона може бути і носієм образу, перетворюючись в різноманітні форми. Вивчення будови букви дає уявлення про особливості всього алфавіту. Знання структури букв дає можливість визначити виразливі можливості одного шрифту, які відрізняють його від інших (рис.1). Від студента, крім освоєння теоретичних знань, потрібне придбання практичних навичок роботи зі шрифтом, розвиток здатності образно мислити, бачити букву як графічну форму, як елемент графічної композиції в цілому.

Сучасні букви –це стилізовані зображення ідеограм, які використовуються в писемності Стародавнього Єгипту. В основі кожної латинської літери - графічне зображення реального об'єкта. Накреслення сучасних букв - результат тривалої еволюції, по суті, кожна з них - окрема абстрактна мініатюра, а шрифт - формальна композиція [2].

Окремо хочеться зупинитися на шрифтових композиціях. Шрифтова композиція – це гармонійно пов'язані між собою букви, блоки тексту та інші учасники текстового простору, з яких виходить текстова композиція.

Класифікація шрифтових композицій:

- шрифтова графічна – композиція являє собою своєрідне поєднання геометричних форм и шрифту;
- шрифтова орнаментальна – ця композиція являє собою своєрідні

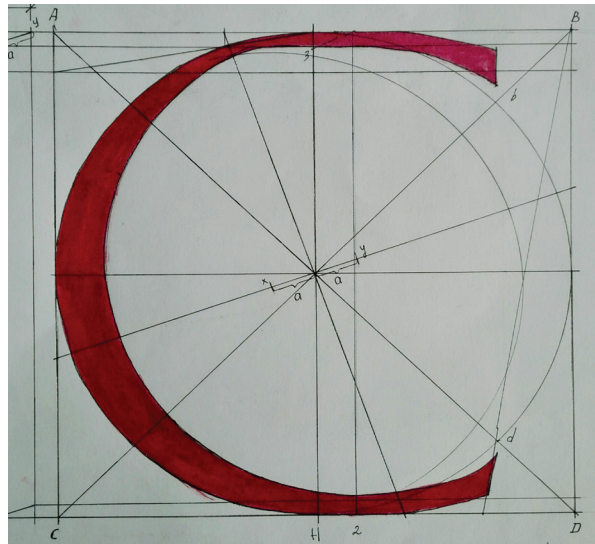


Рис. 1. Літера А (конструкція Джамбаттіста Веріні)

орнаментальні побудови, в яких в певних порядках чергуються геометричні «мотиви», літери и цифри;

- шрифтова образотворча – це поєднання шрифту і малюнка [3].

У роботі зі шрифтом фахівець стикається з необхідністю створювати шрифтові композиції. І завжди зображення повинно бути гармонійним, фактурним, яскравим. Для отримання такого результату в шрифтовій композиції необхідно враховувати наступне:

- компоновка тексту на заданому форматі,
- шрифт і його розмір, яким буде оформлятися зміст тексту,
- розташування букв у словах.

Все це дасть можливість витримати композицію в єдиному стилі (рис. 2).

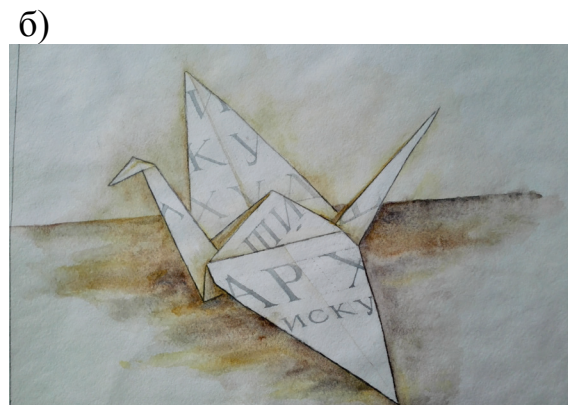
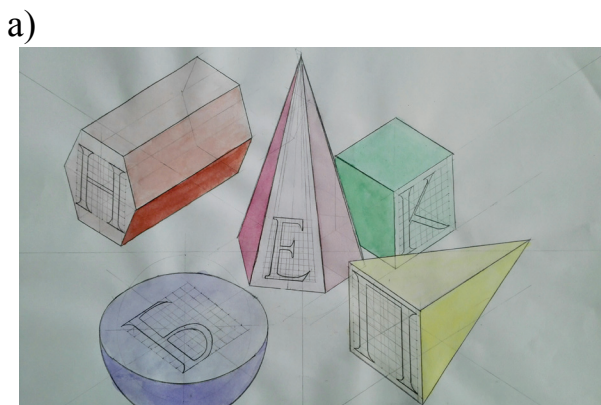


Рис.2. Приклади шрифтових композицій:

а) шрифтова графічна композиція,

б) шрифтова образотворча композиція

Поняття композиція відображає об'єднання елементів в єдине ціле. Композиція повинна формувати певний емоційний образ. Для того, щоб передати ідею, необхідно усвідомити суть, відчувати характер і висловити все це засобами композиції.

Висновок. Шрифт був придуманий для запису і передачі інформації.



Букви, з яких складається шрифт, це в першу чергу форма, а тільки потім зміст. Різноманітність цих форм настільки величезна, що шрифтом можна милуватися так само, як ми милуємося твором мистецтва [2].

Завдання викладача навчити повноцінно працювати зі шрифтами, надаючи їм смислову та композиційну індивідуальність. В процесі навчання студенти реалізують отримані знання, демонструють уміння виконувати завдання як за допомогою матеріалів і інструментів, так і використовуючи сучасні комп'ютерні технології, що є неодмінною основою подальшого розвитку їх професійних можливостей.

Література:

1. Сидорова Н.В., Перпері А.О., Яворська Н.М. Шрифт як мистецтво. Про користь та необхідність вивчення // Матеріали міжнародної науково-методичної конференції «Управління якістю підготовки фахівців». – Одеса, 2017. – Ч.2. – С.177.
2. Яцюк О.Г. Основы графического дизайна на базе компьютерных технологий. Издательство БХВ-Петербург, 2004. – 240 с.
3. Бредньова В.П., Перпері А.О., Яворська Н.М. Мистецтво шрифту // Навчальний посібник. – Одеса, 2017. – 128 с.

Abstract. *Font is an integral part of our life. The article considers the theoretical foundations of the font and font composition as making components in the professional formation of students of architectural specialties on the discipline "The Art of the Font". This article defines the basics of theoretical knowledge, skills and abilities. Students must learn to work on the font and create font compositions. In the process of learning, students realize their knowledge, demonstrate their ability to perform tasks.*

Key words: *font, font types, font expressiveness, letter, composition, classification of compositions.*

References:

1. Sidorova N.V., Perperi A.O., Yavors'ka N.M. (2017). Shryft yak mystetstvo. Pro koryst' ta neobkhdnist' vyvchennya [Font as art. About the benefits and necessity of studying] // Materialy mizhnarodnoyi naukovo-metodychnoyi konferentsiyi «Upravlinnya yakistyu pidhotovky fakhivtsiv» [Materials of the international scientific-methodical conference "Management of the quality of training of specialists"] – p.177.
2. Yatsyuk O.G. (2004). Osnovy graficheskogo dizayna na baze komp'yuternykh tekhnologiy. [Fundamentals of graphic design based on computer technology]. Izdatel'stvo BKHV-Peterburg. – 240 p.
3. Bredn'ova V.P., Perperi A.O., Yavors'ka N.M. (2017). Mystetstvo shryftu [Art of Font] // Navchal'nyy posibnyk [The Textbook]. – 128 p.

Статья отправлена: 10.03.2018 г.

© Сидорова Н.В.



УДК 721.05

ANTYKAFE DEVELOPMENT TRENDS IN UKRAINE

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АНТИКАФЕ В УКРАИНЕ

Petrovska Yu.R. / Петровская Ю.Р.

k. arch. / к. арх.

Kuzmych V.I. / Кузьмич В.И.

st.vykl. / ст. викл.

Национальный университет «Львовская политехника», Львов, ул. Ст. Бандеры, 12, 79013

Lviv Polytechnic National University, Stepan Bandera street 12, 79013

Аннотация. В работе отражена история развития нового формата заведения общественного питания и отдыха - антикафе. Охарактеризованы отечественный и зарубежный опыт проектирования интерьеров заведений нового формата.

Люди с предпринимательским талантом как никто другой стараются идти в ногу со временем та воплощают в жизнь новомодные виды деятельности, среди которых наше внимание привлекают «коворкинг» и «антикафе». И если коворкинг прижился в нашей стране несколько лет назад, то антикафе только начинает набирать популярность

Ключевые слова: антикафе, дизайн интерьеров, свободное пространство, коворкинг.

Актуальность темы. Заведения общественного питания приобретают все большую популярность. Во Львове их численность в достигает более полутора тысяч и в большинстве эта тенденция связана с развитием туристической сферы. Большое разнообразие выбора кафе и ресторанов позволяет найти заведение именно под свой вкус и кошелек, а львовяне считают своим долгом посетить кафе в своем городе. Сегодня во Львове сферами деятельности, активно развиваются, есть творческая и сфера информационных технологий. Они напрямую связаны с использованием компьютерных технологий, и чаще всего, эта работа выполняется в домашних условиях. Однако молодым людям не всегда уютно и удобно работать и учиться в домашних условиях, поэтому они ищут место, где можно посидеть в творческой атмосфере или просто собраться командой и сделать проект. Такая тенденция стала модной не так давно, всего несколько лет назад, в начале 2010-х годов, когда появился термин "антикафе". На смену традиционным кафе и ресторанам, приходят заведения нового формата - свободные пространства или тайм-кафе. Здесь можно не только выпить чаю со сладостями, но и поиграть в настольные или компьютерные игры, устроить чемпионаты по настольному футболу или тенниса, почитать и даже поработать. Принцип прост - оплачивайте за время проведения в учреждении и получайте в свое пользование все услуги антикафе.

История развития антикафе, происхождение термина и концепция. Антикафе (также свободное пространство, клуб-тайм, тайм-кафе) - тип общественных заведений социальной направленности, основной характеристикой которого является оплата, в первую очередь за проведенный в нем время, в стоимость которого входят различные угощения, развлечения и мероприятия. Это общественное пространство, в котором все бесплатно, кроме времени, ведь посетители обладают большей степенью свободы, чем в классическом кафе или ресторане. Как правило, антикафе - это



один большой зал или несколько комнат с уютным домашним интерьером, в котором гости свободно перемещаются, сами делают напитки, угощаются сладостями. Многие антикафе делают акцент на настольных и видеоиграх или рабочей атмосфере коворкинга. Обычно в антикафе бесплатный доступ в Интернет через Wi-Fi, общий принтер. Здесь общаются, смотрят фильмы, отдыхают, практикуют йогу, учатся ремеслам и др. Это место для встреч музыкантов, поэтов, фотографов, певцов, художников, композиторов, партнеров по бизнесу, дизайнеров и людей других творческих профессий [1].

Автором концепции таких заведений с почасовой оплатой является российский предприниматель Иван Митин. В 2010 году он открыл заведение под названием "Дом на дереве". Идея проекта заключалась в том, чтобы предложить всем желающим распределить между собой расходы, необходимые на поддержку проекта, таким образом каждый гость становился своего рода "микро-арендатором" этого пространства. Через год после открытия "Дом на дереве" оказался настолько популярен, что было принято решение открыть второе место, однако, из-за высокой цены на аренду нового помещения, владелец придумал новый способ формализовать отношения с гостями, предложив каждому платить один рубль за минуту. Таким образом, осенью 2011 года, появился первый в мире заведение такого формата - свободное пространство "Циферблат" [2].

В 2012 году началось масштабное открытие антикафе и распространение их по миру. Хотя подавляющее большинство антикафе находится на территории Российской Федерации, их формат широко распространен в странах СНГ и выходит на европейский рынок (Чехия, Словакия, Франция, Германия, Англия) и США. Последнее открытое в России антикафе - это хобби-антикафе "Дану", в республике Карелия. [2].

Зарубежный опыт проектирования тайм-кафе. Интерьер тайм-кафе «The Book Club» (Лондон, Великобритания) уникальное по нескольким причинам, ведь его оформление - это сочетание современных решений в интерьере с классическим английским стилем. Дизайнером Шай Акрам помещения создан как аллюзия на стиль Нью-йоркских баров и кафе. Зал на первом этаже, где расположился бар, столовая и комнаты для настольного тенниса - это большое светлое помещение. Огромные окна условно его соединяют с улицей. Старые кирпичные стены гостиной - это наследие викторианской эпохи, оставленное нетронутым и не заретушировано. Большие круглые окна в них позволяют чувствовать окружающее пространство. Обилие зелени на стенах в сочетании с индустриальным дизайном - деталь, придающая атмосфере домашнего уюта. Этому же способствуют роскошные ткани для штор и обивка мебели. Разделены на зоны места отдыха, а также длинные столы, за которыми в стильной столовой может расположиться достаточно большое количество людей - еще одно современное решение [3].

Дизайн интерьера тайм-кафе "Среда" в Москве ориентировано на молодежную аудиторию, гостей-единомышленников, студентов и творческих личностей, которые могут похвастаться своей динамичностью, они не сидят на месте, а плодотворно и с интересом проводят свободное время. Среди гостей



заведения фрилансеры и представители самых разных профессий, которые готовы проявить себя в творческой сфере. Именно для них и был разработан нестандартный дизайн интерьера [4].

Дизайн интерьера антикафе «Мансарда» в Санкт-Петербурге это необычное место для веселого отдыха. Большое преимущество этого кафе в том, что посетители не платят за еду, а оплачивают время проведенное в нем, с условием не менее 50 и не более 500 рублей с человека. Здесь можно не просто отдохнуть, но и провести время с пользой. Посетить студию танцев, участие в дебатах, послушать лекции и посмотреть кино на иностранных языках. Кроме того, в клубе часто проходят мастер-классы, дегустации, семинары, выставки, концерты, вечеринки. Для ценителей хорошей музыки каждый вечер проводят музыкальные вечера [5].

Отечественный опыт проектирования антикафе. Учреждения города Львова. Антикафе "CoMMuna" во Львове - живая социальная сеть, как и другие свободные пространства, работает по принципу "все включено". Оплачиваете не по услуги, а за время пребывания. Для того, чтобы посетителям было комфортно работать, здесь установили стационарные компьютеры с доступом в интернет. Также в заведении есть большой выбор настольных игр, настольный футбол, много книг, музыкальные инструменты [6].

Коворкинг Betaplace - это прежде всего Open Space, а также комната для переговоров, кухня и несколько рабочих комнат. Офисные кресла, деревянные стулья на кухне, столы интересной формы (изменяя их конфигурацию, можно адаптировать пространство для нужного количества человек), наличие как открытого, так и закрытого пространства. По словам учредителей, коворкинг призван создать прежде всего среда, атмосферу, объединить для общего дела людей разного профессионального направления [7].

Бизнес-инкубатор Startup Depot общей площадью около 210 квадратных метров. Open-space пространство используют для проведения различных мероприятий, а также он выполняет функцию рабочего места для фрилансеров. Для работы команд здесь выделено четыре комнаты, каждая из них окрашена в разный цвет. Здесь есть переговорная и комната для учений. Рядом с бизнес-инкубатором есть велопарковка [8].

Антикафе «Comein» - это антикафе, где чай и кофе бесплатны, а еду можно принести с собой. Здесь можно поработать над проектом, подготовиться к парам, или же просто пообщаться с друзьями или сыграть в настольные игры. Здесь проводят тренинги и семинары, стартап-конференции и другие мероприятия [9].

Обсуждение вопроса. Если основная суть модели коворкинг центров - это помесечная аренда и территориальное объединение и организация сообщества для эффективной работы участников, то модель антикафе базируется на оплате, в первую очередь, за проведенное время, в стоимость которого входят различные угощения, развлечения и мероприятия. Связь с потенциальными или уже реальными посетителями поддерживается в основном через социальные сети. Ведь такие заведения рассчитаны на представителей молодежи, которые в подавляющем большинстве являются активными пользователями всемирной



сети. Также в целях рекламы и привлечения большего количества клиентов, проводят акции и действует система скидок. Пространство на основной территории антикафе требует правильной организации: расстановка столов и сидений не должна мешать свободному перемещению и приятного времяпрепровождения посетителей заведения.

Люди с предпринимательским талантом как никто другой стараются идти в ногу со временем, улавливают дыхание будущего и воплощают в жизнь новомодные виды деятельности, среди которых наше внимание привлекли «коворкинг» и «антикафе». И если коворкинг прижился в нашей стране несколько лет назад, то антикафе только начинает набирать популярность [10].

Выводы. Для открытия антикафе важно четко представить целевую аудиторию. Для отдыха молодежи преимуществами для выбора такого заведения могут стать наличие игровых приставок и больших мониторов, минимальной аппаратуры для музыкальных вечеров, периодическое проведение фотовыставок, семинаров со свободным доступом или тематических кинопоказов. Тем, кто рассматривает антикафе как рабочее пространство, важно высокое качество интернета, возможность работать в относительно спокойном месте и при желании разогреть принесенную еду, хороший доступ мобильной сети, наличие переговорной комнаты и др.

Часто такие заведения организуют различные мероприятия, вроде фотовыставок, кинопоказов, фестивалей, мастер-классов, даже конференций. Проводятся также литературные вечера, speaking-клубы и др., В зависимости от того, насколько разветвленные партнерские связи, популярность заведения и его направленность. В первую же очередь, владельцы опираются на целевую аудиторию и пожелания клиентов, а оптимальная площадь для антикафе - 100 кв.м. и необходимо отвести место для персонала и техпомещения.

Литература:

1. ТОП коворкінгів та антикафе Львова [Електронний ресурс] / Новини Львова. – 10.06.2016. – Режим доступу: http://lviv.vgorode.ua/news/dosuh_y_eda/257683-top-5-kovorkinhiv-lvova
2. Час продається. П'ять найкращих антикафе у Львові [Електронний ресурс] / Leopoldis / Новини зі Львова. – 10.10.2016. – Режим доступу: <http://leopolis.news/chas-prodayetsya-5-krashhyh-antykafe-u-lvovi/>
3. Замечательный интерьер тайм-кафе The Book Club от Shai Akram — лучшее средство от сплина, Лондон, Великобритания [Електронний ресурс] / Фотогалерея интерьеров кафе, ресторанов и баров. – Режим доступу: <http://interiorscafe.ru/the-book-club/>
4. Комплексная разработка интерьера тайм-кафе СРЕДА [Електронний ресурс] / Полиграфия и дизайн скачать шаблоны для Фотошопа. Идеи рекламных кампаний. - Режим доступу: <http://www.newstheme.ru/?p=11112>
5. Антикафе «Мансарда» [Електронний ресурс] / Кафе и рестораны. 2do2go.RU. Москва - Режим доступу: www.2do2go.ru/spb/places/29905/antikafe-mansarda
6. CoMMuna [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://communa.net.ua>



7. Betaplace [Електронний ресурс] / Коворкінг. – Режим доступу: <http://betaplace.com.ua/blog/page/2/>
8. Startupdepot - Затишний коворкінг у Львові [Електронний ресурс] / Стартап Депо - Бізнес Інкубатор Львів. – Режим доступу: <http://startupdepot.lviv.ua/contacts/>
9. Антикафе «ComeIn» / Коворкінг у Львові. П'ять прикладів. - Режим доступу: <http://photo-lviv.in.ua/kovorkinh-u-lvovi-pyat-prykladiv/>
10. Коворкінг й антикафе: як «вписати» нові види діяльності в межі законодавства / Ел. газета «Інтерактивна бухгалтерія» № 48 (57) / 2013. – Режим доступу: <http://www.interbuh.com.ua/ua/documents/oneanalytics/5324>

Abstract. *The history of development of a new format of catering and recreation facilities - antikafe. The domestic and foreign experience of designing interiors of institutions of the new format is described. People with entrepreneurial talent, as nobody else, are trying to keep pace with the time, they embody newfangled activities, among which our attention is attracted by "coworking" and "anti-cafe". And if Coworking has taken root in our country a few years ago, then anti-cafe is only beginning to gain popularity.*

Key words: *anti-cafe, interior design, free space, coworking.*

References:

1. TOP Coworkings and Lviv antikafes [Electronic resource] / Lviv News. – 10.06.2016. – Access mode: http://lviv.vgorode.ua/news/dosuh_y_eda/257683-top-5-kovorkinhiv-lvova
2. Time is sold. The five best anti-cafes in Lviv [Electronic resource] / Leopoldis/ News from Lviv. – 10.10.2016. – Access mode: <http://leopolis.news/chas-prodayetsya-5-krashhyh-antykafu-lvovi/>
3. The remarkable interior of the Shaikh Akram's The Book Club is the best remedy from the splin, London, United Kingdom. [Electronic resource] / Photo gallery of interiors of cafes, restaurants and bars. – Access mode: <http://interiorscafe.ru/the-book-club/>
4. Integrated interior design of the time-café SREDA [Electronic resource] / Polygraphy and design download templates for Photoshop. Ideas for advertising campaigns. - Access mode: <http://www.newstheme.ru/?p=11112>
5. Antykafе «Mansarda» [Electronic resource] / Cafes and Restaurants. 2do2go.RU. Moscow - Access mode: www.2do2go.ru/spb/places/29905/antykafе-mansarda
6. CoMMuna [Electronic resource] / Access mode: <http://communa.net.ua>
7. Betaplace [Electronic resource] / Koworking. – Access mode: <http://betaplace.com.ua/blog/page/2/>
8. Startupdepot - Cozy Coworking in Lviv [Electronic resource] / Startup Depot - Business Incubator Lviv. - Access mode: <http://startupdepot.lviv.ua/contacts/>
9. Антикафе «ComeIn» / Coworking in Lviv. Five examples. - Access mode: <http://photo-lviv.in.ua/kovorkinh-u-lvovi-pyat-prykladiv/>
10. Coworking and anti-cafe: how to "insert" new types of activities within the scope of legislation [Electronic resource] / Electronic newspaper «Інтерактивна бухгалтерія» № 48 (57) / 2013. - Access mode: <http://www.interbuh.com.ua/ua/documents/oneanalytics/5324>

Статья отправлена: 26.02.2018 г.
© Петровская Ю.Р., Кузьмич В.І.



УДК 553.981/982

**SUBSTANTIATION RESERVOIR ROCK PROPERTIES OF SERPUHIV
SEDIMENTS AT OSTROVERHIVSKE FIELD****ОБГРУНТУВАННЯ КОЛЕКТОРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРІД
СЕРПУХІВСЬКИХ ВІДКЛАДІВ ОСТРОВЕРХІВСЬКОГО РОДОВИЩА****Fedoriv V.V. / Федорів В.В.***s.geol.s., as.prof. / к.геол.н., доц.**Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas**Ivano-Frankivsk, Karpatskaya 15, 76019**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,**Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, 76019,*

Анотація. У роботі розглядаються результати досліджень порід-колекторів складнопобудованих розрізів Острoverхівського газоконденсатного родовища Дніпровсько-Донецької западини. Наведено особливості літолого-стратиграфічного розрізу серпухівських відкладів даного родовища. У результаті аналізу геолого-геофізичного матеріалу встановлено, що продуктивні розрізи серпухівських відкладів представлені, в основному, кварцовими та поліміктовими пісковиками та алевролітами різної зернистості і ступеня глинизації та карбонатизації, а також генезису – від алювіального до морського.

За результатами експериментальних досліджень керну в умовах, що наближені до пластових, визначені фільтраційно-ємнісні характеристики та встановлені петрофізичні моделі фільтраційно-ємнісних параметрів, які дозволяють достовірно визначити за даними ГДС петрофізичні параметри як чистих гранулярних кварцових порід-колекторів, так і пісковиків поліміктового типу. Побудовані фільтраційно-ємнісні моделі серпухівських відкладів Острoverхівського газоконденсатного родовища можна використовувати для підрахунку запасів нафти і газу, а також для поточної інтерпретації результатів ГДС.

Ключові слова: порода-колектор, коефіцієнт пористості, проникність, газонасичення

Вступ.

Прогнозування продуктивності порід-колекторів складно-побудованого типу є дуже важливою та, одночасно, і складною проблемою промислової геофізики. Через неоднорідність геологічної будови розрізів Острoverхівського газоконденсатного родовища Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), використання загальноприйнятих методик при визначенні фільтраційно-ємнісних характеристик порід-колекторів серпухівських відкладів стає неможливим достовірно обґрунтувати фільтраційно-ємнісні характеристики. Тому виникає потреба у визначенні фільтраційно-ємнісних характеристик за умови побудови петрофізичної моделі родовища. Зроблене петрофізичне моделювання дозволить підвищити інформативність результатів геофізичних досліджень складнопобудованих геологічних розрізів, що у свою чергу підвищить достовірність визначення підрахункових параметрів.

Огляд літератури.

Моделювання петрофізичних взаємозв'язків викладені у працях Добриніна, Б.Ю. Вендельштейна, Д.А. Кожевникова, Тиаб Дж., Доналдсон Ерл Ч., Л.И. Орлов, Е.Н. Карпов, В.Г. Тапоров. [5, 6, 7], а також у нормативних



документах [2, 3, 4]. Не зважаючи на те, що в основу побудови петрофізичних моделей покладені теорії В.М. Добриніна, В.М. Дахнова, Г. Арчі та інших вчених, ряд науковців розкривають особливості даних моделей для конкретних геологічних відкладів та літотипів, що складаю дані розрізи. Проблема побудови фільтраційно-ємнісних моделей конкретного родовища є першочерговою задачею при визначенні колекторських властивостей порід-колекторів за даними промислової геофізики. Так у свій час дані побудови були ускладнені неповноцінною інформацією лабораторних та геолого-геофізичних досліджень, що призводило до помилкового визначення колекторських властивостей порід-колекторів конкретного родовища.

Мета даної статті – дослідити та встановити взаємозв'язки фільтраційно-ємнісних параметрів порід-колекторів серпухівських відкладів Острове́рхівського газоконденсатного родовища Дніпровсько-Донецької западини, використавши сучасні методи обробки геолого-геофізичної інформації.

Методи дослідження. Основними методами досліджень є математичне моделювання типу “кern-кern”, “кern-геофізика” та “геофізика-геофізика” петрофізичних параметрів порід-колекторів, які отримані за результатами лабораторних та геофізичних досліджень, на представницьких колекціях керну, відібраного з продуктивних горизонтів серпухівських відкладів Острове́рхівського газоконденсатного родовища Дніпровсько-Донецької западини.

Породи-колектори серпухівських відкладів представлені, в основному, кварцовими та поліміктовими пісковиками та алевролітами різної зернистості і ступеня глинизації та карбонатизації, а також генезису – від алювіального до морського.

Пісковики мають переважно світло-сірий колір, поліміктовий і олігоміктовий склад, структура їх різнозерниста – від тонко- до середньозернистої та інколи крупнозернистої, текстури пологохвилясто-шаруваті, субпаралельні і, рідше, масивні. Порода зцементована міцно – регенераційно-кварцовим цементом та середньо-міцно – доломіто-глинистою та вапняковою речовиною. У породі відмічаються стилітові шви, заповнені дрібною вуглистою речовиною, вона збагачена вуглефікованим рослинним детритом, має невелику домішку слюди. Карбонатність пісковиків зрідка сягає 32 % при переважних значеннях 1-4 %, пористість 4-11 %, зрідка до 16-18,6 %, проникність до $352,03 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$.

Алевроліти світло-сірі і сірі крупнозернисті, міцні, на вапняковому і глинистому цементі, шаруваті, що підкреслено аргілітовими прошарками, вуглисті, слюдисті. Пористість до 4,3 %, проникність до $3,23 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$.

Існуючі методики інтерпретації результатів ГДС звичайних піщано-глинистих розрізів не можуть бути використані в повній мірі при вивченні порід-колекторів даного типу [1]. Труднощі, які виникають при розв'язанні поставлених задач, пов'язані із особливостями мінерального складу зерен скелетної фракції, а також цементу порід-колекторів серпухівських відкладів Острове́рхівського газоконденсатного родовища.



Геофізична характеристика досліджених колекторів змінюється в таких межах:

- питомий електричний опір для продуктивних пластів 7-140 Омм;
- інтервальний час пробігу поздовжньої хвилі (ΔT) 185 -252мкс/м;
- природна радіоактивність, в основному, 2-4 мкр/год.

Петрофізична модель $K_{\text{п}}=f(K_{\text{пр}})$, яка побудована за даними вивчення керну, говорить про тісний зв'язок між цими коефіцієнтом пористості $K_{\text{п}}$ та коефіцієнтом проникності $K_{\text{пр}}$. Пористість змінюється від 5,2 до 16,8 %; проникність в межах $0,04-690 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. Дана петрофізична модель апроксимується рівнянням:

$$K_{\text{пр}} = 0.0024e^{0.7111 \cdot K_{\text{п}}} \quad (1)$$

Однією із основних петрофізичних моделей є зв'язок між параметром газонасиченості $P_{\text{н}}$ і коефіцієнтом водонасиченості $K_{\text{в}}$. За результатами лабораторних досліджень побудовано залежність $P_{\text{н}}=f(K_{\text{в}})$, яка має вигляд:

$$P_{\text{н}} = \frac{0.934}{K_{\text{в}}^{2.1869}}, \quad r = 0.98. \quad (2)$$

Розрахунок $P_{\text{н}}$ проводився згідно загальноприйнятих методик [1, 5, 6, 7] за формулою:

$$P_{\text{н}} = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{вп}}}, \quad (3)$$

де $\rho_{\text{п}}$ – питомий опір продуктивного пласта, $\rho_{\text{вп}}$ – питомий опір продуктивного пласта при 100 % водонасиченості.

Оцінка питомого електричного опору пластів проводилася за комплексом методів БКЗ, БК та ІК з використанням відповідних палеток і методичних інструкцій.

На практиці широко використовують методику визначення пористості за даними ГДС, яка передбачає використання петрофізичних моделей між коефіцієнтом пористості (визначеним на керновому матеріалі) та геофізичними параметрами (знятими з відповідних діаграм). Визначення пористості порід-колекторів серпухівських відкладів проводилось за даними акустичного каротажу та за даними питомого електричного опору промитої зони.

При побудові петрофізичної моделі $K_{\text{п}}=f(\Delta T)$ необхідно врахувати один із важливих факторів, який вносить похибку в результати визначення пористості за даними акустичного каротажу, це глинистість. Слід відмітити, що колекторами є пісковики різної ступені глинистості, що чітко простежується за даними комплексу ГДС. При вивченні зв'язку глинистості з інтенсивністю природної гамма-активності використовується подвійний різницеви́й параметр (ΔJ_{γ}), який дозволяє виключити похибки, що викликані індивідуальними особливостями апаратури та свердловинними умовами вимірів.

З метою виключення впливу глинистості на визначення $K_{\text{п}}$ за даними акустичного каротажу була побудована тривимірна залежність між $K_{\text{п}}$, ΔT і ΔJ_{γ} , яка має наступний математичний вираз:

$$K_{\text{п}} = 0.2 \cdot \Delta T - 30 - 11.07 \cdot \Delta J_{\gamma}, \quad r = 0.96. \quad (4)$$



Для підтвердження достовірності визначення пористості по залежності $K_n=f(\Delta T, \Delta J_\gamma)$ були проведені співставлення цих значень з пористістю, яка визначена за керном. Необхідно відмітити деяку тенденцію до незначного перевищення K_n за АК-ГК над K_n за керном. Дане перевищення можна пояснити тим, що при бурінні відбираються, як правило, більш ущільнені зразки. Аналіз визначення K_n показує, що ΔT для продуктивних і водоносних пластів знаходиться приблизно в одному діапазоні, отже значного впливу газонасичення на покази ΔT не відмічається.

Другим способом визначення коефіцієнту пористості це визначення K_n за питомим електричним опором промитої зони. Для використання даного способу необхідно побудувати петрофізичну модель типу $P_n=f(K_n)$.

Залежність між параметрами пористості P_n і коефіцієнтом пористості K_n вивчалась як в умовах близьких до пластових так і в атмосферних умовах. Між цими параметрами спостерігається достатньо тісний кореляційний зв'язок, який має наступний математичний вид:

для умов близьких до пластових:

$$P_n = \frac{18430}{K_n^{2.2676}}, \quad r = 0.98; \quad (5)$$

для атмосферних умов:

$$P_n = \frac{7002.1}{K_n^{1.9908}}, \quad r = 0.97. \quad (6)$$

У даному випадку слід зазначити, що крива $P_n=f(K_n)$, яка отримана для пластових умов, розташована вище (і крутіше) ніж крива, що отримана для атмосферних. Це пояснюється тим, що при одночасній дії на взірець факторів ефективного тиску та температури, коефіцієнт пористості зменшується, а форма порового простору ускладнюється настільки, що точка, яка відповідає взірцю, що вивчається – переміщується не вздовж лінії $P_n=f(K_n)$ для атмосферних умов, а зміщується вище по відношенню до цієї лінії. Крім того, ефект збільшення степені при коефіцієнті пористості для термобаричних умов по відношенню до такої ж при атмосферних умовах тим більший, чим менший коефіцієнт пористості, що чітко простежується у нашому випадку. Для визначення коефіцієнта пористості за даними електричних методів пропонується використовувати залежність, яка отримана для пластових умов.

На рисунку 1 приведено зіставлення пористостей визначених за методом опору (МБК) та за АК-ГК. Як видно з графіка, між пористостями, які визначені за даними МБК та АК-ГК, спостерігається достатньо задовільний зв'язок.

Аналіз отриманих результатів показав задовільну збіжність між пористостями визначеними за даними електричного опору (МБК), акустичного каротажу з врахуванням глинистості (АК-ГК) та визначеної в лабораторних умовах. Але, враховуючи, що визначення K_n за даними виміру МБК застосовують при дуже глибокій зоні проникнення, що не завжди можливо, та залежить від проміжку часу між розкриттям пласта і проведенням запису методів ГДС, в'язкості та водовіддачі бурового розчину, а також складності врахування впливу залишкової води і газу, то в даному випадку рекомендуємо

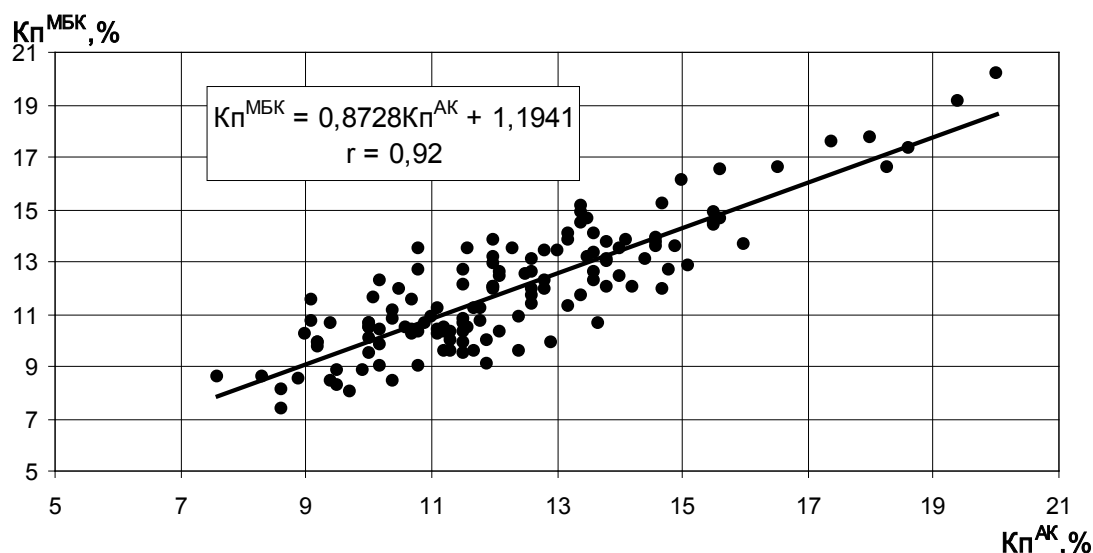


Рис. 1 Порівняння пористостей, які визначені за даними методом опору (МБК) та АК-ГК

використовувати величини пористості, які вираховані за даними акустичного каротажу з використанням ГК.

Висновки та завдання подальших досліджень. У результаті статистичної обробки експериментальних лабораторних досліджень та даних геофізичних досліджень свердловин серпухівських відкладів Острозького газоконденсатного родовища побудовано петрофізичні моделі, що дозволяють достовірно визначати фільтраційно-ємнісні параметри порід-колекторів даного типу. Встановлені моделі можна використовувати як в процесі оперативної інтерпретації, так і при визначенні підрахункових параметрів порід-колекторів аналогічного літологічного складу.

Завданнями наступних досліджень є розробка способів поточної інтерпретації даних промислової геофізики з використання вищенаведених фільтраційно-ємнісних моделей порід-колекторів не тільки серпухівських відкладів, а й інших літотипів.

Література:

1. Вендельштейн Б.Ю., Резанов Р.А. Геофизические методы определения параметров нефтегазоносных коллекторов. М.: Недра. – 1978. – 317 с.
2. ГОСТ 26450.2-85 Породы горные. Метод определения коэффициента абсолютной газопроницаемости при стационарной и нестационарной фильтрации. М.: Изд-во стандартов, 1985. 16 с.
3. ГОСТ 26450.1-85 Породы горные. Метод определения коэффициента открытой пористости жидкостенасыщением. М.: Изд-во стандартов, 1985. 8 с.
4. ГОСТ 26450.0-85 Породы горные. Методы определения коллекторских свойств. М.: Изд-во стандартов, 1985. 12 с.
5. Орлов Л.И. Петрофизические исследования коллекторов нефти и газа / Л.И. Орлов, Е.Н. Карпов, В.Г. Тапоров. – М.: Недра, 1987. – 216 с.
6. Петрофизика (физика горных пород). В.М. Добрынин, Б.Ю.



Вендельштейн, Д.А. Кожевников – М.: “Нефть и газ”, 2004 год. – 368 с.

7. Тиаб Дж., Доналдсон Эрл Ч. Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов / Перевод с английского. – М.: ООО «Премииум Инжиниринг», 2009. – 868 с.

Abstract. *The results of reservoir rocks investigations in complex-built sections of the Ostroverhivske gas condensate field in the Dniprovsko-Donetska foredeep are considered. It's shown the features of lithologic-stratigraphic serpuhivski cross-section at this area. As a result of analysis geological and geophysical material, it has been established that the productive sections of serpuhivski deposits are represented mainly by quartz and polymichromic sandstones and siltstones of different grains and the degree of claymaking and carbonization, as well as genesis - from alluvial to marine.*

According to the results of core experimental studies in conditions close to the reservoir, the filtration-capacitive characteristics were determined and the petrophysical models of the filtration-capacitive parameters were established according to the geophysical well logging, which allow reliable determination the petrophysical parameters of the pure granular quartz reservoir rocks as well as polymictic sandstones. The built-up filtration-capacitive models of serpuhivske deposits at the Ostroverhivske gas condensate field can be used for calculation oil and gas reserves, as well as for the flowchart well logging interpretation.

Key words: *reservoir rock, coefficient of porosity, permeability, gas saturation*

References:

1. Vendelshtein B.Y., Rezanov R.A. (1978). Geofizicheskie metody opredeleniia parametrov neftegazonosnykh kolektorov. Moskov: Nedra, 317 p. [in Russian].
2. GOST 26450.2-85 Porody gornye. (1985). Metod opredeleniia koefitsienta absoliutnoi gazopronitsaemosti pri statsionarnoi i nestatsionatnoi filtratsii. Moskov: Izd-vo standartov, 16 p. [in Russian].
3. GOST 26450.1-85 Porody gornye. (1985). Metod opredeleniia koefitsienta otkrytoi poristosti jidkostenasysheniem. Moskov: Izd-vo standartov, 8 p. [in Russian].
4. GOST 26450.0-85 Porody gornye. (1985). Metody opredeleniia kollertorskih svoistv. Moskva: Izd-vo standartov, 12 p. [in Russian].
5. Orlov L.I., Kappov E.N., Taporkov V.G. (1987). Petrofizicheskie issledovaniia kolektorov nefti i gaza. Moskva: Nedra, 216 p. [in Russian].
6. Dobrynin V.M., Vendelshtein B.Y., Kojevnikov D.A. (2004). Petrofizika (fizika gornyh porod). Moskov: Neft i gaz, 368 p. [in Russian].
7. Tiab Dj., Donaldson Erl Ch. (2009). Petrofizika: teoriia i praktika izucheniia kolektorskih svoistv gornyh porod i dvijeniia plastovykh fliuidov / Perevod s angliickogo. Moskva: ООО “Premium Injyniring”, 868 p. [in Russian].

Стаття відправлена 08.03.2018 р.

© Федорів В.В.



УДК 636.2.082

JUSTIFICATION OF IMPORTANCE OF SELECTION TRAITS IN BEEF CATTLE ОБҐРУНТУВАННЯ ВАЖЛИВОСТІ ОЗНАК СЕЛЕКЦІЇ М'ЯСНОЇ ХУДОБИ

Ugnivenko A.N. / Угнівенко А. М.

d.a.s., prof. / д. с.-г. н., проф.

ORCID: 0000-0001-6278-8399

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

Kyiv, Heroiv Oborony, 15, 03041

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, 03041

Анотація. У роботі розглядається обґрунтування основних ознак селекції худоби української м'ясної породи. Доведено, що кількість відлученого приплоду більше впливає на рентабельність м'ясного скотарства, ніж середня жива маса молодняку у разі відлучення та в 15 міс. Основною ознакою продуктивності у ньому слід вважати діловий вихід телят. З метою підвищення економічної ефективності м'ясного скотарства, до комплексу традиційних ознак селекції слід включити також збереженість телят до відлучення.

Ключові слова: ознаки селекції; українська м'ясна порода; собівартість приросту.

Вступ

Під час створення м'ясного скотарства в Україні селекцію худоби вели за ознаками м'ясної продуктивності тварин – середньодобовим приростом, вираженістю м'ясних форм, масою та якістю туш. Це призвело до зниження його економічної ефективності. На сучасному етапі розведення тварин цієї худоби важливо обґрунтувати основні ознаки продуктивності, що позитивно впливають на ефективність виробництва яловичини від створеної породи.

Основна частина

Рентабельність м'ясного скотарства приблизно на 70 % залежить від собівартості продукції і на 30 % від її виручки [4]. Ця худоба дає тільки один вид продукції – яловичину. Собівартість 1 ц приросту живої маси приплоду до відлучення визначають за формулою (1):

$$\text{Собівартість 1 ц приросту} = \frac{\text{загальні затрати на утримання стада, грн}}{(\text{приріст живої маси теляти} \times \text{кількість відлучених телят})} \quad (1)$$

Головним фактором зменшення собівартості приросту у м'ясному скотарстві є збільшення кількості та приросту живої маси потомків до відлучення і зменшення витрат на утримання основного стада.

Вплив плодючості, молочності й живої маси на собівартість приросту вивчали регресійним аналізом за результатами господарської діяльності племінного заводу української м'ясної породи великої рогатої худоби «Воля» Черкаської області.

Нами доведено, що збереження телят до відлучення (x_2) у 288,5 раза, 23,8 та 37,4 рази більше впливає на собівартість 1 ц приросту живої маси телят ніж жива маса потомків у віці 15 місяців (x_1) та під час відлучення (молочність; x_3) і



вихід телят на 100 корів і нетелей, наявних на початок року (x_1) (формула 2):

$$Y = -0,54x_1 - 20,19x_2 - 0,85x_3 + 0,07x_4 + 2177,76 \quad (2)$$

Іншими авторами [6] встановлено, що від стада корів із живою масою телят на час відлучення 400 фунтів і 90 % ділового виходу приплоду отримують більше прибутку, ніж від стада з 500-фунтовими телятами і 70 % їх збереженням до відлучення. Визначаючи [3] відносний економічний ефект, одержаний під час добору м'ясної худоби за ознаками відтворювання, порівняно з приростом і якістю туш, встановлено, що прибуток від виходу відлучених телят у двічі вищий від рівня приростів і у 20 разів переважає цей показник за якістю туш (рис. 1).

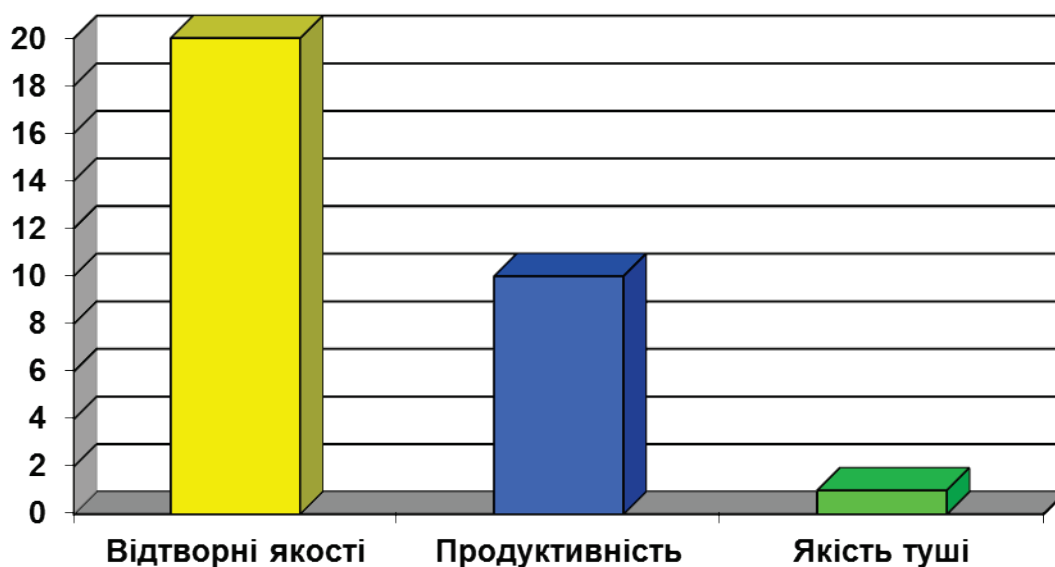


Рис. 1. Прибуток від найбільш важливих ознак селекції м'ясної худоби [3]

У м'ясному скотарстві зниження виходу телят призводить до підвищення їх собівартості (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив виходу телят на їх собівартість у США [5]

Вихід телят на 100 корів, гол.	Кількість ферм	Кількість телят, гол.	Собівартість одного теляти, дол.
від 30 до 40	1	590	43,92
від 41 до 50	2	585	49,21
від 51 до 60	14	11880	36,15
від 61 до 70	18	8020	20,88
від 71 до 80	22	10848	28,03
від 81 до 90	22	9749	25,46
від 91 до 100	5	1695	22,15
Всього	84	43367	31,95

Така залежність собівартості живої маси телят на час відлучення від їх збереження та живої маси у підсисний період пояснюється віднесенням витрат



на утримання основного стада на загальну живу масу потомків під час відлучення, яка залежить від ділового виходу телят та їхньої живої маси під час відлучення. Виходячи з цього, актуальним завданням роботи з худобою м'ясних порід є розроблення методів поліпшення ділового виходу телят, плодючості і молочності самиць, за збереження властивих їм приростів живої маси і досягненого рівня забійного виходу.

Причини за яких від корів не отримують ділових телят, є наступними: 56,8 % – корова не запліднилася (за оптимальних умов повинні завагітніти близько 90 % самиць); 16,4 % – аборти; 11,1 % – мертвонароджені телята; 3,9 % – вроджені аномалії; 11,8 % – нещасні випадки і хвороби [3]. Більш за все діловий вихід телят знижується за рахунок того, що частка корів під час парувального періоду залишаються незаплідненими.

Телята, призначені для вирощування і відгодівлі на м'ясо (чистий вихід телят) реально відображають, наскільки успішно ведуть м'ясне скотарство. Підводячи підсумки, щодо виходу телят в Україні, враховують скільки їх отримано від корів, які отелились, а не від загальної кількості самиць. Це призводить до завищення показників відтворювання. За цього не враховують незапліднених корів і неплідних бугаїв, втрату телят внаслідок абортів. Якщо вести облік виходу телят таким чином, то обманюють самих себе.

Діючою «Інструкцією з бонітування великої рогатої худоби м'ясних порід (2003)» [1] передбачено оцінювання корів за живою масою, екстер'єром, молочністю, відтворювальною здатністю, генотипом з наступним визначенням класу корів за комплексом ознак. Структуру ознак у бонітувальному класі розподіляють наступним чином: молочність – 32 бали; жива маса – 25; генотип (походження) – 21; конституція та екстер'єр – 12; відтворювальна здатність – 10 балів.

Саме здатність корови щорічно давати здорове теля під час відлучення та тривалість продуктивного їх життя і є індикаторами їх пристосованості до екстремальних, або відповідних технологічних умов господарств. Значимість рівня відтворювання для м'ясного скотарства зростає порівняно з молочним у декілька порядків, тому, що це основний фактор виробництва яловичини – одержувати максимальну кількість телят для відгодівлі. Ялова корова, хоча і з видатними показниками живої маси, неефективна для стада, вона просто випадає з виробничого циклу. Тому оцінювання рівня відтворювання корів у м'ясному скотарстві повинне стати першочерговою складовою частиною програм селекції.

З практичної точки зору ефективність відтворювання у м'ясному скотарстві пропонують [2] визначати як чистий (діловий) вихід (%) приплоду під час відлучення на 100 корів і телиць, виділених для відтворювання за формулою (3):

$$\text{Чистий вихід телят} = \frac{\text{Кількість відлученого приплоду, гол.}}{\text{Поголів'я корів (телиць), дібраних для відтворювання, гол.}} \times 100 \quad (3)$$

Таке визначення ефективності відтворювання включає низку складових відтворювальної здатності плідників і самиць: відтворювальна здатність самиць



і бугаїв; аборти; кількість новонароджених телят, у т.ч. легкість отелень; збереженість телят до відлучення. Чистий вихід телят – ознака, яка характеризує властивість бугаїв до спаровування, а корів – запліднюватися, народжувати і вирощувати живих телят. Тому, ефективність відтворювання залежить від запліднювальної здатності самиць (корів за 63 доби, телиць – за 45 діб) і сперміїв бугаїв, частки абортів, легкості отелень, збереженості потомків до відлучення. Основні причини зниження чистого виходу телят – це неплідність бугаїв і самиць, аборти та збереженість телят. Їх втрати у період до відлучення змінюються залежно від породи та умов утримання худоби.

Висновки

Собівартість приросту телят у м'ясному скотарстві залежить від їх ділового (чистого) виходу під час відлучення і витрат на утримання поголів'я. Інтенсивне відтворювання самиць стада позитивно впливає на економічну ефективність виробництва яловичини.

Abstract.

Justification of the main selection traits of Ukrainian beef breed has been presented in the article. It has been proved that weaning percentage had higher influence on beef production profitability as compared to average weaning weight and average weight at 15 months. Percent of calves weaned should be considered as a main performance trait of beef farming. Survival from birth till weaning should be included to the complex of selection parameters that improve economical effectiveness of beef production.

Key words: selection traits; Ukrainian beef breed; cost of gain.

References:

1. Інструкція з бонітування великої рогатої худоби м'ясних порід // Ю.Ф. Мельник, В.А. Піщолка, А.М. Литовченко та інші. – К. : 2003, Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». С. 3-24.
2. Лэсли Д.Ф. Генетические основы селекции сельскохозяйственных животных. М.: Колос. 1982. 391 с.
3. Миниш Г. Производство говядины в США: мясное скотоводство // Г. Миниш, Д. Фокс.; пер. с англ. О.В. Мицихи. Под ред. А.В. Черкаева. М.: Агропромиздат. 1986. 478 с.
4. Угнівенко А.М. Наукові засади відтворювання поголів'я великої рогатої худоби м'ясних порід // А. Угнівенко, Л. Коронець, С. Демчук, Д. Носевич (монографія). – К.: ЦП Компринт, 2017. - 400 с.
5. Черкаев А.В. Технология специализированного мясного скотоводства. М.: Колос, 1975. 288 с.
6. Kirkpatrick F.D. The effect of weaning weight and reproduction on profit // Limousin Journal. 1981. 11, 4, 446-454.

Стаття відправлена: 15.02.2018 р.

© Угнівенко А.М.



УДК 635:631.527.5:635.64

TOMATOES PERFORMANCE DEPENDING ON PATTERNS OF CLUSTERS FORMATION**ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОМІДОРА ЗАЛЕЖНО ВІД СХЕМИ ФОРМУВАННЯ КИТИЦЬ****Havris' I.L. / Гаврись І.Л.***PhD, agr.s., assoc. prof. / к.с.-г.н., доц.***Lopata V.V. / Лопата В.В.***Student / студент**National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.**Kyiv, Heroiv Oborony, 13, 03041**Національний університет біоресурсів і природокористування України,**Київ, вул. Героїв Оборони, 13, 03041*

Анотація. Робота присвячена дослідженню індетермінантного гібрида помідора шляхом оптимізації способів формування китиць рослин. Визначено вплив способу формування китиць гібрида Тривет F₁ на ріст, розвиток та динаміку плодоношення. Оптимальним є формування першої китиці на три плоди, другої – на чотири, а третьої та решти – на п'ять плодів.

Ключові слова: помідор, гібрид, формування китиці, урожайність.

Вступ. В Україні помідор – одна з найбільш поширених і цінних овочевих культур, що зумовлено її екологічною пластичністю, високою урожайністю, універсальністю щодо використання плодів та смаковими якостями.

Одним із шляхів підвищення врожайності помідора є формування китиць рослин. Через індивідуальні вимоги гібридів F₁ до цього технологічного заходу та необхідність узгодження з уже існуючими технологіями, в Україні існують лише окремі теоретичні обґрунтування доцільності його застосування [2]. Дослідження нідерландських і німецьких вчених вказують на можливість підвищення врожайності культури помідора на 15-20 %. В Україні існують лише окремі теоретичні обґрунтування доцільності застосування такого заходу. Тому, визначення впливу формування плодів у китиці на урожайність помідора у весняних теплицях є необхідним і актуальним завданням сучасного овочівництва.

Мета та методика проведення досліджень. Метою досліджень було визначити урожайність гібрида помідора за різних способів формування китиць при вирощуванні у плівковій теплиці без технічного обігріву. Завдання: порівняти активність ростових процесів, кількісні показники, динаміку формування врожаю та урожайність помідора при використанні різних способів формування плодів у китиці.

Об'єкт дослідження – фізіологічні процеси, які відбувалися в рослинах помідора залежно від схеми формування китиць. Предмет дослідження – гібрид помідора індетермінантного типу Тривет F₁ селекційної компанії Syngenta.

З метою визначення впливу формування плодового навантаження на рослини гібрида Тривет F₁ вивчали чотири варіанти формування китиць: без формування – контроль; формування першої китиці на 3 плоди, 2-ої на 4, 3-ої та решти на п'ять плодів; формування всіх китиць на 4 плоди; формування всіх



китиць на 5 плодів.

Експериментальну частину роботи виконували згідно з методикою, прийнятою для закритого ґрунту [1]. Схема садіння розсади 80 x 40 см. Кількість рослин на 1 м² – 3,1 шт. Повторність – триразова. Варіанти дослідів розміщували методом повної рендомізації.

Результати досліджень. Після формування першої китиці визначали довжину стебла у всіх варіантах впродовж вегетаційного періоду. Оскільки ріст рослин за формування першої китиці на три плоди був швидшим через відтік асимілянтів до новостворених вегетативних органів, вони мали суттєву перевагу у довжині стебла над рештою. Це можна пояснити переваженням рослин плодами, що призвело до відставання у ростових процесах, що обумовило різницю між даним варіантом і контролем у фазу формування 7-ої китиці 54 см. Спостереження за динамікою росту листків показало, що найшвидшим темпом розвитку відрізнявся варіант формування 1-ї китиці на 3, 2-ї – на 4 і решти – на 5 плодів, тоді як рослини контролю сформували на 6 листків менше.

В результаті формування китиць помідора різними способами спостерігали відмінності за кількістю утворених генеративних органів на рослинах. Найбільшу кількість квіток та плодів отримали у варіанті, де перша китиця мала 3, друга 4, а решта – 5 плодів. Загалом 36 плодів.

Таблиця 1

Кількість генеративних органів на рослині помідора за різних способів формування китиці, 2017 р.

Варіант	Кількість квіток/плодів на ... китиці, шт.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Без нормування (К)	7/6	7/6	5/5	6/5	5/4	5/5	–	–
I китиця на 3, II – на 4, решта – на 5 плодів	3/3	4/4	5/5	5/5	5/5	5/5	4/4	5/5
Всі китиці на 4 плоди	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Всі китиці на 5 плодів	5/5	5/5	5/5	5/4	5/5	5/4	5/4	–

Найвищий відсоток зав'язування плодів відмічали у варіантів із формуванням китиць, де 1-ша мала 3, 2-га – 4, решта – 5 плодів і у варіанті з усіма китицями на 4 плоди. В контрольному зразку не запилилось 4 квітки і зав'язування становило 89 %. Середнім показником – 91 % зав'язуваності характеризувався варіант формування всіх китиць на 5 плодів, де не запилилось 3 квітки.

Найбільшою середньою масою плода відзначилась схема формування першої китиці на 3, другої – на 4, третьої – на 5 плодів і становила 155 г, що на 9 % вище від контролю. Дещо легшими були плоди у наступного варіанту і складали 151 г, що на 6 % перевищувало контроль.

Спостереження за надходженням урожаю плодів помідора за місяцями (табл. 2) показало, що за липень урожайність помідора коливалася в межах 0,8 –



1,4 кг/м², максимальна різниця між варіантами становила – 0,6 кг/м². Наступного місяця в усіх варіантах спостерігалось певне зростання урожайності. Найвищим показником відзначився варіант з формуванням першої китиці на 3, другої – на 4, решта – на 5 плодів, урожайність якого збільшилася на 3,2 кг/м² і становила 4,0 кг/м². Урожайність інших варіантів була дещо нижчою, проте порівняно з попереднім місяцем була вищою на 2,2-2,3 кг/м². Плодоношення гібрида помідора у вересні показало, що тільки нормування плодів за схемою I китиця на 3, II – на 4, решта – на 5 плодів дало вищий врожай ніж у попередній місяць.

Таблиця 2

Динаміка надходження врожаю помідора за місяцями, залежно від схеми нормування плодів у китиці, 2017 р.

Варіант	Урожайність за період, кг/м ²				Загальна урожайність, кг/м ²
	липень	серпень	вересень	жовтень	
Без нормування (К)	1,3	3,6	3,0	1,3	9,2
I китиця на 3, II – на 4, решта – на 5 плодів	0,8	4,0	4,2	1,8	10,8
Всі китиці на 4 плоди	1,0	3,3	3,0	1,5	8,7
Всі китиці на 5 плодів	1,4	3,7	3,1	1,4	9,6

Висновки. Формування першої китиці на 3 плоди, другої – на 4, третьої та наступних – на 5 плодів характеризувалося утворенням найбільшої кількості генеративних органів та найвищим ступенем зав'язуваності плодів. Зазначена схема забезпечила отримання найвищої загальної врожайності – 10,8 кг/м², тоді як у контролі (без формування) вона не перевищувала 9,2 кг/м².

Література:

1. Бондаренко Г.Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. – Х.: Основа, 2001. – 369 с.
2. Кирий П.І. Вплив формування китиць помідора на врожайність і якість плодів при вирощуванні в продовженій культурі зимових теплиць четвертої світлової зони України // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К., 2005. – Вип. 91. – С. 89-96.

Abstract. Article is devoted to study of the indeterminant tomato hybrid by method of optimization of tomato plants' cluster formation. It was established the influence of cluster formation of Tryvet F₁ hybrid on plant's growth, development and yield. The optimum scheme of cluster formation for obtaining the highest tomato productivity is the scheme with three fruits on the first cluster, four on the second and five on the third cluster and every next one.



Key words: *tomato, hybrid, cluster formation, yield.*

References:

1. Bondarenko H.L. (2001). *Metodyka doslidnoyi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi* [Methods of research affairs in Vegetables and Melons] – Kh.: Osnova. – 369 p.
2. Kyriy P.I. (2005). *Vplyv formuvannya kytys' pomidora na vrozhaynist' i yakist' plodiv pry vyroshchuvanni v prodovzheniy kul'turi zymovykh teplyts' chetvertoyi svitlovoyi zony Ukrayiny* [Influence of tomato spatula formation on yield and quality of fruits in growing in the extended culture of winter greenhouses of the fourth light zone of Ukraine] in *Naukovyy visnyk Natsional'noho ahrarnoho universytetu* [Scientific herald of the National agricultural university]. - K., 2005. - vol. 91. - pp. 89-96.

Стаття надіслана: 13.03.2018 р.

© Гаврись І.Л.



УДК 639.3; 631.589.2; 631.17.

AQUAPONIKA - A PERSPECTIVE DIRECTION OF AQUACULTURE**АКВАПОНИКА – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ****Koryagina N.Yu. / Корягина Н.Ю.***к.б.с./к.б.н.*

ORCID: 0000-0001-8556-2202

Lvov Yu.B. / Львов Ю.Б.*с.с./h.s./к.с/х.н.**FSBSI All-Russian Research Institute of Irrigation Fish Culture,
Russia, Moscow region, Noginsk, pos. Vorovskogo, Sergeeva street, 24.**ФГБНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства,**Россия, Московская область, Ногинский р-н, пос. Воровского, ул. Сергеева, д.24.*

Аннотация. Интеграция в аквакультуре не всегда дает ожидаемый положительный результат. Причиной могут служить попытки объединить в системы малосовместимые по определенным параметрам организмы, или несбалансированность создаваемых систем. В работе рассматриваются ключевые моменты организации и использования сбалансированных аквапонных установок. Принцип работы аквапоники основан на взаимовыгодном влиянии биологических компонентов системы: водных организмов (рыб, моллюсков, речных раков), растений и микроорганизмов. Нарушения жизнедеятельности одного из трех компонентов аквапоники приводит к дисбалансу системы в целом, что сказывается (болезни, гибель) и на других организмах системы. При анализе существующих аквапонных систем авторами были определены основные компоненты, параметры функционирования, значимость системы, актуальность использования и перспективы применения.

Ключевые слова: аквапоника, рыбы, растения, микроорганизмы.

Вступление.

В технологических процессах по производству продукции часто совмещают различные процессы (интегрируют), тем самым повышая выход конечной продукции и сокращая затраты на производство. Однако, в процессе объединения не всегда получают положительный результат, что связано с несовместимостью отдельных компонентов в единую систему. Особое значение интегрированные технологии получают в рыбоводстве, с учетом рационального использования пригодных площадей, специфики производства и т.д. Так, например, при выращивании птицы и рыбы на одном водоеме, велика вероятность чрезмерного загрязнения водоема отходами жизнедеятельности птицы, что в свою очередь приводит к гибели рыбы.

На сегодняшний день это одна из актуальных проблем. Для её разрешения необходимо разработать способы производства продукции, основанные на симбиотических связях биологических компонентов создаваемой системы, главным образом – взаимополезных.

Цель данной работы – проанализировать интегрированную технологию производства рыбоводной продукции не только позволяющую увеличить выход продукции производства, но и рационально использовать имеющиеся площади, решать вопросы экологии окружающей среды.



Основной текст

Наиболее рациональным производством нескольких видов продукции является аквапоника.

Аквапоника (лат. *Aqua* — вода, греч. *πόνοϛ* — работа) - комбинированный метод выращивания водных организмов (рыб, моллюсков, ракообразных, водорослей) и растений совместно в рециркуляционной системе с использованием природных бактериальных циклов для преобразования отходов водных организмов в питательные вещества для растений. Аквапоника использует лучшие, современные приёмы аквакультуры и гидропоники. Аквакультура (от *Aqua* — вода и *cultura* - возделывание, разведение, выращивание, уход) - разведение и выращивание водных организмов в контролируемых условиях (в естественных и искусственных водоемах, на специально созданных плантациях), для повышения эффективности производства. Однако аквакультура имеет ряд недостатков, одним из которых является накопление поллютантов, генерирующих аммиак и нитриты и чтобы избежать негативное влияние на культивируемые организмы, необходимо минимизировать или удалять загрязняющие вещества.

Гидропоника (от *гидро* — вода и *др.-греч. πόνοϛ, ρόνοϛ* — работа) — выращивание растений на искусственных, питательных средах без почвы, в контролируемых условиях (питания для корневой системы, концентрации углекислого газа в воздухе, температуры воздуха и корнеобитаемого пространства, влажности воздуха, интенсивности и продолжительности освещения) для получения высоких урожаев, лучшего качества и за более короткие сроки. Тем не менее, гидропоника также имеет ряд недостатков: повышенные энергоёмкость, ресурсоемкость, трудоемкость; загрязнение среды синтетическими удобрениями [1].

Объединение двух этих технологий производства сельскохозяйственной продукции в единую систему, которую сегодня мы называем аквапоникой, даёт возможность избавиться от многих, присущих им недостатков.

Первой формой аквапоники для сельскохозяйственного использования считаются искусственно создаваемые ацтеками острова — чинампы. Растения выращивались на закреплённых (иногда плавающих) на мелководье островах, а удобрения извлекались из каналов между чинампами, окружающих города, и использовались для орошения растений вручную [2, 3]. Другим историческим примером может служить - возделывание риса на заливных полях в сочетании с рыбой в Южном Китае, Таиланде и Индонезии [4].

Начиная с XX века, исследованиями в области аквапоники занимались многие научные учреждения (университет Виргинских островов (UVI) [5], университеты в Китае [6, 7], университеты штата Северная Каролина [8], на НИС в Летбридже, в Альберте в Канаде). На сегодняшний день разработано множество аквапонных систем, предназначенных для выращивания растений и рыбы, в различных климатических и территориальных условиях, с недостатком воды, или когда имеющаяся вода не отвечает требуемому качеству.

Аквапоника является производством продукции (рыбы и растений) с полностью управляемыми процессами, подобно промышленным



индустриальным производствам (заводам, фабрикам). Основу производства составляет баланс между основными биологическими компонентами системы: рыбой, микроорганизмами и растениями, за которыми ведется постоянный аппаратный контроль. Как правило, в системе используются приборы (аэраторы, насосы и т.д.), позволяющие поддерживать благоприятные условия для её составных компонентов. В случае нарушения работы одного из компонентов, в системе возникает сбой, часто приводящий к гибели культивируемых организмов.

Основными компонентами аквапоники являются: технические составляющие, биологические компоненты и вода - как связывающая субстанция.

Для работы аквапонных систем используются технические составляющие: - аэраторы, позволяющие насыщать емкости с рыбой, кислородом необходимым для их жизнедеятельности; - насосы, позволяющие обеспечить циркуляцию воды в системе; - механические фильтры, способствующие задержанию твердых частиц; - ёмкости для аквакультуры и растений; - детали системы, связывающие её блоки (стойки, подставки, крепления) и пр.

Биотические компоненты системы: водные организмы (рыбы, моллюски, речные раки, креветки), растения, микроорганизмы. Водные организмы обеспечивают питанием растения, бактерии перерабатывают отходы водных организмов в доступные для растений вещества, а растения очищают воду поглощая из нее биогенные вещества.

Вода, в аквапонной системе имеет очень большое значение так как является средой обитания всех организмов системы и является связующим и транспортным компонентом системы. Растения через неё получают питательные вещества, а рыба и микроорганизмы получает кислород. Вода переносит энергию в виде тепла и эвакуирует из системы отходы жизнедеятельности. Культуральная вода может использоваться непрерывно в течение многих лет.

Основными показателями качества воды, обеспечивающими приемлемые для каждого организма системы параметры существования, являются: растворенный кислород, pH, температура воды, аммиак, нитраты, нитриты и карбонатная жесткость (табл. 1).

Таблица 1

Диапазоны для параметров качества воды в аквапонных системах

Показатели	Референсные значения
pH	6-7
Температура воды	18-30°C
Растворенный кислород	5–8 мг/л
Аммиак	0 мг/л
Нитрит	0 мг/л
Нитрат	5-150 мг/л
Жесткость карбонатная	60-140 мг/л

Источник: [1]



В аквапонной системе все компоненты должны находиться в динамическом равновесии – сбалансированно, за счет их мутуалистических взаимосвязей. Для достижения максимальной производительности от аквапоники требуется поддержание соответствующего баланса – соотношения биомассы - между рыбой, спросом на питательные вещества растений и достаточными площадями для роста бактериальных колоний, преобразующих все отходы в питательные вещества.

Для определения производительности системы необходимо учитывать, что для выращивания короткоцикловых растений требуется как минимум 4 недели культивирования. Предположим, что надо собирать, при непрерывном производстве, 25 растений [1] в неделю, тогда общее необходимое количество растений определяется следующим образом (1):

$$25 \text{ кустов/неделю} \times 4 \text{ недели} = 100 \text{ кустов растений в системе} \quad (1)$$

Каждые 25 растений требуют 1м^2 пространства для выращивания, поэтому общая площадь для их выращивания составит (2):

$$100 \text{ кустов} \times \frac{1\text{м}^2}{25 \text{ кустов}} = 4\text{м}^2 \quad (2)$$

Каждый квадратный метр пространства для выращивания растений требует в день такое количество биогенных веществ которое даёт 50г корма скормленное рыбе, поэтому корма потребуется (3):

$$4\text{м}^2 \times \frac{50\text{г корма/день}}{1\text{м}^2} = 200\text{г корма/день} \quad (3)$$

Рыба, при использовании качественных кормов, потребляет 2-4% от массы тела в день, поэтому рыбы необходимо (4):

$$200\text{г корма в день} \times \frac{2(4) \text{ г корма/день}}{100 \text{ г рыбы}} = 4-8 \text{ кг биомассы рыбы} \quad (4)$$

Это очень приблизительный эмпирический статичный расчёт компонентов аквапонной системы. Однако, в зависимости от конкретных условий он может помочь сориентироваться при создании подобных систем.

Аквапонику можно использовать:

- для **получение экологически чистой продукции аквакультуры и растениеводства**. При производстве продукции в аквапонике не используются удобрения и ядохимикаты для растений, так как они могут отрицательно сказаться на других культивируемых организмах. Это позволяет получать экологически чистые растения и рыбу. Так же, так как цикл производства в аквапонике замкнутый, не происходит загрязнение окружающей среды



отходами производства.

- **с целью ресурсосбережения (вода, удобрения, энергия, площади).** Технологические процессы системы базируются на замкнутом цикле использования воды, тем самым значительно сокращая потребности в ней. Сокращаются затраты на приобретение удобрений, из-за неиспользования их в системе. Значительно сокращаются площади, занимаемые производством продукции, за счет использования интенсивных технологий и одной и той же площади на производство и растений и рыбы.

- **для сокращения логистических затрат (приближение производства к потребителю).** За счет возможности использования аквапонных установок в городской местности в виде компактных, замкнутых систем - появляется возможность приблизить производство продукции к потребителю, и тем самым сократить затраты на логистику.

- **сохранения окружающей среды (безотходное производство).** В процессе производства отходы от водных организмов поступают на переработку в биофильтры, где преобразуются в доступные питательные вещества необходимые растениям, которые очищают водную среду.

- **для использования в образовательном процессе в школе и в ВУЗах.** Данная система может использоваться в учебном процессе в школе и в ВУЗе, в качестве наглядного пособия: учащиеся (студенты) могут изучать кругооборот веществ и получать практический опыт работы в одном из самых перспективных сельскохозяйственных направлений в мире.

Заключение и выводы.

В данной работе были рассмотрены аквапонные, искусственно созданные системы, в которых одновременно функционируют три различных организма – бактерии, растения и водные животные (рыбы, моллюски, речные раки, креветки), каждый из которых дает возможность существовать двум другим. Прекращение функционирования одного из организмов приводит к деструкции аквапонной системы и неизбежно ведёт к гибели других организмов. Основным критерием для аквапонных систем может служить баланс культивируемых организмов, определяющих поток вещества и энергии в этих системах.

Исходя из анализа данных по системе, можно прогнозировать разработку перспективных направлений на базе аквапоники:

- дачные установки на частном подворье для удовлетворения собственных потребностей в качественных продуктах питания
- коррекция антропосреды, оптимизация микроклимата в офисных и учебных помещениях
- создание релаксационных зон на производстве и общественных зданиях
- системы производства продуктов питания в автономных условиях обитания человека (космос и обитаемые планеты, подводные станции, глубокое Заполярье, подземные бункеры и т. д.)

Литература:

1. Somerville C., Cohen M., Pantanella E., Stankus A., Lovatelli A. Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. FAO Paper – Rome:



Fisheries and Aquaculture Technical FAO, 2014: - № 589. - 262 pp.
ISBN: 9789251085325

2. Boutwell J. Aztecs' aquaponics revamped, 2007. — P. 8.

3. Rogosa Eli. How does aquaponics work, 2013. — P. 3.

4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Integrated Agriculture – agriculture: A Primer, Issue 407. — FAO: Food & Agriculture Org., 2001. - 149p. ISBN 9251045992. ISSN 0429-9345

5. Rakocy J., Shultz R.C., Bailey D.S., Thoman E.S. Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. - Belgium: Acta Horticulturae, 2004. - Vol. 648. - p. 63–69. DOI: 10.17660/ActaHortic.2004.648.8 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.648.8>

6. Duncan T. Aquaponics floating biofilter grows rice on fish ponds. <http://www.aquabiofilter.com/>.2014. Retrieved 2017-11-2.

7. Duncan T. Floating new ideas. - FAO: Waste Management and Environment (WME Magazine), 2009. - P. 33-34.

8. Fox B., Howerton R., Tamaru C. Construction of Automatic Bell Siphons for Backyard Aquaponic Systems. – Biotechnology, 2010. - P. 3-10.

Abstract. *Integration in aquaculture does not always produce the expected positive result. The reason may be attempts to unite in systems that are incompatible on certain parameters, or imbalance of the systems being created. The paper considers the key aspects of organization and use of balanced installations aquaponics. The principle of Aquaponics is based on the mutually beneficial effects of the biological components of the system: aquatic organisms (fish, mollusks, crayfish), plants and microorganisms. Violation of the vital activity of one of the three components of aquaponics leads to an imbalance of the system as a whole, what affects (illnesses, death) the other organisms of the system. When analyzing the existing aquaponic systems, the authors identified the main components, parameters of functioning, the significance of the system, the relevance of use and the prospects for use.*

Key words: *aquaponics, fish, plants, microorganisms.*

References:

1. Somerville C., Cohen M., Pantanella E., Stankus A., Lovatelli A. (2014). Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. [Fisheries and Aquaculture Technical FAO], № 589, 262 pp.

ISBN: 9789251085325

2. Boutwell J. (2007). Aztecs' aquaponics revamped, P. 8.

3. Rogosa Eli. (2013). How does aquaponics work, P. 3.

4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). Integrated Agriculture – agriculture. [Food & Agriculture Org.], issue 407, 149pp.

ISBN 9251045992. ISSN 0429-9345

5 Rakocy J., Shultz R.C., Bailey D.S., Thoman E.S. (2004). Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. [Acta Horticulturae], Vol. 648, pp. 63–69. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.648.8>

DOI: 10.17660/ActaHortic.2004.648.8

6. Duncan T. (2014). Aquaponics floating biofilter grows rice on fish ponds. <http://www.aquabiofilter.com/>.Retrieved 2017-11-2.

7. Duncan T. (2009). Floating new ideas. [WME Magazine], pp. 33-34.

8. Fox B., Howerton R., Tamaru C. (2010). Construction of Automatic Bell Siphons for Backyard Aquaponic Systems. [Biotechnology], pp. 3-10.

Статья отправлена: 10.01.2018 г.

© Корягина Н.Ю.



International periodic scientific journal

Modern scientific researches

Современные научные исследования

Issue №3

Vol.1

March 2018

Development of the original layout - "Yolnat PE"

Signed: 11.04.2018

Yolnat PE

220092, Minsk, ul. Beruta, d.3B, room 72, room 4a

E-mail: orgcom@sworld.education

The publisher is not responsible for the reliability of the information and scientific results presented in the articles



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

