

Polish journal of science

POLISH JOURNAL OF SCIENCE

№47 (2022)

VOL. 1

ISSN 3353-2389

Polish journal of science:

- has been founded by a council of scientists, with the aim of helping the knowledge and scientific achievements to contribute to the world.
- articles published in the journal are placed additionally within the journal in international indexes and libraries.
- is a free access to the electronic archive of the journal, as well as to published articles.
- before publication, the articles pass through a rigorous selection and peer review, in order to preserve the scientific foundation of information.

Editor in chief – Jan Kamiński, Kozminski University
Secretary – Mateusz Kowalczyk

Agata Żurawska – University of Warsaw, Poland
Jakub Walisiewicz – University of Lodz, Poland
Paula Bronisz – University of Wrocław, Poland
Barbara Lewczuk – Poznan University of Technology, Poland
Andrzej Janowiak – AGH University of Science and Technology, Poland
Frankie Imbriano – University of Milan, Italy
Taylor Jonson – Indiana University Bloomington, USA
Remi Tognetti – Ecole Normale Supérieure de Cachan, France
Bjørn Evertsen – Harstad University College, Norway
Nathalie Westerlund – Umea University, Sweden
Thea Huszti – Aalborg University, Denmark
Aubergine Cloez – Université de Montpellier, France
Eva Maria Bates – University of Navarra, Spain
Enda Baciú – Vienna University of Technology, Austria

Also in the work of the editorial board are involved independent experts

1000 copies

POLISH JOURNAL OF SCIENCE

Wojciecha Górskiego 9, Warszawa, Poland, 00-033

email: editor@poljs.com

site: <http://www.poljs.com>

CONTENT

CHEMICAL SCIENCES

- Kodirov B.**
INFLUENCE OF INORGANIC ADDITIVES ON THE BASIC PROPERTIES OF AMMONIUM NITRATE..... 3
- Sadiyeva N., Isgenderova S., Cherepnova Y., Afandiyeva L., Quliyeva E., Mamedov A.**
RESEARCH AND APPLICATION OF MIXED PROPYLENE GLYCOL DIESTERS BASED ON NATURAL PETROLEUM- AND FATTY ACIDS.....13

MATHEMATICAL SCIENCES

- Belyakin S., Shuteev S.**
APPLICATION OF A TIME-DELAY MODEL OF THE PLYKIN - NEWHOUSE ATTRACTOR TO STUDY THE DYNAMICS OF NEURO - DEGENERATION BY ELECTROENCEPHALOGRAPHY OF THE BRAIN 19
- Zinovieiev I., Manko N., Zinovieiev Y.-D.**
ABOUT ONE APPROACH TO IDENTIFY AUTHORSHIP OF LARGE TEXTS 25

MEDICAL SCIENCES

- Boymuradov Sh., Kurbonov Y., Djuraev J.**
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF RS1801394 POLYMORPHISM (GENE LOCALIZATION ON CHROMOSOME 5P15.31) 66A> G IN THE MTR GENE IN THE GROUP OF PATIENTS WITH POSTCOVID COMPLICATIONS OF THE MAXILLOFACIAL AREA 30
- Khasanov U., Abdullaev U., Djuraev J., Botirov A., Shaumarov A.**
RESULTS OF COMPLEX TREATMENT OF ACUTE SENSORY NEURAL HEARING LOSS OF DIFFERENT GENESIS 34
- Nikitina E., Vasilyeva L., Lobachevskaya O., Pisarenko E.**
PREGNANCY AND SARS Co-V-2 CORONAVIRUS INFECTION 39

TECHNICAL SCIENCES

- Avrunin G., Kirichenko I., Reznikov O., Moroz I., Zorkin M.**
ANALYSIS OF THE HYDRAULIC FLUID POWER OF LIFTING OF THE ARROW OF THE MOBILE LIFT WITH THE WORKING PLATFORM 43
- Wwedenskaya C.**
MODERNIZATION OF THE STRUCTURES OF LADDER FISH PASSAGES..... 55
- Peresichna S., Kopyova D.**
RESTAURANT BUSINESS IN UKRAINE: STATE AND PERSPECTIVE OF THE DEVELOPMENT 61
- Shayakhmetova Zh., Gubashov A.**
STUDY OF THE STATE AND DEVELOPMENT OF MEASURES FOR THE DESIGN OF HYDROCARBONS IN THE FIELDS OF WESTERN KAZAKHSTAN 64
- Shayakhmetova Zh., Hansultanova M.**
INVESTIGATION OF COMPLICATIONS DURING THE DEVELOPMENT OF THE KUMKOL FIELD, ENHANCED OIL RECOVERY WITH THE USE OF CHEMICALS 69

CHEMICAL SCIENCES

INFLUENCE OF INORGANIC ADDITIVES ON THE BASIC PROPERTIES OF AMMONIUM NITRATE

Kodirov B.

*Assistant, Department of Technology of Building Materials, Products and Structures,
Fergana Polytechnic Institute, Fergana, Uzbekistan*

Abstract

Ammonium nitrate (AN) “is a chemical compound obtained in both solid and liquid form, which is commonly used in fertilizers”. The combustion rate of the technical prill meets the criteria for a Class 2 oxidizer in Appendix G of NFPA 400, 2016. The loss history also indicates the possibility of unstable reactive hazards, uncontrolled decomposition and / or detonation under circumstances not fully understood. In the latest revision of NFPA 400, the Code of Hazardous Materials, the Technical Committee (TC) classified ammonium nitrate as a Class 2 oxidant. However, recent incidents with hazardous materials involving AN have led to differences of opinion regarding the reactivity of the compound and whether it should be considered an unstable reagent in NFPA 400. The different behavior of AN in different fire situations makes it difficult to determine the proper safe storage and handling methods. There are also discrepancies between the NFPA ammonium nitrate classifications and the International Fire Code (IFC). As a result, there is a need for additional data to aid in the proper classification / treatment of AN. Examination of existing data regarding AN reactivity will assist NFPA 400 TC in determining the appropriate classification for ammonium nitrate and possibly indicate the need for future testing of ammonium nitrate. The aim of this project is to summarize the available information on the various forms of ammonium nitrate and how they are classified. This will be achieved through a two-step literature review: summarizing available classification information from chemical and code documentation and identifying the variables that led to instability based on existing data and test results.

1. Improvement of the physicochemical, mechanical and agrochemical properties of ammonium seltera by introducing modifying additives (NaX zeolite, mordenite, calcium carbonate (Ca^{2+}) and phosphorite).

2. Powder X-ray, thermoanalytical method, differential scanning calorimetry method, mechanical and visual method.

3. Modified samples have increased strength in comparison with analogues: AN chemically pure and AN GOST 2-85, which is confirmed by the results of the above analyzes.

4. a). The use of available calcium-containing additives for modifying ammonium nitrate in order to improve its consumer properties has shown the effectiveness of a number of additives, primarily calcium carbonate (Ca^{2+}).

b). For the modified samples, the intervals were established and the mechanism of polymorphic transitions AN IV \rightarrow III \rightarrow II \rightarrow I and IV \rightarrow II in the processes of heating and cooling was interpreted.

c). It was determined that among the studied additives the best results were shown by calcium carbonate (Ca^{2+}), the optimal concentration of which is 1.0-1.5% of the mass. The additive used (calcium carbonate) is available on the territory of JSC “Farg’onaazot”, is formed during chemical neutralization of wastewater, which ensures the economic feasibility of its use in the production of nuclear power plants.

d). The revealed absence of modification III of AN and direct polymorphic transition IV \leftrightarrow II in the presence of calcium carbonate (Ca^{2+}) additives leads to stable behavior of AN at temperatures of 20-55°C, in contrast to unmodified AN, which is especially important for storage and transportation product.

e). Studies have established that of the three possible ways of introducing additives into the AU, the best for the properties of the product is their introduction into the melt before the granulation stage.

Keywords: ammonium nitrate, ammonium nitrate, phosphorite, calcium carbonate, mordenite, synthetic zeolite, caking, hygroscopicity.

ABBREVIATIONS

AN - ammonium nitrate;

AN ch.p. - chemically pure ammonium nitrate (GOST 22867-77) or ammonium nitrate without additive - reference sample;

P - phosphorite;

MT - mordenite;

NaX - synthetic zeolite, NaX brand;

Surfactant - surfactant;

DTA (DTA) - differential thermal analysis;

TG - thermogravimetry;

TGA (DTG) - thermogravimetric analysis;

INTRODUCTION

Hygroscopicity of experimental samples.

Ammonium nitrate is highly hygroscopic, which is the reason for the caking of the finished product and is accompanied by technical difficulties when applying

fertilizers. The absorption of moisture from the air by the granule of ammonium nitrate, which is a capillary-porous body, can be reduced by reducing the total porosity of the granules or by changing the ratio between the volumes of the transitional, micro- and macro pores of the granule. In the work, the study of the effect of calcium-containing additives on the hygroscopic properties of the samples was carried out (Figure 1). The experimental results in the form of the given dependences show that a relatively small content of additives (0.5-1.5% by weight) insignificantly decreases the value of the hygroscopic point of chemically pure ND. ($h = 66.9\%$ RH at 20°C). Thus, samples AN + calcium carbonate (Ca^{2+}), AN + NaX, AN + FT; AN + MT (1.5% additive) have values of 54-61%.

MATERIALS AND METHODS

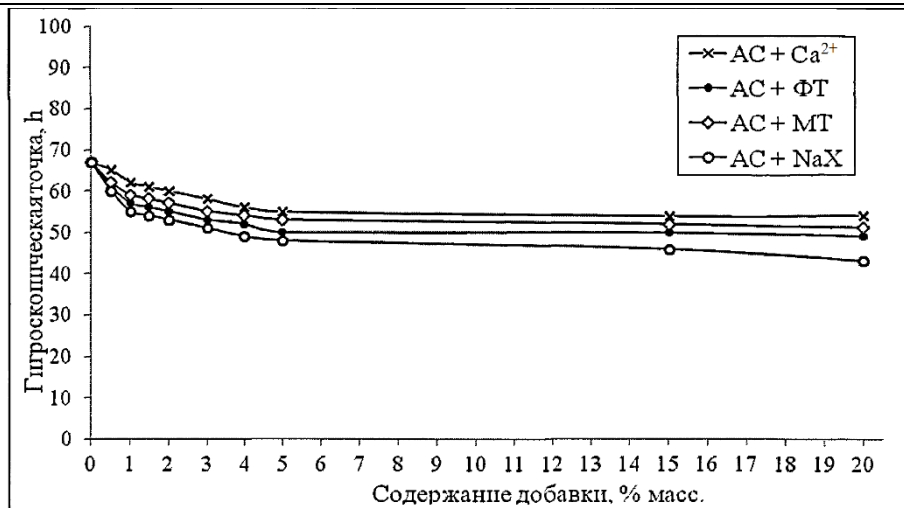


Figure 1. Influence of inorganic additives on the hygroscopic point of experimental samples.

An increase in the content of the addition of zeolite NaX in experimental samples to 20% leads to a decrease in the value of h to 43%, which leads to the loss of the positive effect of modification. With an increase in the content of mordenite, bentonite and phosphorite additives up to 5% by weight, a monotonic decrease in the value of hygroscopic points of the samples to 49-55% is observed, after which a further increase in the content of the additive to 20% by weight does not lead to a significant change in the hygroscopic points of the samples and h stabilizes at level 47 - 54%. From the results obtained, it can be concluded that the introduction of silicon-containing natural additives in an amount exceeding 1.5% is inappropriate, because leads to a deterioration in the quality of the finished product.

Experimental specimen strength

It is known from the literature that the addition of phosphorite leads to the formation of a double salt $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, which significantly increases the strength of the granules. It was of interest to evaluate the effect on the strength of the granules of other

additives used in the work. Because the additives we have chosen can serve as centers of crystallization of the basic substance, then their introduction into the melt of the AS, in our opinion, should contribute to a decrease in the pore size or a change in the ratio between open and closed pores, which in turn should lead to an increase in the packing density of the crystallizing substance in the granule, and, consequently, to increase the strength of the latter.

Determination of the strength of experimental samples was carried out on spherical granules with a diameter of $\sim 2.0\text{-}3.0$ mm. by crushing them on the IPG device. Figure 10, which shows the experimental data obtained, shows that the introduction of the investigated additives up to 4% into the AS melt leads to an increase in the strength of the granules, an increase in their content over 5.0% by weight is already ineffective, the AN granules modified by the additive calcium carbonate (Ca^{2+}).

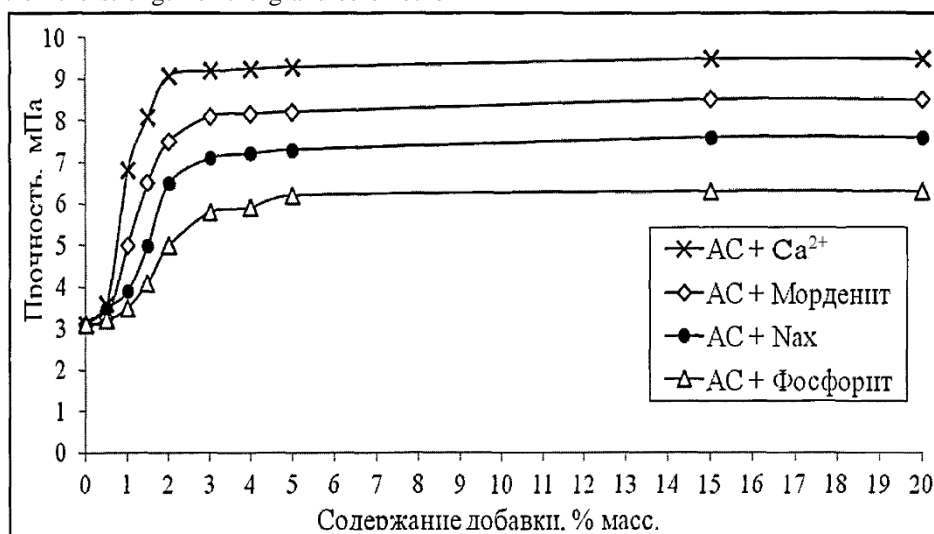


Figure 2. Dependence of the strength of the granules on the amount of additive.

Using powder X-ray diffraction on a diffractometer Dron-3 CuK α radiation in the range of $10\text{-}70^\circ$ was measured the dispersion of the reference sample AN

without additive and experimental samples of AN with the addition of calcium carbonate (Ca^{2+}).

It was determined that the size of the AN microcrystals is $\sim 2000\text{\AA}$ ($2 \cdot 10^{-7}$ m), and the samples modified

with the addition of calcium carbonate (Ca^{2+}) (0.5-20%) is -1900 A.

Polymorphic transformations of ammonium nitrate and modified ammonium nitrate

As already mentioned above, polymorphic transformations of the AN, depending on the conditions of production, storage and transportation, can adversely affect its properties during receipt and storage.

Thermoanalytical methods were used to study the process of polymorphic transitions, modified samples of ammonium nitrate and reference samples under non-isothermal conditions. The aim of the study was to establish the influence of various factors (the nature and amount of inorganic additives, the moisture content of the samples and the heating rate). The heating (cooling) rates of the samples were 2.5; 5.0 and 10 deg / min. The mass of the samples under the conditions of DTA/TGA, DSC/TGA, was chosen at the level of 0.01-0.50 mg. The measurements were carried out on spherical granules with a diameter of ~ 2.0-3.0 mm and on pressed samples (tablets). The pressing pressure in the manufacture of tablets is 300-600 MPa.

The achieved pressing density was 0.90-0.95 of the maximum value characteristic of an ND single crystal.

Solid ammonium nitrate in the temperature range from -17 to 169.6°C exists in five crystalline modifications, stable in a certain temperature range: cubic (I) from 169.6 to 125.2°C; tetragonal (II) from 125.2 to 84.2°C; rhombic or monoclinic (III) from 84.2 to 32.3°C; rhombic bipyramidal (IV) from +32.3 to -16.9°C tetragonal (V) below -16.9°C. The transition from one modification to another (polymorphic transition) is accompanied by a change in the crystal structure and volume of the crystal. In particular, the transition

III→IV (32.3°C) leads to a decrease in the specific volume of the crystal lattice by 3.7%.

It is known that it is possible to change the temperatures of modification transformations of ammonium nitrate, as well as to minimize the undesirable polymorphic transition IV←III by reducing the residual moisture content of the granules, conditioning the AN with additives that hydrophobize the granule surface, and introducing inorganic salt additives into the melt that change the crystal structure of ammonium nitrate.

Using the method of differential thermal analysis, thermograms of granular test samples of AN with inorganic additives were recorded (Figure 3). The diameter of the granules was 1.0 - 4.0 mm, the weight of the sample was 0.5000 ± 0.0002 g, and the heating rate was 10.0°C / min. In the presented thermograms, the endothermic effects on the DTA curves correspond to polymorphic and phase transitions of experimental samples.

As can be seen from the results of thermal analysis, the number and temperatures of polymorphic transformations depend on the nature of the additive introduced. Sample AS without additive (ND of chemistry grade GOST 22867-77), (thermogram 1) has polymorphic transitions at temperatures $T = 57^\circ\text{C}$, $T = 91^\circ\text{C}$ and $T = 129^\circ\text{C}$, a phase transition corresponding to melting of ND at $T_m = 169^\circ\text{C}$. For samples 1, 2, 3, 4, three successive modification transformations, characteristic of ammonium nitrate, were revealed: IV→III, III→II, II→I and melting, which, with the addition of phosphorite and zeolite NaX, is small, but in different directions, shift in temperature. In samples 5, 6, the indicated sequence is violated, modification III is absent and transition IV→II is stabilized, which provides less deformation of the crystal lattice of the samples, greater mechanical strength of granules and promotes longer storage of modified ammonium nitrate in the temperature range 20-50 °C.

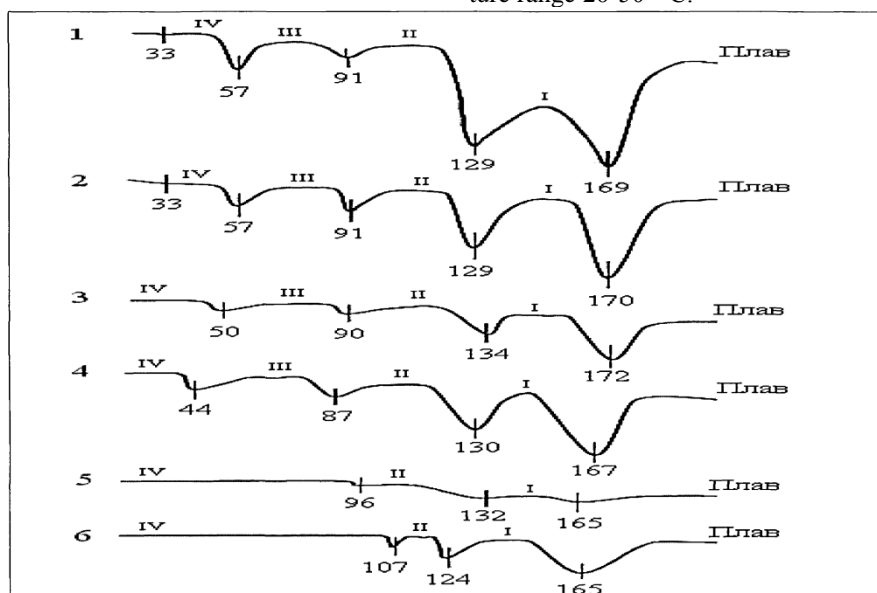


Figure 3. Thermograms of ammonium nitrate samples: 1. AN chemically pure. GOST 22867-77; 2. AN GOST 2-85; 3. AN + FT 1.5%; 4. AN + NaX 1.5%; 5. AN + MT 1.5%; 6. AN + calcium carbonate (Ca^{2+}) 1.5%.

The introduction of the additives under study also leads to a decrease in the melting temperature of the samples by 4-7°C in comparison with the AN (GOST 2-85), which opens up the possibility of some energy savings during granulation. Among the additives of calcium carbonate (Ca^{2+}) studied by us, it is one of the

most accessible and cheap modifiers, and its efficiency is slightly higher than that of synthetic zeolite such as NaX and natural mordenite; therefore, further studies were carried out with calcium carbonate (Ca^{2+}).

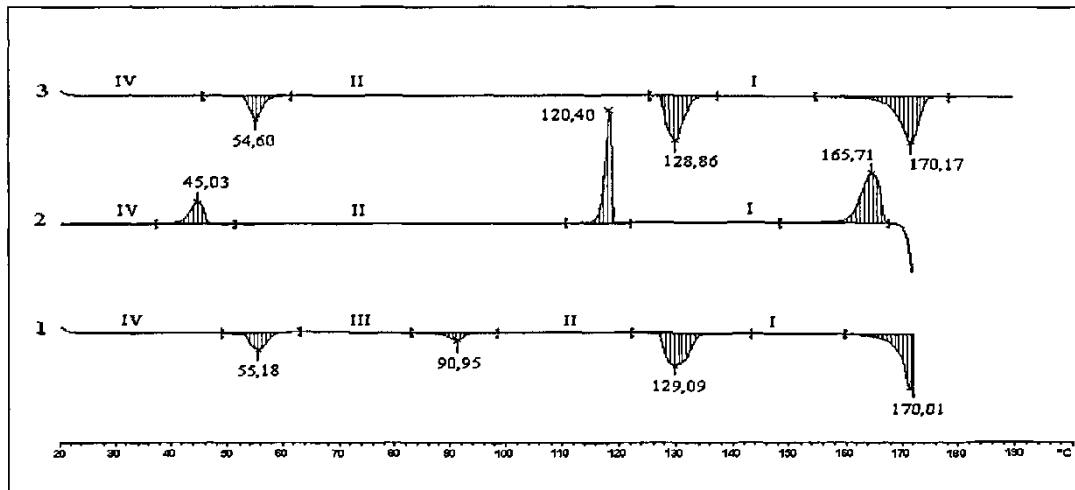


Figure 4. Thermograms of the ND sample of chemically pure grade. in a cycle heating-cooling heating.

By the method of differential scanning calorimetry (DSC1/TGA instrument of Mettler Toledo system), modification transformations of experimental AN samples were studied without additive (Figure 4) and with the addition of calcium carbonate (Ca^{2+}) (Figure 5). Dependencies 1, 2, 3 in Figure 4 correspond to the sections of the thermograms of the AS, displaying the heating-cooling cycle of heating the sample with the fixation of the effect of its modification transformations, and the corresponding values of the heat capacity and thermal effect. The research technique consisted in the following: the initial sample of ND of chemically pure grade. (AN without additive) at a constant rate of $5^\circ\text{C} / \text{min}$

was heated to T_m -thermogram 1 (Figure 4), which showed all 4 modifications and their successive transformations $\text{IV} \rightarrow \text{III}$, $\text{III} \rightarrow \text{II}$, $\text{II} \rightarrow \text{I}$ and float; then the sample was cooled to $T=25^\circ\text{C}$ and again heated to T_{melt} . (thermograms 2 and 3, in which modification III was not found and the polymorphic transition IV - III is absent).

We definitely associate this phenomenon with the absence of moisture in the sample in the last two cases, which is consistent with the literature data. On an industrial scale, this effect is very difficult to achieve.

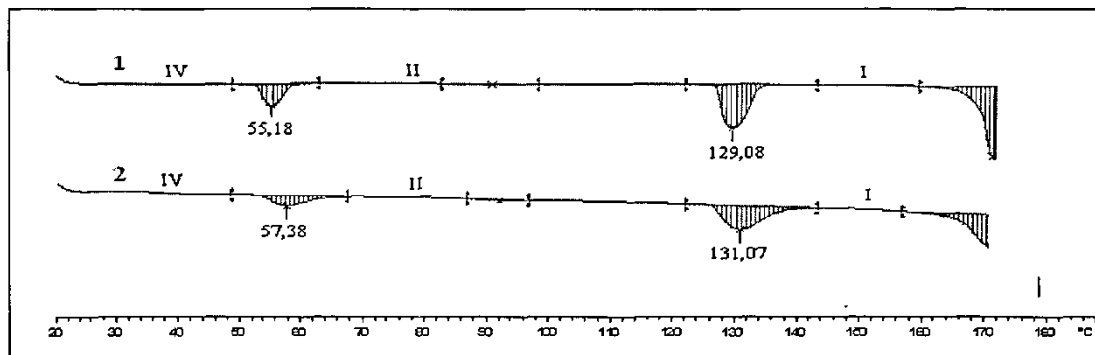


Figure 5. Thermograms of ammonium nitrate samples:
1. AN + calcium carbonate (Ca^{2+}) 1.0%; 2. AN + calcium carbonate (Ca^{2+}) 1.5%.

However, the use of calcium carbonate (Ca^{2+}) and mordenite - aluminosilicates of natural origin, leads to the adsorptive binding of residual moisture in the AL, which manifests itself in the effects similar to those for deeply dried ammonium nitrate (Figure 4, thermograms

5 and 6, Figure 6, thermograms 1 and 2 - AN with the addition of calcium carbonate (Ca^{2+}) 1.0 and 1.5%, respectively), and is undoubtedly a positive phenomenon for the technology.

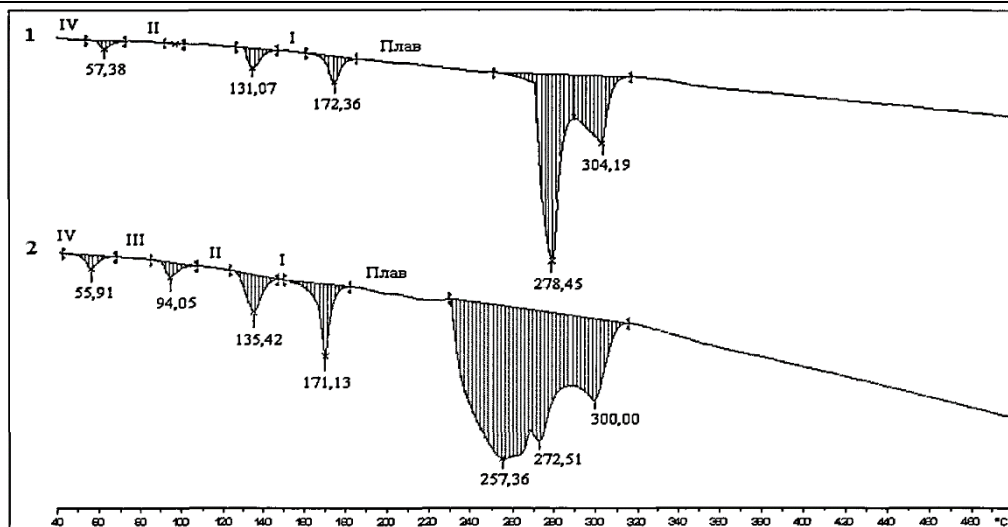


Figure 6. Thermograms of ammonium nitrate samples:
1. AN + calcium carbonate (Ca^{2+}) 1.5%, alloy; 2. AN + calcium carbonate (Ca^{2+}) 10%, alloy.

At the same time, in the studied temperature range, thermogram 1 has serious differences from thermogram 2 (Figure 6) of the AN sample with the addition of calcium carbonate (Ca^{2+}) 10%, on which the III modification is manifested, and the endoeffects corresponding to the modification transformations and the process increase. melting. The double endothermic effect at 278.45 and 304.19°C (thermogram 1), corresponding to the decomposition of the AN sample with an addition

of 1.5%, is converted into a triple endothermic effect at 257.36, 272.51, and 300.00°C (thermogram 2), corresponding to the decomposition of the sample with the addition of calcium carbonate (Ca^{2+}) 10%, which possibly corresponds to the melting of the formed solid solution based on ammonium nitrate. It should be noted that a thermogram with a double thermoelectric effect is characteristic of a chemically pure ND.

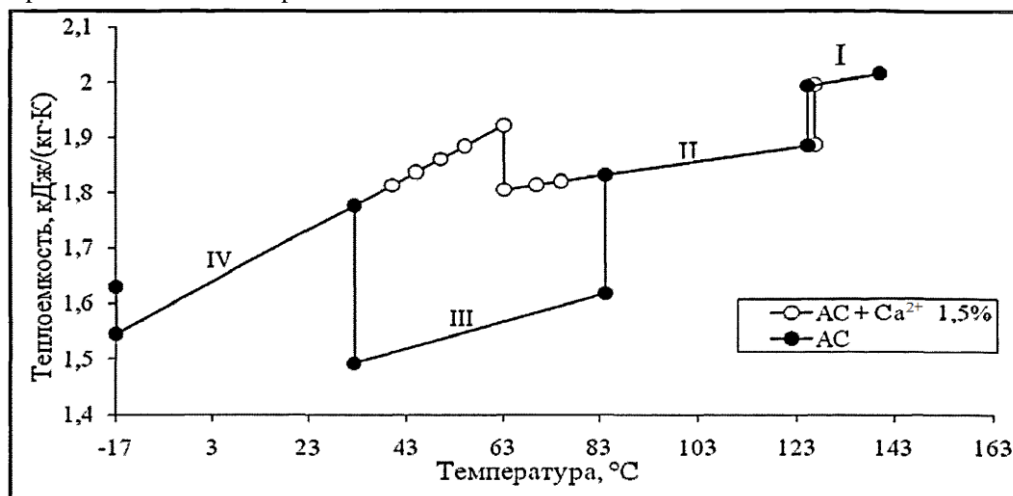


Figure 7. Dependence of the heat capacity of samples on temperature

Daily temperature fluctuations in conditions of long-term storage of ammonium nitrate cause transformations $\text{IV} \rightarrow \text{III}$ and $\text{III} \rightarrow \text{IV}$, which leads to a deterioration in the properties of granular nitrate: loosening of the granule surface, a decrease in their mechanical strength and an increase in caking.

The values of the crystal lattice constants of various modifications of ammonium nitrate given in the literature review indicate that significant changes in the crystal structure of the salt occur during transitions $\text{IV} \leftrightarrow \text{III} \leftrightarrow \text{II}$. Moreover, the transition $\text{IV} \rightarrow \text{III}$ is accompanied by a decrease in the coordination number from 8 to 6, and the transformation $\text{III} \rightarrow \text{II}$, on the contrary, is a transition from the rhombic structure with the coordination number 6 to the tetragonal structure with the coordination number 8. Such transformations, coupled

with a change coordination numbers, entail an increase or decrease in interionic distances and, consequently, an increase or decrease in the volume of the substance.

The advantages of the metastable transformation $\text{II} \rightarrow \text{IV}$ over the stable transitions $\text{II} \rightarrow \text{III} \rightarrow \text{IV}$ lie in the proximity of some of the structural characteristics of phase II and phase IV. The difference between these two crystal structures lies mainly in the orientation of the planes of the nitrate ions.

It is known from the literature that when the ND is cooled, the $\text{II} \rightarrow \text{IV}$ transition occurs by a simple rotation of the nitrate ions by 45° and an insignificant deformation of the crystals. After the formation of modification IV, all nitrate ions become rigidly oriented, and the diffusion of ammonium ions completely stops.

In the samples with calcium carbonate (Ca^{2+}), the stabilization of the IV→II transition appears to be a direct transition of the rhombic bipyramidal modification to the tetragonal one, bypassing the rhombic monoclinic (III), which provides less deformation of the crystal lattice of the samples and greater mechanical strength of the granules.

Daily temperature fluctuations in conditions of long-term storage of ammonium nitrate cause frequent transformations IV→III and III→IV, which leads to a deterioration in the properties of granular nitrate: loosening of the granule surface, a decrease in their mechanical strength and an increase in caking [3].

The phenomenon of stabilization of the phase transition IV→II discovered by us will contribute to a longer storage of modified ammonium nitrate at daily temperature fluctuations (25-55°C) without destroying the granules.

Mechanical (Figure 8) and visual (Figure 9) methods were used to assess the effect of additives on the stability of the spherical shape of experimental samples. At the same time intervals of storage of the samples with daily temperature fluctuations of 20-50°C, the fraction of destroyed granules in the sample was determined and the strength of the remaining intact granules was measured (Figure 8).

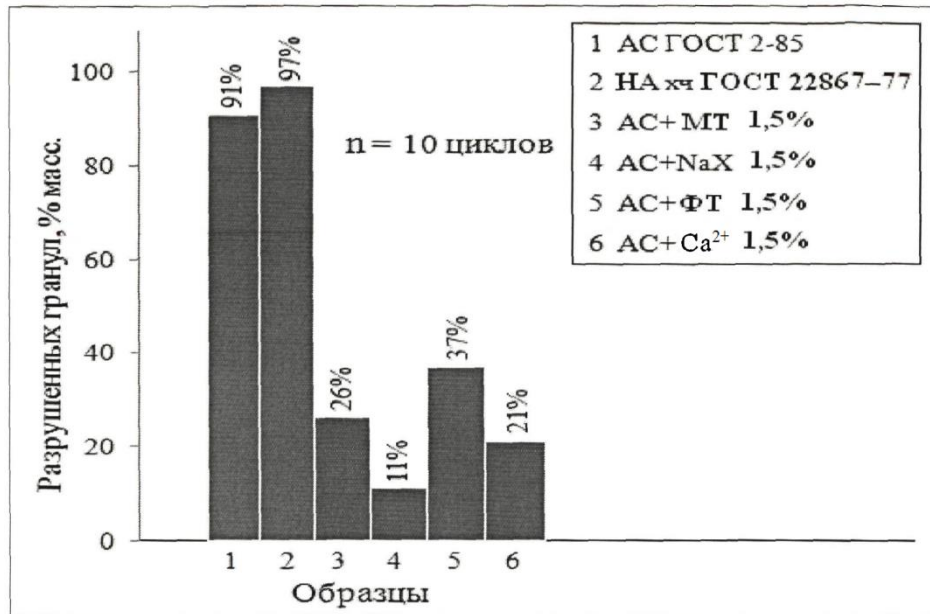
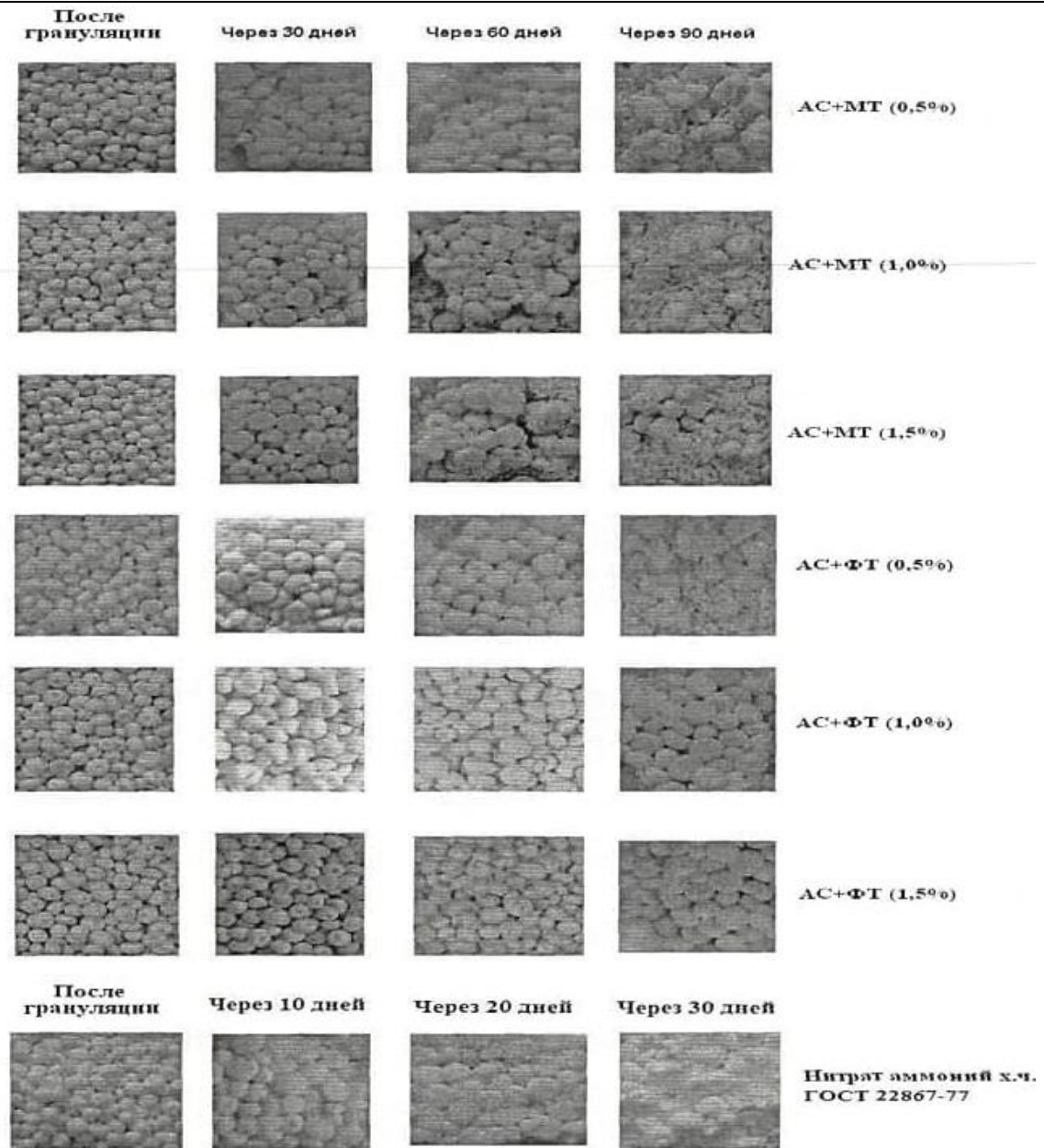


Figure 8. Influence of the additive on the strength of samples at cyclic temperature change (20 - 50°C)

The histogram (Figure 8) shows the relative characteristic of the strength index of the granules of experimental samples with modifying additives (1.5%) after 10 heating-cooling cycles in the range of daily temperature drops. From the results obtained, it can be seen that the granules of the reference sample (ammonium nitrate without additive (AN chemically pure)) practically did not withstand the tests, as a result, after 10 heating-cooling cycles - 3% of intact granules versus 97% of destroyed ones. The result obtained by us is confirmed by the literature data, according to which, granular ammonium nitrate without additives is able to withstand only 4-5 heating-cooling cycles in the stud-

ied temperature range before the destruction of granules begins. A comparison sample - ammonium nitrate GOST 2-85 showed 9% of intact granules versus 91% destroyed. A somewhat better indicator of the strength of an industrial sample of ammonium nitrate relative to the reference sample is explained by the conditioning of AN GOST 2-85 at the final stage, provided for by the technology. Samples of granules of ammonium nitrate with additives of natural silicon-containing minerals have significantly better indicators of the ratio of whole granules against destroyed ones: AN + FT - 63%: 37% , AN + MT - 74%: 26% , AN + calcium carbonate (Ca^{2+}) - 79%: 21% AN + NaX - 89%: 11%.

*Figure 9 (a).*

Photos of modified samples under conditions long-term storage at cyclic temperature changes (20-50°C).

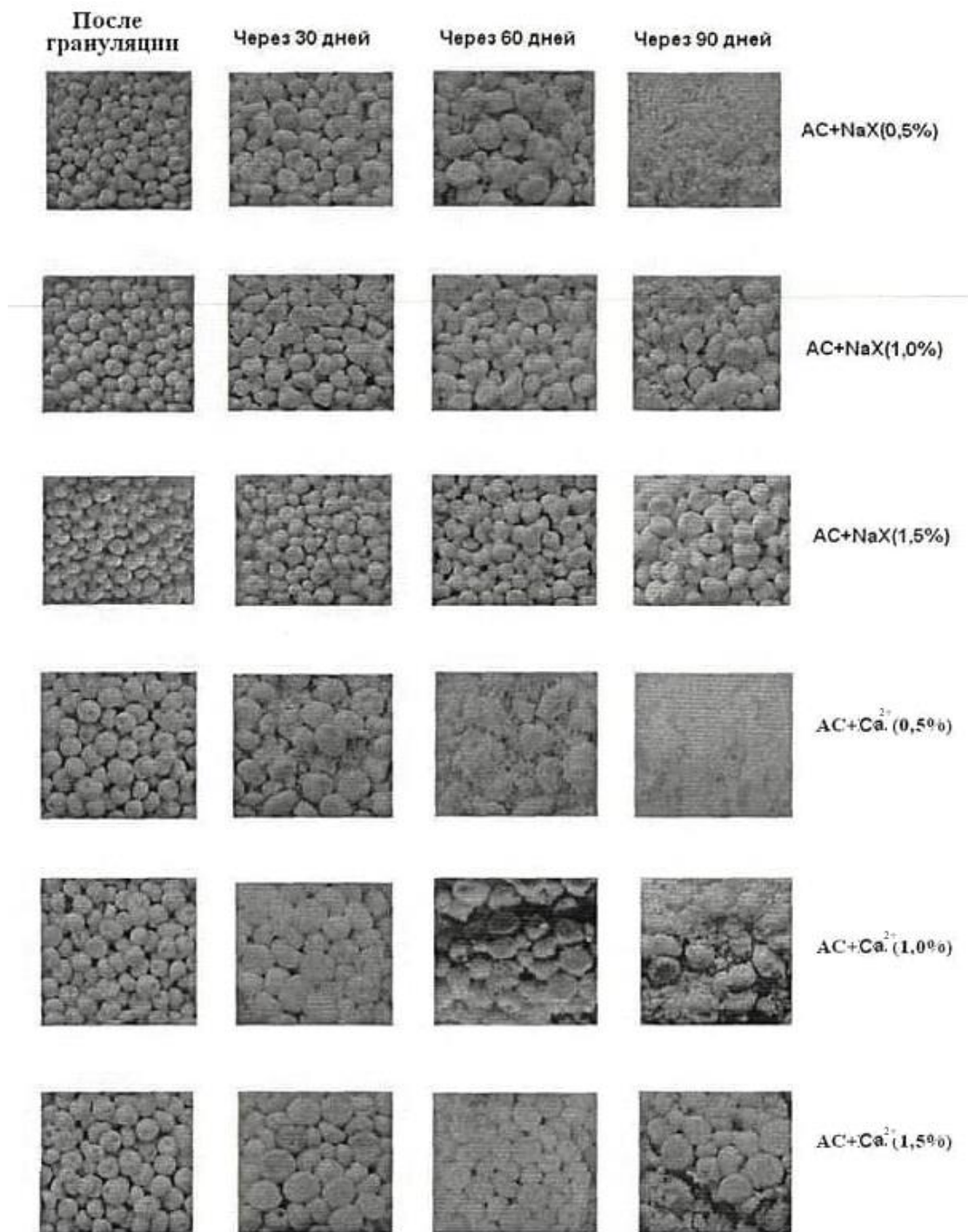


Figure 9 (b).

Photos of modified samples under conditions long-term storage at cyclic temperature changes (20-50°C).

RESULTS

1. With an increase in the content of mordenite, calcium carbonate (Ca^{2+}) and phosphorite additives up to 5% of the mass, a monotonic decrease in the value of the hygroscopic points of the samples to 49-55% is observed, after which a further increase in the content of the additive to 20% of the mass does not lead to a significant change in the hygroscopic sample points and it is stabilized at the level of 47-54%.

2. The introduction of the investigated additives up to 4% into the AS melt leads to an increase in the strength of the granules, an increase in their content over 5.0% by weight is already ineffective, the AN

granules modified with the addition of calcium carbonate (Ca^{2+}) have the maximum strength.

3. The crystal lattice parameters (table 3) of various modifications of ammonium nitrate are evidence that transitions $\text{IV} \leftrightarrow \text{III} \leftrightarrow \text{II}$ lead to significant changes in the crystal structure of the salt, accompanied by an increase or decrease in interionic distances and, accordingly, an increase or decrease in the volume of the substance.

4. With a general tendency to change the shape (enlargement, partial destruction) of modified ammonium nitrate granules, the best results after 60 days of

storage (preservation of the spherical shape of the granules) are observed with the addition of NaX zeolite (1.5%), calcium carbonate (Ca^{2+}) (1.5 %) and phosphorite (1.5%).

5. An increase in the additive content increases the dispersion of the substance, which leads to its compaction in the granule. Thus, it seems that our assumption about the hardening of granules upon the introduction of the studied additives is correct.

DISCUSSION

Some researchers argue that AN could be replaced with inherently safer alternatives. However, other nitrogen-rich fertilizers have their drawbacks that prevent them from being replaced. For example, anhydrous ammonia [17, 18] is difficult to handle, easily volatilizes and costs more than one per tonne. Urea [17] has a risk of nitrogen loss and volatilization problems. In addition, urea can lead to poor crop yields. The nitrogen content of ammonium sulfate [17-19] (21% N) is low compared to, and its high acidity limits its use in some areas. Liquid nitrogen (half urea and half nitrogen) [17, 20] is corrosive and destroys brass, bronze and zinc fittings. At the moment, there is no good universal alternative or replacement for the speaker. Speaker use can be somewhat reduced, but not eliminated. When properly handled and stored in accordance with all regulations, using safer structures such as the addition of stabilizers, AN incidents can be prevented or mitigated.

It is not considered a flammable chemical or combustible material at ambient temperature [1, 2]. However, it is a strong oxidant that can detonate [21] under certain conditions, which include elevated temperature, the presence of impurities [22] and limitation [3, 4]. AN is classified as a strong oxidizing agent globally.

The quality control of the obtained samples was carried out according to the following parameters: nitrogen content, pH of a 10% solution, hygroscopic point, humidity, strength and thermal stability of the samples.

Under conditions of daily fluctuations in temperature, samples of ammonium nitrate containing 0.5-20% by weight, phosphorite, mordenite, calcium carbonate withstand up to 20-50, 30-60, 40-70 cycles, respectively. Samples with the addition of synthetic zeolite NaX have the highest strength indicators, which can withstand up to 60-190 cycles. However, the lack of production of synthetic zeolites on the territory of Uzbekistan and the high price, all other things being equal, reduce the attractiveness of the additive, because this will lead to an increase in the cost of production.

CONCLUSION

In terms of physicochemical and physicomechanical characteristics, modified specimens are superior to AS GOST 2-85, specimens with various additives have the best properties in terms of the totality of characteristics, especially for an acidic environment it is recommended with the addition of calcium carbonate (Ca^{2+}).

Analysis of the thermograms of the samples obtained by differential scanning calorimetry combined with thermogravimetric analysis showed that in the samples obtained by the co-crystallization method, the degree of decomposition is higher than that of the sample obtained by alloying the components.

ANKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank: Head of the Department, Prof. Dr. of Technical Sciences A. I. Mikhaylichenko, Associate Professor, Dr. Sci. T.V. Konkova "Technology of mineral salts and alkalis" Russian Chemical-Technological University named after D. I. Mendeleev, head of production and technical department of JSC "Farg'onaazot" A. B. Azlarov, head of the Central Chemical Laboratory of JSC "Farg'onaazot" SN Kogai, head of the department "Technology of building materials, products and structures" doctor of technical sciences. M.M.Ergashev, dean of the faculty "Architecture and building materials" FerPI R.R.Tojiev for material and moral support.

References

1. Texas, Texas City, Texas, Disaster, April 16, 17, 1947. 1947, Fire Prevention and Engineering Bureau of Texas, Dallas, Texas; The National Board of Fire Underwriters, New York, New York.: <http://www.local1259iaff.org/report.htm>.
2. Marlair, G. and Kordek, M.-A., Safety and security issues relating to low capANity storage of AN-based fertilizers. *Journal of Hazardous Materials*, 2005. 123 (1-3): p. 13-28.
3. HSE, Storing and handling ammonium nitrate. 1996: <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg230.pdf>.
4. EPA, Explosion hazard from ammonium nitrate. 1997, Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office: <http://www.epa.gov/osweroel/docs/chem/ammonitr.pdf>.
5. Patnaik, P., Handbook of inorganic chemicals. 2002: McGraw-Hill.
6. Zygmunt, B. and Buczkowski, D., Influence of ammonium nitrate prills' properties on detonation velocity of ANFO. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 2007.32(5): p.411-414
7. EPA, Request For Information: accidental release prevention requirements: risk management programs under the Clean Air act, Section 112 (r) (7), in 40 CFR Part 68 . 2014, Environmental Protection Agency. 40 CFR Part 68: Federal Register - The daily journal of the United States Government.
8. FactFish, Ammonium nitrate, consumption (tonnes) for all countries. Fact Fish: <http://www.fANtfish.com/statistic/ammonium%20nitrate%2C%20consumption>.
9. Feick, G. and Hainer, RM, On the thermal decomposition of ammonium nitrate. Steady-state reaction temperatures and reaction rate. *Journal of the American Chemical Society*, 1954. 76 (22): p. 5860-5863.
10. Martorell, S., Soares, CG, and Barnett, J. Safety, Reliability and Risk Analysis: Theory, Methods, and Application. 1. Volume in European safety and reliability conference. ESREL 2008, and 17th SRA-EUROPE. September, 22-25, 2008. Valencia, Spain: 2009 Taylor & Francis Group.
11. Arizona master gardener manual. Ch. 1 Environmental factors that affect plant growth. Cooperative Extension, College of Agriculture, The University of

- Arizona: <http://ag.arizona.edu/pubs/garden/mg/botany/water.html#nutrition> p. 34-38.
12. Plant analysis handbook - Nutrient content of plant. Agricultural & Environmental Services Laboratories: <http://aesl.ces.uga.edu/publications/plant/Nutrient.asp>.
13. Stewart, WM, Dibb, DW, Johnston, AE, and Smyth, TJ, The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production. *Agron. J.*, 2005.97 (1): p. 1-6.
14. Glossary of soil science term. Soil Science Society of America: <https://www.soils.org/publications/soils-glossary>
15. Lear, H., Ammonium Nitrate Outlook 2012. Affinity. The Noble Metals N₂O abatement and related products newsletter.
16. Isherwood, KF, Mineral Fertilizer Use and the Environment. 2000, International Fertilizer Industry Association (IFA), United Nations Environment Program.
17. Andreozzi, R., Aquila, T., Caprio, V., and Insola, A., Adiabatic calorimetry for safety studies in nitration processes. *Thermochimica acta*, 1992. 199 (0): p. 159164.
18. Koerner, B., Why do we use explosive fertilizer. 2005: http://www.slate.com/articles/newsandpolitics/explainer/2005/01/why_do_we_use_explosive_fertilizer.html.
19. Sfiligoj, E., A good alternative to ammonium nitrate. 2013, CropLife: <http://www.croplife.com/article/34114/a-good-alternative-to-ammonium-nitrate>.
20. Carlier, L., Baert, J., and Vliegheer, A., Use and efficiency of a liquid nitrogen fertilizer on grassland. *Fertilizer research*, 1990. 22 (1): p. 45-48.
21. Oommen, C. and Jain, SR, Ammonium nitrate: a promising rocket propellant oxidizer. *Journal of Hazardous Materials*, 1999. 67 (3): p. 253-281.
22. Oxley, JC, Smith, JL, Rogers, E., and Yu, M., Ammonium nitrate: thermal stability and explosivity modifiers. *Thermochimica acta*, 2002. 384 (1-2): p. 2345.
23. Ammonium Nitrate. International Program on Chemical Safety, INCHEM: <http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0216.htm>.
24. Levin BV, Sokolov A.N. Problems and technical solutions in complex fertilizer production based on ammonium nitrate//World sulfur, N, P and K. – 2004, No2, P.13–21.
25. K.B. Khomidjonovich, Composite materials. *International Journal of Discoveries and Innovations in Applied Sciences*. - 2021, (Vol.1 No.5(2021): IJDIAS, 04.10.2021 P.96-97).
26. Lavrov V.V., Shvedov K.K. On explosion hazard of ammonium nitrate and fertilizers based on it // *Scientific-technical news: JSC "INFIHIM"*. - Special issue, - 2004, - No 4, - P. 44–49.
27. K.B. Kodirov "Terrorism is the enemy of Uzbekistan's development". – 2021, *Education and Science in the XXI century* (ISSN 2658-7998) (No.20, 11.2021, P.438-444).
28. Avliyakov A., Tungushova D., Slesareva LS Application of agriculture ore for cotton // *Uzbekistan farming*, - 2003, - No 9, - P. 15. State standard 30181.4-94. Mineral fertilizers. Determination method of nitrogen containing in complex fertilizers and ammonium nitrate in form of ammonium and nitrate (Devard method).
29. K.B. Kodirov "The largest explosions of ammonium nitrate in the XXI century" – 2022, *Colloquium-journal* (ISSN 2520-2480) (No.1 (124) 2022, 10.01.2022, P.).

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ СМЕШАННЫХ ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЕВЫХ ДИЭФИРОВ
НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ НЕФТЯНЫХ- И ЖИРНЫХ КИСЛОТ****Садиева Н.Ф.,***Кандидат химических наук, доцент, Институт Нефтехимических
Процессов НАНА***Искендерова С.А.,***Кандидат химических наук, доцент, Институт Нефтехимических
Процессов НАНА***Черепнова Ю.П.,***Старший научный сотрудник, Институт Нефтехимических
Процессов НАНА***Эфендиева Л.М.,***Доктор химических наук, доцент, Институт Нефтехимических
Процессов НАНА***Кулиева Э.М.,***Кандидат химических наук, Институт Нефтехимических
Процессов НАНА***Мамедов А.М.***Старший научный сотрудник, Институт Нефтехимических
Процессов НАНА***RESEARCH AND APPLICATION OF MIXED PROPYLENE GLYCOL DIESTERS BASED ON
NATURAL PETROLEUM- AND FATTY ACIDS****Sadiyeva N.,***Candidate of Chemical Sciences, senior lecturer
of the Institute of Petrochemical Processes of ANAS***Isgenderova S.,***Candidate of Chemical Sciences, senior lecturer
of the Institute of Petrochemical Processes of ANAS***Cherepnova Y.,***Senior researcher of the Institute of Petrochemical
Processes of ANAS***Afandiyeva L.,***Doctor of Chemical Sciences, senior lecturer
of the Institute of Petrochemical Processes of ANAS***Quliyeva E.,***Candidate of Chemical Sciences of the Institute of
Petrochemical Processes of ANAS***Mamedov A.***Senior researcher of the Institute of Petrochemical
Processes of ANAS***Аннотация**

Произведен синтез смешанных пропиленгликолевых диэфиров на основе ПНК и жирных кислот в присутствии катализатора ZnO и осуществлена предварительная оценка возможности применения синтезированных диэфиров в качестве пластификатора поливинилхлорида и антиоксиданта для дизельного топлива. Найдены оптимальные условия проведения этерификации: соотношение кислот и спирта - 2,0:1,3, количество катализатора - 1,2-1,6 мас.%, температура - 110-120°C, продолжительность реакции 3,5-4 ч. В зависимости от взятой жирной кислоты выходы смешанных диэфиров колебались в пределах 88-90%. Структурно-групповой состав полученных смешанных диэфиров был определен на ИК-Фурье спектрометре «ALPHA» и на основании данных ЯМР-спектроскопии.

Abstract

Synthesis of the mixed propylene glycol diesters based on NPA and fatty acids in the presence of the ZnO catalyst was carried out and a preliminary assessment of the possibility of using the synthesized diesters as a plasticizer of polyvinyl chloride and antioxidant for diesel fuel was carried out. There has found the optimal conditions of esterification ratio of acids and alcohol = 2.0: 1.3, amount of the catalyst = 1.2-1.6 wt.%, temperature 110-120°C, reaction time 3.5-4 hours. Yields of the mixed diesters ranged from 88 to 90%, depending of the fatty acids. Group structure composition of the obtained mixed diesters was determined on «ALPHA IR-Furye» spectrometer and on the basis of NMR spectroscopy data.

Ключевые слова: этерификация, природная нефтяная кислота, жирные кислоты, смешанные диэфиры, поливинилхлорид, пластификатор, антиоксидант, дизельное топливо.

Keywords: esterification, natural petroleum acid, fatty acids, mixed diesters, polyvinyl chloride, plasticizer, antioxidant, diesel fuel.

Введение

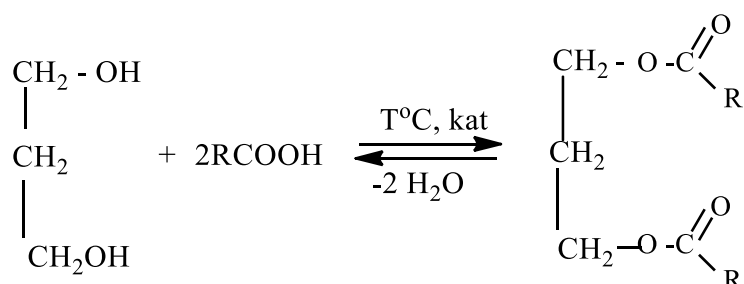
Эфиры природных нефтяных кислот (ПНК) синтезируют, как правило, по классическим канонам этерификации в присутствии кислотных катализаторов. С целью усовершенствования процесса этерификации применяют различные варианты и комбинации катализаторов, а также методы дополнительного воздействия [1,2].

Как известно, сложные эфиры природных нефтяных кислот являются ценными соединениями в качестве пластификаторов ряда полимерных материалов, в частности для поливинилхлорида и целлюлозных пластмасс, как растворители и антиоксиданты [3-5].

Учитывая актуальность проблемы и перспективность сложных эфиров, были синтезированы смешанные пропиленгликолевые эфиры на основе ПНК, полученных из Нефтеперерабатывающего завода им. Г.А. Алиева и очищенных в лаборатории от «неомыляемых» компонентов, жирные кислоты (капроновая, энантовая, каприловая) и пропиленгликоль (ПГ).

Экспериментальная часть

Синтез смешанных пропиленгликолевых диэфиров на основе ПНК и жирных кислот (C₆-C₈) протекает по следующей схеме:



где R – радикал ПНК; R' - C₅H₁₁ -, C₆H₁₃ -, C₇H₁₅ – радикалы.

Показатели обработанных ПНК приведены в таблице.

Показатели ПНК

Показатели	ПНК
Температура кипения, °С при P=6,65·10 ⁻⁴ Мпа	90-170
Кислотное число (к.ч.), мг КОН/г	250
Средняя молекулярная масса, рассчитанная по к.ч. ПНК, г/моль	224
Относительная плотность, ρ ₄ ²⁰	0,9715
Показатель преломления, n _D ²⁰	1,4957

Руководствуясь ранее проведенными исследованиями [5], посвященных получению сложных диэфиров нефтяных кислот, реакцию этерификации проводили в мольном соотношении кислоты и спирта – 2,0:1,3, температуре 110-120°С (в качестве азеотропобразователя применялся толуол, взятый в количестве 70% от общей смеси компонентов) и в присутствии катализатора ZnO (технический) в количестве 1,2-1,6 мас. % на взятую кислоту.

Ниже приводится синтез и материальный баланс получения смешанных пропиленгликолевых диэфиров на основе ПНК и жирных кислот.

Синтез смешанного пропиленгликолевого диэфира на основе ПНК и капроновой кислоты

Для синтеза диэфира, в реакционную колбу помещают 49,4 г (0,65 моль) пропиленгликоля, 112,2 г (0,5 моль) ПНК, 58 г (0,5 моль) капроновой кис-

лоты, 2,55 г (0,03 моль) ZnO и 155,5 г (1,7 моль) толуола. При интенсивном перемешивании смесь нагревают до 110-120°С и продолжительность реакции составляет 3,5 – 4 ч. После обработки и перегонки растворителя, полученный эфир-сырец подвергают вакуумной перегонке. Полученный диэфир имеет следующие физико-химические показатели: T кип. – 190-240°С при P = 6,65·10⁻⁴ МПа, ρ₄²⁰ – 0,9825 г/см³, n_D²⁰ – 1,4572, кислотное число (к.ч.) – 0,58 мг КОН/г, найденное число омыления (ч.о.) – 302 мг КОН/г, эфирное число (э.ч.) – 301,42 мг КОН/г, кинематическая вязкость – 16 мм²/с, молекулярная масса (M_м) – 380,4. Выход диэфира составляет 90,2 %.

Материальный баланс пропиленгликолевого смешанного диэфира на основе ПНК и капроновой кислоты приведен ниже:

<i>Взято</i>	г/моль
ПНК.....	112,2
C ₃ H ₁₁ COOH.....	58,0
Пропиленгликоль.....	49,4
ZnO.....	2,55
Толуол.....	155,5
Итого.....	377,65
<i>Получено</i>	
Вода.....	17,5
Пропиленгликоль.....	11,0
ZnO.....	2,05
Толуол.....	148,5
Диэфир.....	190,2
Потери.....	8,4
Итого.....	377,65

Синтез смешанного пропиленгликолевого диэфира на основе ПНК и энантовой кислоты

Для проведения реакции взято 49,4 г (0,65 моль) пропиленгликоля, 112,2 г (0,5 моль) ПНК и 65 г (0,5 моль) энантовой кислоты. Затем к смеси прибавляют 2,66 г (0,03 моль) катализатора ZnO и 160,48 г (1,75 моль) толуола. Смесь перемешивают и нагревают до 110-120°C в течение 3,5-4 ч. По окончании реакции, содержимое колбы охлаждают до комнатной температуры и отделяют катализа-

тор. После отгонки растворителя, эфир-сырец подвергают вакуумной разгонке. Полученный эфир имеет следующие физико-химические показатели: T_{кип.} – 195-245°C при P = 2,66·10⁻⁴ МПа, ρ₄²⁰ – 0,9838 г/м³, n_D²⁰ – 1,4576, к.ч. – 0,63 мг КОН/г, ч.о. – 290,05 мг КОН/г, э.ч. – 289,42 мг КОН/г, кинематическая вязкость – 17,14 мм²/с, M_м – 394,4, выход – 89,5 %.

Материальный баланс смешанного пропиленгликолевого диэфира на основе ПНК и энантовой кислоты приведен ниже:

<i>Взято</i>	г/моль
ПНК.....	112,2
C ₆ H ₁₃ COOH.....	65,0
Пропиленгликоль.....	49,4
ZnO.....	2,66
Толуол.....	160,48
Итого.....	389,74
<i>Получено</i>	
Вода.....	18,0
Пропиленгликоль.....	11,2
ZnO.....	2,2
Толуол.....	152,0
Диэфир.....	197,2
Потери.....	9,14
Итого.....	389,74

Синтез смешанного пропиленгликолевого диэфира на основе ПНК и каприловой кислоты

Смешанный пропиленгликолевый диэфир на основе ПНК и каприловой кислоты был синтезирован аналогичным способом, как в случае капроновой и энантовой кислот.

Для проведения реакции взято 49,4 г (0,65 моль) пропиленгликоля, 112,2 г (0,5 моль) ПНК и 72 г (0,5 моль) каприловой кислоты. Затем к смеси прибавляют 2,76 г (0,03 моль) катализатора ZnO и 165,60 г (1,8 моль) толуола. Смесь перемешивают и нагревают до 110-120°C в течение 3,5-4 ч. По окончании реакции, содержимое колбы охлаждают до

комнатной температуры и отделяют катализатор. После отгонки растворителя, эфир-сырец подвергают вакуумной разгонке. Полученный эфир имеет следующие физико-химические показатели: T_{кип.} – 200-250°C при P = 2,66·10⁻⁴ МПа, ρ₄²⁰ – 0,9850 г/м³, n_D²⁰ – 1,4580, к.ч. – 0,54 мг КОН/г, ч.о. – 280,06 мг КОН/г, э.ч. – 279,52 мг КОН/г, кинематическая вязкость – 19,34 мм²/с, M_м – 408,4, выход – 88,7 %.

Материальный баланс смешанного пропиленгликолевого диэфира на основе ПНК и каприловой кислоты приведен ниже:

<i>Взято</i>		г/моль
ПНК.....		112,2
C ₇ H ₁₅ COOH.....		72,0
Пропиленгликоль.....		49,4
ZnO.....		2,76
Толуол.....		165,60
Итого.....		401,86
<i>Получено</i>		г/моль
Вода.....		17,0
Пропиленгликоль.....		11,0
ZnO.....		2,21
Толуол.....		158,0
Диэфир.....		204,2
Потери.....		9,45
Итого.....		401,86

Для подтверждения состава синтезированного соединения проведено исследование на спектрометре «ALPHA» IR-Furye немецкой фирмы

«Bruker» в области частот 3500-500 см⁻¹ и соответствующие спектры представлены на рис. 1.

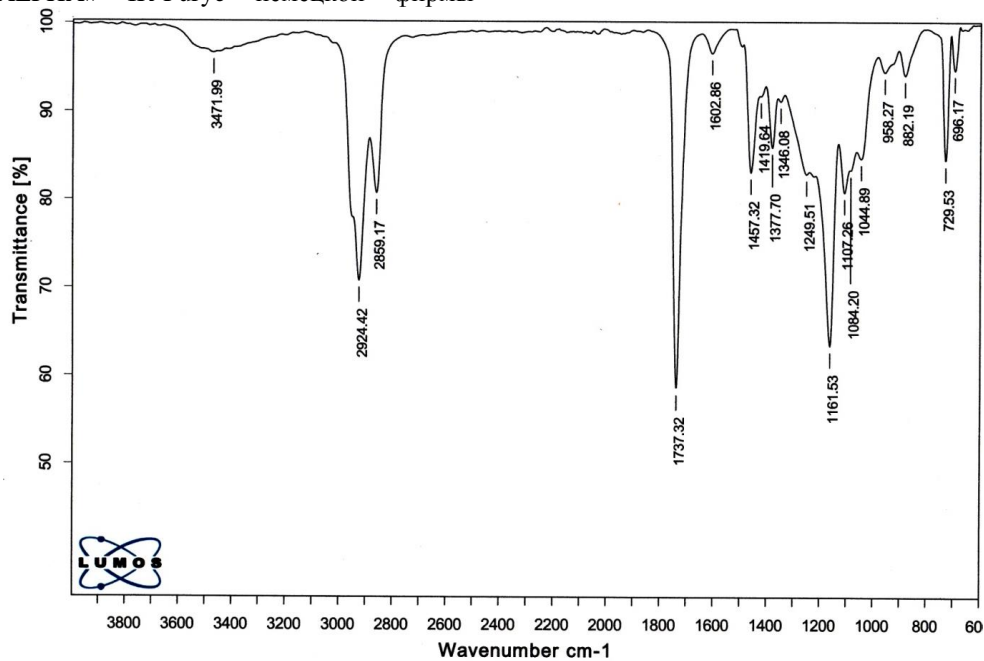


Рисунок 1. ИК-спектр смешанного пропиленгликолевого диэфира на основе ПНК и каприловой кислоты

В спектрах с большой интенсивностью проявляются полосы поглощения карбонильных групп в областях 1737 см⁻¹.

Структура синтезированного смешанного пропиленгликолевого диэфира на основе ПНК и каприловой кислоты доказана на основании данных ЯМР

- спектроскопии. Спектры ¹H и ¹³C-ЯМР (рис.2,3) измеряли при 20°C на спектрометре BRUKER-Fourier (300 МГц) с тетраметилсиланом в качестве внутреннего стандарта и дейтерий бензолом (C₆D₆) в качестве растворителя.

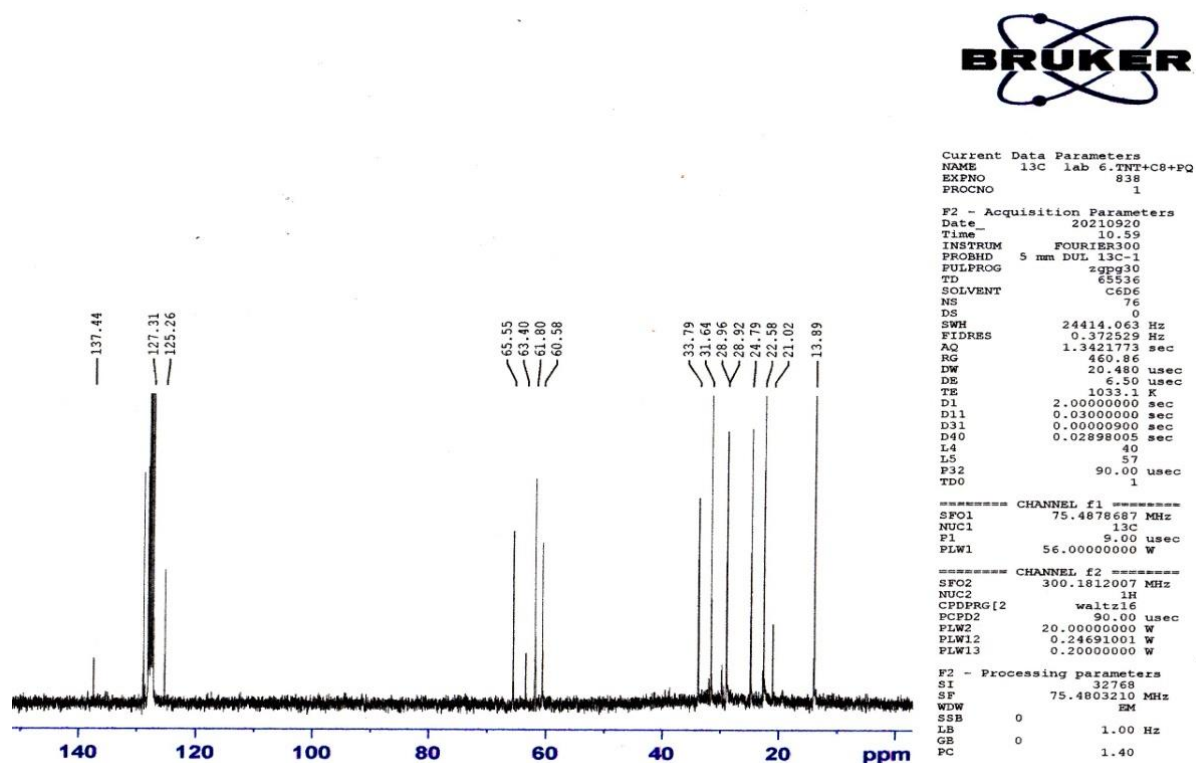


Рисунок 2.

ЯМР¹³C спектр смешанного пропиленгликолевого диэфира на основе ПНК и каприловой кислоты

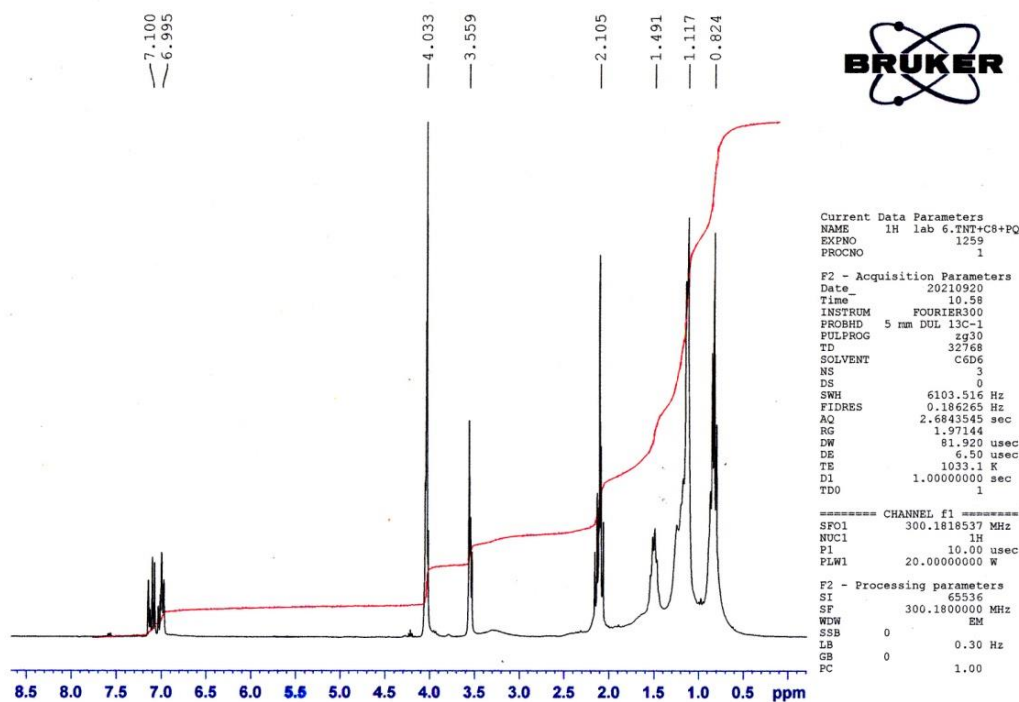


Рисунок 3.

ЯМР¹H спектр смешанного пропиленгликолевого диэфира на основе ПНК и каприловой кислоты

В спектре синтезированного смешанного диэфира были выявлены сигналы при $\delta = 0.78-0.95$ и $\delta = 1.05-1.40$ ppm, соответствующих $-CH_3$ и $-CH_2$ группам соответственно. В областях химического сдвига $\delta = 1.45-1.60$ ppm проявились сигналы нафтенных углеводов. Резонансный сигнал при δ

$= 2.03-2.20$ ppm относится к $-CH_2$ -группе, связанной с карбоксильным фрагментом. В областях $\delta = 3.55$ и 4.03 ppm обнаружены сигналы $-CH_2$ -фрагментов диэфирных групп. Присутствие сигнала в слабом поле при $\delta = 6.94-7.17$ ppm показывает, что имеются

следовые количества ароматических углеводов. Наличие карбоксильных групп подтверждается присутствием сигнала при $\delta = 172.63$ и 173.28 ppm в спектре ЯМР¹³C.

Синтезированные смешанные диэфиры ПНК представляют собой светло-жёлтую маслянистую жидкость со специфическим запахом, нерастворимые в воде, но хорошо растворимые в органических растворителях. По качественным характеристикам и физико-химическим показателям смешанные диэфиры подходят в качестве пластификаторов, и к применяемым пластификаторам предъявляется ряд особых требований (ГОСТ 8728-77). В частности, пластификатор должен хорошо совмещаться с полимером, быть нелетучим, стойким к действию агрессивных сред, обладать высокой температурой вспышки, придавать полимерным изделиям морозостойкость, высокие прочностные, деформационные, диэлектрические и другие свойства. Помимо этого пластификатор должен быть бесцветен, лишен запаха, нетоксичен, не вымываться водой из изделий и т.д. [5].

В лабораторных условиях была осуществлена предварительная оценка возможности применения синтезированного диэфира в качестве пластификатора поливинилхлорида (ПВХ), путем изучения пластифицирующих свойств смешанных диэфиров, которые и являются главным показателем, характеризующим совместимость диэфира с ПВХ. О степени совместимости опытного пластификатора судили по времени набухания в них ПВХ. Для этой цели были приготовлены композиции, состоящие из 100 м.ч. ПВХ, 40 м.ч. опытных эфиров и 1 м.ч. стабилизатора. Контрольными образцами служили пластикаты, приготовленные на основе диоктилфталата, диоктиладипината (ДОФ, ДОА). Набухание проводилось при температурах 65°C, 75°C, 85°C путём выдержки их в течение 6 часов в термостате до оптимального времени полного набухания композиции ПВХ в пластификаторе, и было установлено, что исследованный эфир хорошо совмещается с ПВХ [6].

Смешанный диэфир на основе ПНК и каприловой кислоты, также был испытан в качестве антиоксиданта для дизельного топлива на лабораторной установке ЛСАРТ при 120°C в количестве 0,004 мас.% в течении 4 часов. Осадок, характеризующийся термоокислительной стабильностью, уменьшился с 4,6 мг/100 мл до 1,4 мг/100 мл, что отождествляет приемлемость синтезированного пропиленгликолевого смешанного диэфира на основе ПНК и каприловой кислоты.

Список литературы

1. Аббасов В.М., Зейналов Э.Б., Велиев М.Г. и др. Природные нефтяные кислоты и производные на их основе: происхождение, структура и свойства, синтетические и прикладные аспекты. – Баку: Элм, 2014. – 232с.
2. Зейналов С.Б. Эфиры алициклического ряда. – Баку: Элм, 1996. – 212 с.
3. Nazile Sadiyeva, Sevil Isgandarova, Lala Afandiyeva, Yutta Cherepnova, Mina Bagirova, Shahnaz Asadova. The synthesis of mixed diester of natural petroleum acids // 10th Rostocker International Conference: “Technical Thermo-dynamics : Thermophysical Properties and Energy Systems”. Rostock, Germany, – 2021, – P.133.
4. С.А. Искендерова, Н.Ф. Садиева, Л.М. Эфендиева и др. Новые пластификаторы для эфиров целлюлозы // Пластические массы. – 2020. – №1-2. – С. 15-16.
5. С.А. Искендерова, Н.Ф. Садиева, Л.М. Эфендиева и др. Получение смешанных диэфиров нефтяных кислот и их применение как пластификаторов и антиоксидантов // Нефтепереработка и Нефтехимия. – 2020. – №6. – С. 19-21.
6. Н.Ф. Садиева, Г.Г. Насибова, С.А. Искендерова и др. Эффективные пластификаторы для поливинилхлорида // Пластические массы. – 2018. – №3-4. – С. 17-19.

MATHEMATICAL SCIENCES

APPLICATION OF A TIME-DELAY MODEL OF THE PLYKIN - NEWHOUSE ATTRACTOR TO STUDY THE DYNAMICS OF NEURO - DEGENERATION BY ELECTROENCEPHALOGRAPHY OF THE BRAIN

Belyakin S.,

*Department of General Physics, Physics Faculty,
Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russia*

Shuteev S.

*Laboratory of dynamic systems, Physics Faculty,
Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russia*

Abstract

Neurodegeneration is the progressive loss of structure or function of neurons, which may ultimately involve cell death. Many neurodegenerative diseases-such as amyotrophic lateral sclerosis, multiple sclerosis, Parkinson's disease, Alzheimer's disease, Huntington's disease, and prion diseases-occur as a result of neurodegenerative processes. Neurodegeneration can be found in the brain at many different levels of neuronal circuitry, ranging from molecular to systemic. Because there is no known way to reverse the progressive degeneration of neurons, these diseases are considered to be incurable. Biomedical research has revealed many similarities between these diseases at the sub-cellular level, including atypical protein assemblies (like proteopathy) and induced cell death. These similarities suggest that therapeutic advances against one neurodegenerative disease might ameliorate other diseases as well. In this report, an autonomous physical system is used, which is represented by a Smale Williams hyperbolic type attractor. Dynamics and evolution of neurodegeneration The Plykin-Newkhoz attractor model with the Piragas method is applied [1-10].

Keywords: Neurodegeneration, neurons, chaotic dynamic, the attractor of the Plykin - Newhouse, method of Pyragas, hyperbolicity.

1. Introduction

In mathematical theory of dynamical systems a class of *uniformly hyperbolic strange attractors* is known. In such an attractor all orbits are of the same saddle type, they manifest strong stochastic properties and allow detailed theoretical analysis. In textbooks and reviews, examples of these attractors are traditionally represented by abstract artificial constructions like the Plykin attractor and the Smale - Williams attractor. The simplest attractor of Plykin type is constructed with mapping of a domain of a plane with holes into itself. To construct a system with the Plykin attractor let us start with a map of a unit sphere defined as a sequence of four periodically repeating stages of continuous transformations. Duration of each stage is taken to be

equal to a unit time interval. The holes will correspond to neighborhoods of four points A, B, C, D on the sphere. Let us define the first stage as a flow of the representative points along circles of latitude away from the meridians AB and DC. The second stage is differential rotation around z-axis with angular velocity depending on z linearly, in such way that the points B and C do not move, while the points A and D exchange their location. The third and the fourth stages are similar to the previous two, but differ in the spatial orientation: the axes x and z exchange their roles. The fig.1 illustrates the the transformations geometrically, and differential equations for all the stages are written down [11].

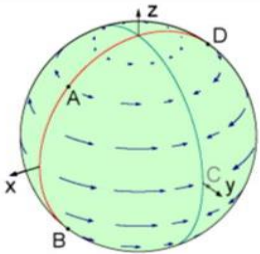
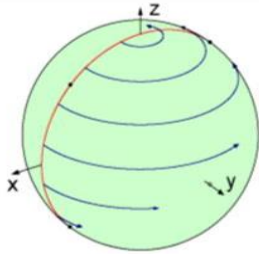
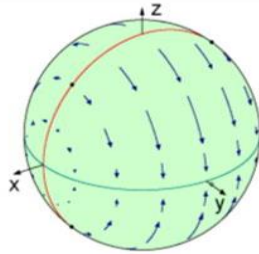
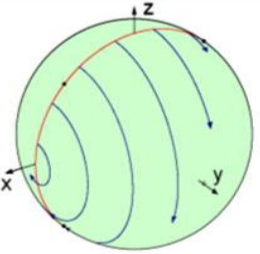
(1) Flow down along circles of latitude	(2) Differential rotation around z-axis	(3) Flow down to the equator	(4) Differential rotation around x-axis
			
$\begin{cases} \dot{x} = -\varepsilon xy^2 \\ \dot{y} = \varepsilon x^2 y \\ \dot{z} = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \dot{x} = \pi(z/\sqrt{2} + 1/2)y \\ \dot{y} = -\pi(z/\sqrt{2} + 1/2)x \\ \dot{z} = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \dot{x} = 0 \\ \dot{y} = \varepsilon yz^2 \\ \dot{z} = -\varepsilon y^2 z \end{cases}$	$\begin{cases} \dot{x} = 0 \\ \dot{y} = -\pi(x/\sqrt{2} + 1/2)z \\ \dot{z} = \pi(x/\sqrt{2} + 1/2)y \end{cases}$

Fig.1. Implementation of an Smale - Williams attractor on a sphere, the Plykin - Newhouse attractor.

2. Hyperbolic Plykin - Newhouse attractor on a spherical surface

The realization of an Hyperbolic Plykin - Newhouse attractor on a sphere is represented by the equation [12] (1).

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \pi y \left(\frac{\sqrt{2}}{2} z + \frac{1}{2} \right) - \varepsilon xy^2, \\ \dot{y} &= -\sqrt{2}\pi zx - \frac{1}{2}\pi(x+z) + \varepsilon y(x^2 + z^2), \\ \dot{z} &= \pi y \left(\frac{\sqrt{2}}{2} x + \frac{1}{2} \right) - \varepsilon zy^2, \\ 1 &= x^2 + y^2 + z^2. \end{aligned} \quad (1)$$

The realization of an Hyperbolic Plykin - Newhouse attractor on a sphere is represented by fig.2, fig.3.

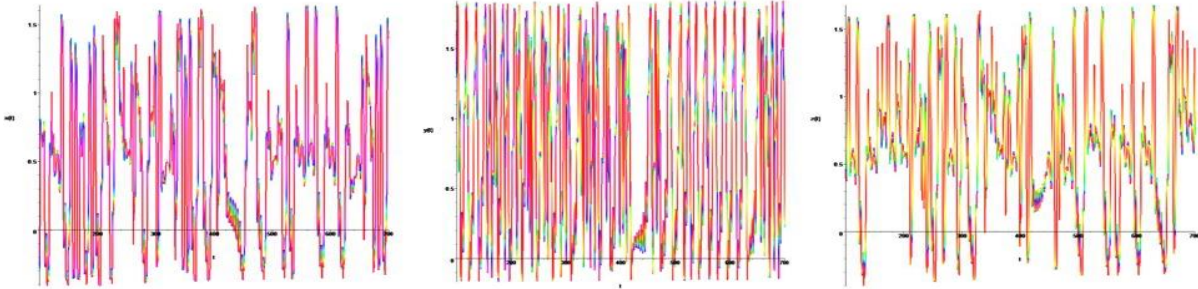


Fig.2. Presents the temporal dynamics of $x(t), y(t)$ & $z(t)$ of hyperbolic Plykin - Newhouse attractor on a spherical surface if $\varepsilon = 0.72$.

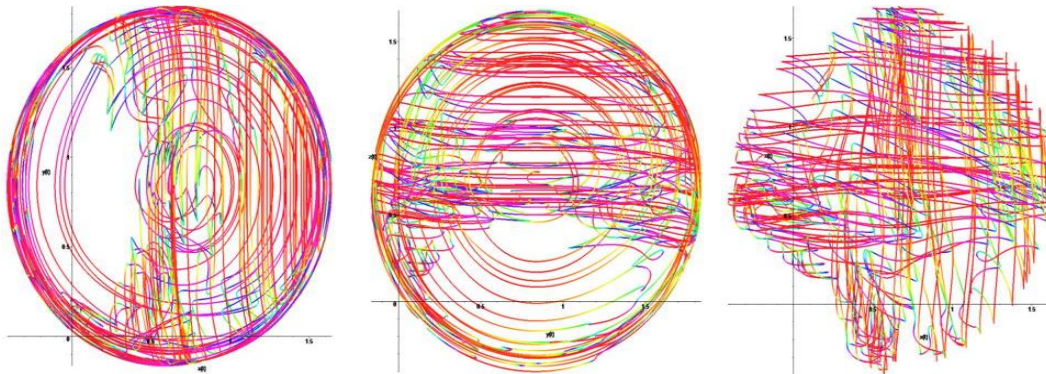


Fig.3. Presents the temporal dynamics of $x(y), z(y)$ & $z(x)$ of hyperbolic Plykin - Newhouse attractor on a spherical surface if $\varepsilon = 0.72$.

Fig.2 shows the temporal dynamics of $y(t)$ of hyperbolic Plykin - Newhouse attractor on a spherical surface if $\varepsilon = 0.72$. Fig.3 left shows temporal dynamics of $y(t)$ and the Fourier spectrum on the right presents the temporal dynamics of $y(t)$ and wavelet transform hyperbolic Plykin - Newhouse attractor on a spherical surface if $\varepsilon = 0.72$. Hyperbolic Plykin - Newhouse attractor

on a spherical surface in figure1. and fig.3 show the bifurcation and chaotic.

3. We apply the method of Pyragas for hyperbolic Plykin - Newhouse attractor on a spherical surface

For control and synchronization of hyperbolic Plykin - Newhouse attractor on a spherical surface we apply the method of Pyragas [13] by the equation (2).

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \pi y \left(\frac{\sqrt{2}}{2} z + \frac{1}{2} \right) - \varepsilon xy^2, \\ \dot{y} &= -\sqrt{2}\pi zx - \frac{1}{2}\pi(x+z) + \varepsilon y(x^2 + z^2) + 2\pi\mu[y(t-\tau) - y(t)], \\ \dot{z} &= \pi y \left(\frac{\sqrt{2}}{2} x + \frac{1}{2} \right) - \varepsilon zy^2, \\ 1 &= x^2 + y^2 + z^2. \end{aligned} \quad (2)$$

For dynamics (μ/τ) of hyperbolic Plykin - Newhouse attractor on a spherical surface we apply the method of Pyragas by fig.4. The right graphs show the

dynamics with positive parameters μ . Blue color is stable dynamics, yellow color is not stable dynamics, red color is chaotic dynamics.

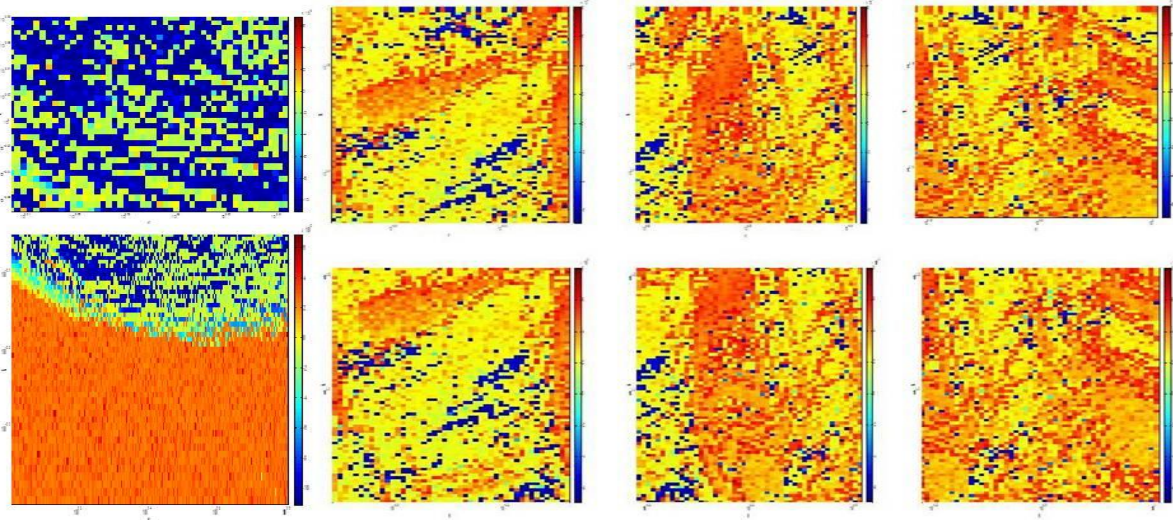


Fig.4. The left graph shows the dynamics with negative parameters μ .

4. Displaying analogies between a mathematical model and waves on the surface of the brain

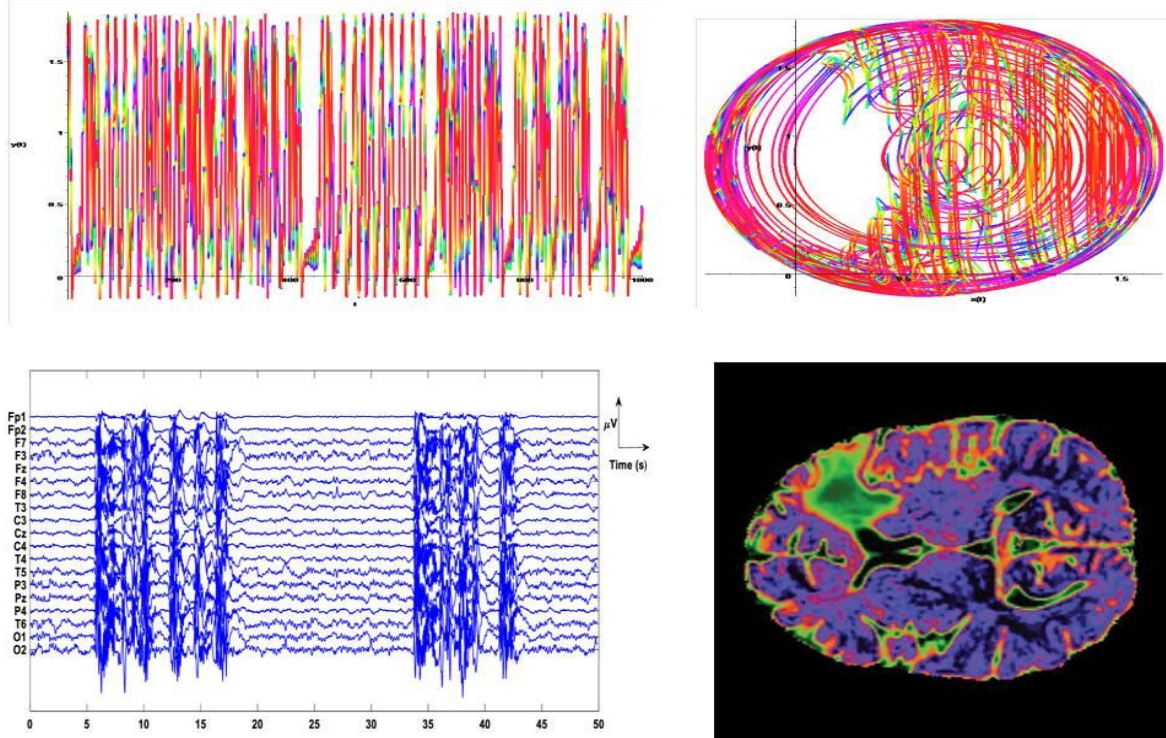


Fig.5. Milestone charts Timeline $y(t)$ and phase portraits $y(x)$ of the attractor Plykin - Newhouse. Lower graphs Electroencephalogram and Brain Perfusion.

Fig.6 shows on the left the temporal scale amplitude $y(t)$, to the right of the phase portrait of $y(x)$, in the absence of external influence on the attractor. It is easy to see that, at these parameter values the attractor has strong chaotic properties.

When using the method of Pyragas $\mu = 0.1 \rightarrow 1.0$, $\varepsilon = 0.72$, $\tau = 1.9$ is observed evolutionary dynamics of phase portraits of the system shown in Fig.6.

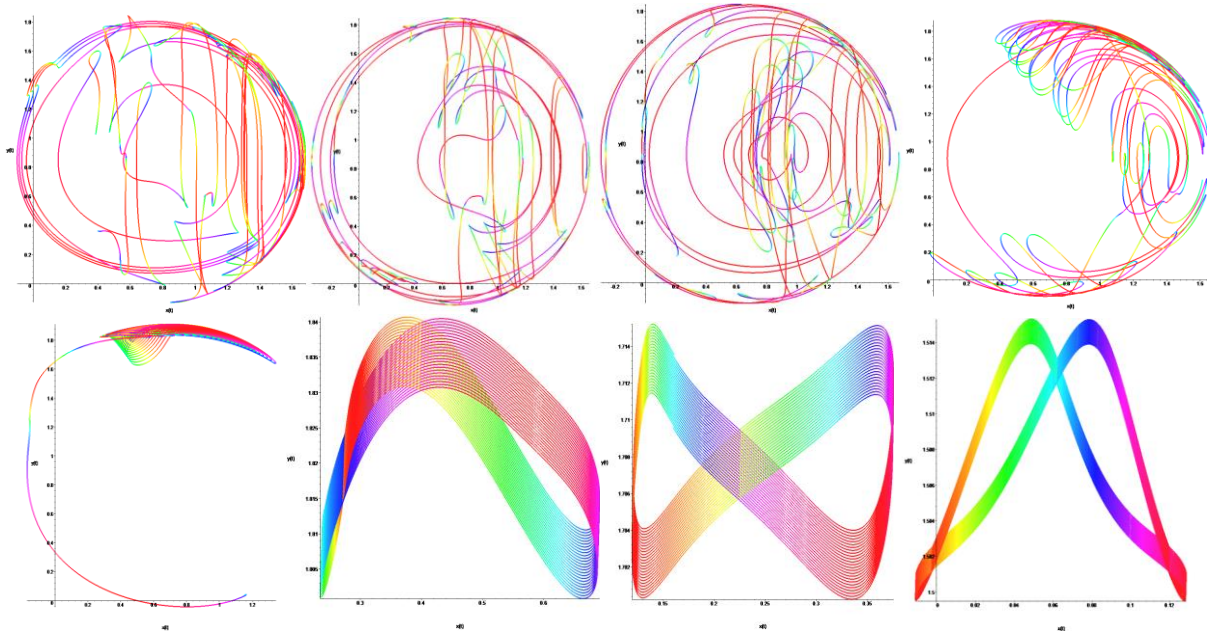


Fig.6. Phase portraits of $y(x)$ of the Plykin - Newhouse attractor when $\mu = 0.1 \rightarrow 1.0$, $\varepsilon = 0.72$, $\tau = 1.9$.

A positive impact on the attractor the attractor translates the pole on the positive sector of the equator. Attractor points A , B , C and D closer together forming a stable periodic attractor.

For transformation of flat system back to the spherical model we use the system of equations (2). Fig.7 shows on the left the temporal scale amplitude $y(t)$, to the right of the phase portrait of $y(x)$, in the absence of external influence on the attractor. It is easy to see that, at these parameter values the attractor has strong chaotic properties.

When using the method of Pyragas $\mu = -0.1 \rightarrow -1.0$, $\varepsilon = 0.72$, $\tau = 1.9$ is observed evolutionary dynamics of phase portraits of the system shown in Fig.7.

In case of positive or negative impact ($\pm K$), the change of state from not stable to stable state is made by a jump.

And the hyperbolic attractor degenerates into the limiting cycle, and the continuous spectrum corresponding to chaotic oscillations changes into an equidistant one with the frequencies corresponding to the basic frequency and its harmonics. Thus, the application of the method of Pyragas at a constant time delay, gives the opportunity to observe the evolutionary dynamics of systems of hyperbolic Plykin - Newhouse attractor [13].

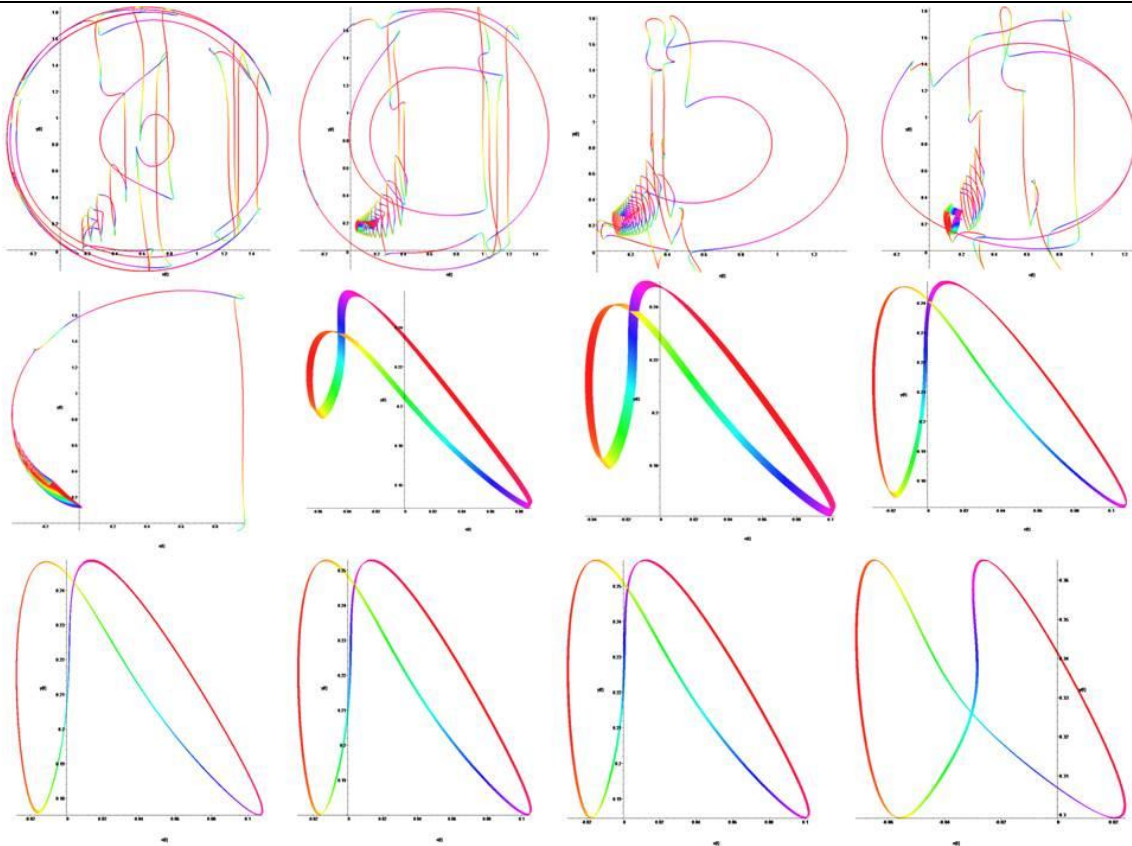


Fig.7. Phase portraits of $y(x)$ of the Plykin – Newhouse attractor when $\mu = -0.1 \rightarrow -1.0$, $\varepsilon = 0.72$, $\tau = 1.9$.

5. Result

In case of positive or negative impact ($\pm \mu$), the change of state from not stable to stable state is made evolutionarily.

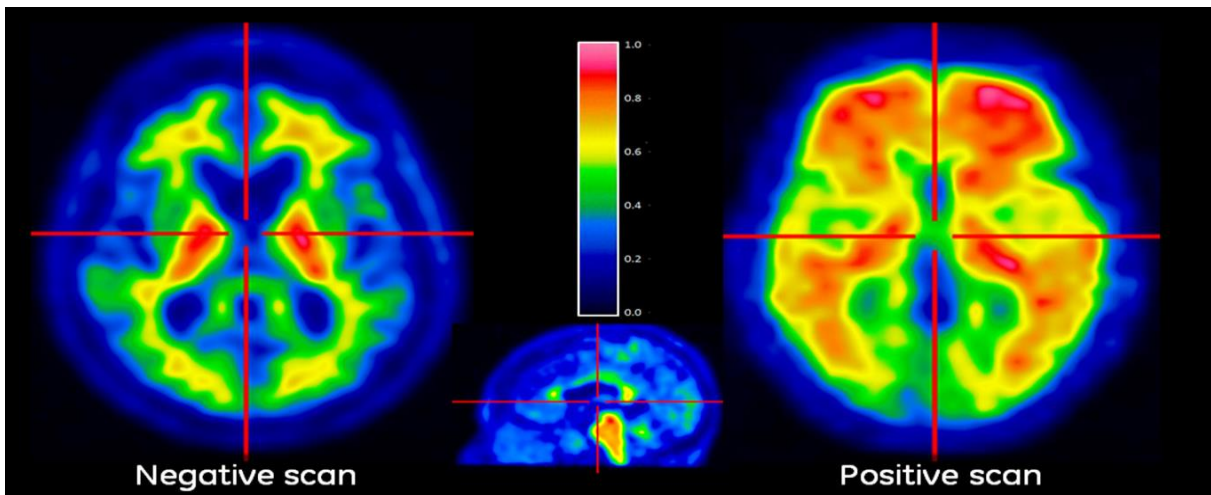


Fig.8. Neurodegenerative and healthy state of the human brain.

The right graph of Fig.8 of the positive scan corresponds to the first graph of Fig.3. The negative scan of the left Fig.8 where the red spots are located corresponds to the fifth graphs of Fig.(6,7).

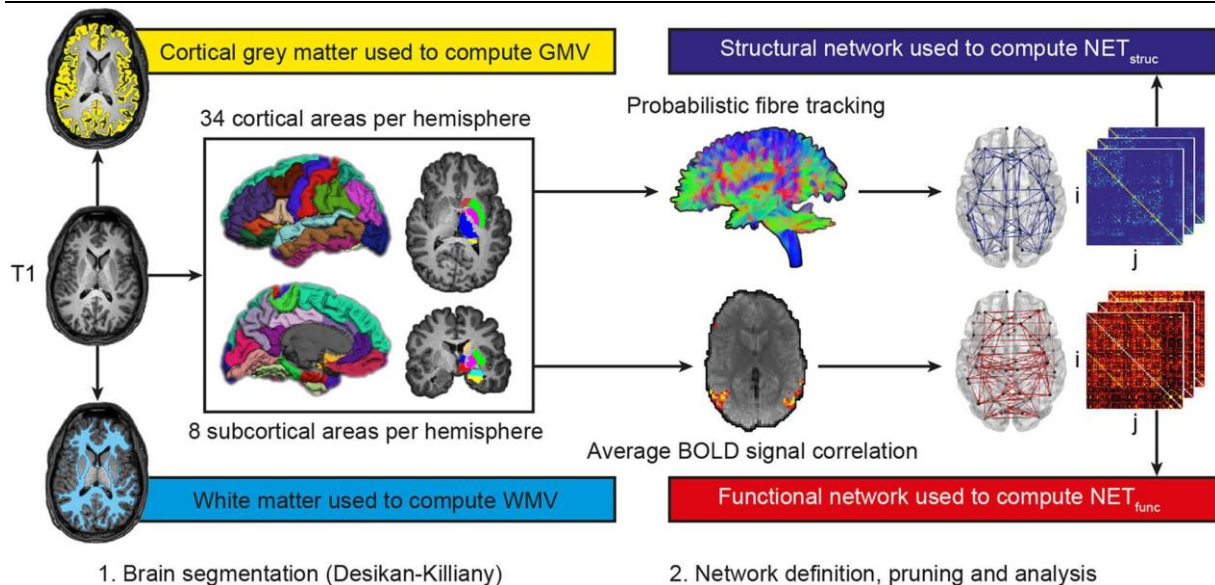


Fig.9. 3D visualization of the brain and its computer processing of data arrays of neural networks.

Currently, it has become fashionable to identify the human brain with an array of neural network databases Fig.9 [14], although real networks look much more complicated Fig.10 [15].

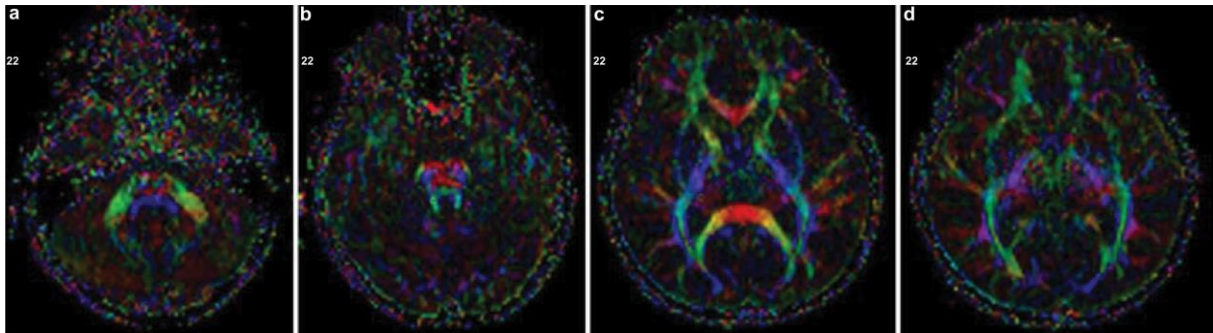


Fig.10. A real neural network of the upper part of the brain.

6. Conclusions

The hyperbolic attractor degenerates into a limiting cycle, and the continuous spectrum corresponding to chaotic oscillations changes to equidistant with frequencies corresponding to the fundamental frequency and its harmonics. Thus, the application of the Piragas method with a constant time delay makes it possible to observe the evolutionary dynamics of neurodegeneration using this mathematical model.

References

1. Belyakin S.T., Dzhanoev A.R., Kuznetsov S.P. (2014) Stabilization of Hyperbolic Chaos by the Piragas Method. *J. of Math and Sys. Sc.* 4:755-762.
2. Pyragas K. (2001) Control of chaos via an unstable delayed feedback controller. *Physical Review Letters.* 86, 11:2265.
3. Kuznetsov S. (2009) An example of a non-autonomous continuous-time system with attractor of Plykin type in the Poincare map. *Non. dynamics.* 5:403-424.
4. Xiong Y.L., Fischer P., Bruneau C.H. (2012) Numerical simulations of two-dimensional turbulent thermal convection on the surface of a soap bubble. *Seventh International Conference on Computational Fluid Dynamics* 7:1-8.
5. S.P. Kuznetsov, A. Pikovsky. "Autonomous coupled oscillators with hyperbolic strange attractors," *Physica D*, pp. 87– 102, 2007.
6. A. Shilnikov, L. Shilnikov, D. Turaev, " On some mathematical topics synchronization," Weierstras – Institut für Angewandte Analysis und Stochastik, orschungsverbund, Berlin e.V., ISSN 0946 – 8633, No. 892, 2003.
7. K. Pyragas, "Continuous control of chaos by self – controlling feedback," *Physics Letters A* 170, pp. 421– 428, 1992.
8. K. Pyragas, " Control of chaos via expended delay feedback," *Physics Letters A* 206, pp. 323– 330, 1995.
9. K. Pyragas, "Control of chaos via an unstable delayed feedback controller," *Physical Review Letters*, 11:2265, pp. 86, 2001.
10. K. Pyragas, " Delayed feedback controller of chaos," *Philosophical Transaction of the Royal Society A* 364, pp. 2309–2334, 2006.
11. S.P. Kuznetsov, " Hyperbolic strange attractors of physically realizable systems," *Problems of nonlinear dynamics*, vol. 17, No. 4, 2009.
12. S.P. Kuznetsov, "An example of a non-autonomous continuous-time system with attractor of Plykin type in the Poincare map," *Non. dyn.* 5, pp. 403– 424, 2009.

13. S. Belyakin, S. Shuteev, S. Kyznetsov, " Evolution and Controlling of the Plykin – Newhouse Attractor by the Pyragas Method," Journal of Nanoscience and Nanotechnology Applications, Vol. 2, No. 2: pp. 1– 6, 2018.

14. S. Belyakin, S. Shuteev," Classical soliton theory for studying the dynamics and evolution of in

network," Advances in Theoretical & Computational Physics, Vol.4, No.3: pp. 228– 230, 2021.

15. S. Belyakin, S. Shuteev, "Replacement of damaged active and inactive axons in neurons taking into account chirality with multilayer mesh electrically conductive nanotubes," Polish journal of science, Vol.1, No.45: pp. 37– 42, 2021.

ПРО ОДИН ПІДХІД ДО ВСТАНОВЛЕННЯ АВТОРСТВА ВЕЛИКИХ ТЕКСТІВ

Зінов'єв І.В.

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Запорізький національний університет*

Манько Н.І.–В.

*кандидат фізико-математичних наук,
Запорізький національний університет*

Зінов'єв Я.–Д.І.

студент,

Харківський національний університет радіоелектроніки

ABOUT ONE APPROACH TO IDENTIFY AUTHORSHIP OF LARGE TEXTS

Zinovieiev I.,

*Candidate of sciences in physics and mathematics, associate professor,
Zaporizhzhia National University*

Manko N.,

*Candidate of sciences in physics and mathematics,
Zaporizhzhia National University*

Zinovieiev Y.-D.

student,

Kharkiv national university of radio electronics

Анотація

В статті із застосуванням базових алгоритмів математичної статистики та прикладної математики запропоновано спосіб встановлення (підтвердження) авторства великих текстів на основі порівняння створеного за контрольною вибіркою авторських текстів «частотного авторського портрету» з «частотним портретом» тексту, що потребує ідентифікації.

В основу способу покладено ідею ідентифікації автора зіставленням частотних характеристик тексту, що підлягає ідентифікації, з авторським «портретом». Проведено практичне дослідження декількох підходів, їх ефективності та обґрунтовано висновок про можливість встановлення авторства тексту на основі запропонованого способу.

Abstract

The technique of the establishing (confirming) of the authorship of the large texts which is based on the mathematical statistics and applied mathematics algorithms has been given in the article. This technique is based on the comparison of "frequency author's portrait" created by the control sample of the author's texts, with the "frequency portrait" of the text which is under the identification.

The method is based on the idea of the identification of the author using the comparison of the frequency characteristics of the text with the author's "portrait". The practical study of the effectiveness of several approaches has been performed. The conclusion about the possibility of the establishing the authorship of the text with the help of the proposed method has been justified.

Ключові слова: метод, алгоритм, частотний аналіз, частотний словник тексту, контрольна вибірка, авторський портрет, авторство.

Keywords: method, algorithm, frequency analysis, frequency dictionary of the text, control sampling, author's portrait, authorship.

Постановка проблеми. Задача ідентифікації авторства текстів, зокрема великих, зустрічається в різноманітних сферах діяльності людини, наприклад, у філології, історії, юриспруденції. Спеціальні експерти можуть ідентифікувати автора невідомого тексту за допомогою характерних для автора особливостей, авторського стилю, специфічних мовних конструкцій. З одного боку,

процес експертизи є достатньо трудомістким і затратним у часі, а з іншого боку кількість задач, що потребують таких експертиз, останнім часом постійно зростає. Тому реалізація таких експертиз автоматизованими та формалізованими методами, розробка нових та вдосконалення таких алгоритмів стає актуальним завданням сучасності.

Аналіз останніх публікацій. В статті Батури Т. В. «Методы определения авторского стиля текстов и их программная реализация» наведено достатньо докладний перелік та опис формальних методів, автоматизованих програм атрибуції текстів («Лінгвоаналізатор», «Атрибутор», «Смалт», «Антиплагіат», «Авторовед») [1].

“Атрибуція тексту – дослідження тексту з метою встановлення авторства чи отримання будь-яких відомостей про автора та умови створення текстового документу. Задачі атрибуції поділяються на ідентифікаційні та діагностичні.

Ідентифікаційні задачі дозволяють здійснити перевірку авторства: підтвердити авторство певної особи; виключити авторство певної особи; перевірити той факт, що автором усього тексту була та сама людина; перевірити той факт, що написаний текст належить автору, що заявлений.

Ідентифікаційні задачі вирішуються за припущення, що автор тексту відомий” [1].

Всі формальні методи можна поділити на статистичні та методи машинного навчання.

Формальні методи найчастіше базуються на порівнянні обчислюваних характеристик текстів, що представляються векторами параметрів, кожен з яких об'єктивно характеризує певний набір особливостей тексту.

При такій формалізації автор також може бути представлений як подібний вектор параметрів, по-

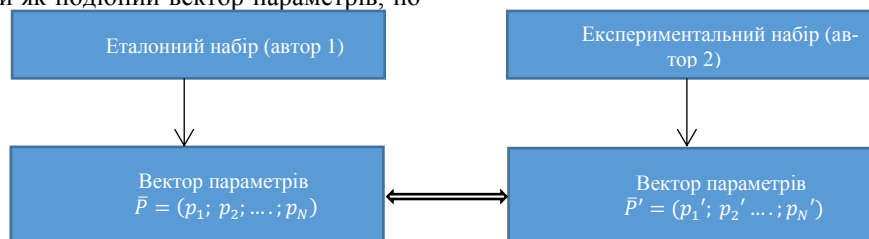


Рис. 1. Схема ідентифікації авторства порівнянням векторів параметрів

Вводиться невід'ємна метрика $\rho(\bar{p}, \bar{p}')$ «відстані» між векторами параметрів, яка виступає характеристикою відмінностей між текстами. Якщо відстань велика ($\rho > \rho_{\text{крит}}$), вважаємо, що автори текстів різні. Якщо відстань невелика, то автор текстів єдиний.

Система атрибуції текстів «СМАЛТ» (Статистичні методи аналізу літературного тексту) заснована на алгоритмах автоматизації морфологічного і синтаксичного аналізу текстів [2]. Обробка проводиться в декілька етапів: на першому виконується автоматизоване розбиття вихідного тексту на лексичні одиниці, серед яких виділяються розділи, абзаци, речення, слова; на другому здійснюється автоматична обробка тексту і його морфологічний розбір; третій етап – синтаксичний аналіз на основі побудованого морфологічного аналізу. [3]

Підхід до визначення авторства із використанням ланцюгів Маркова першого порядку та алгоритмів стиснення даних був реалізований у системі «Лінгвоаналізатор» [4].

Застосування нейронних мереж у поєднанні з методом опорних векторів покладено в основу ро-

в'язаних з текстами, що написані автором. У більшості випадків статистичні характеристики тексту вибираються як такі, що характеризують текст кількісно або якісно: кількість застосувань окремих частин мови, певні специфічні слова, розділові знаки, фразеології, рідкісні та зарубіжні слова, обсяг словника, середня довжина речення тощо.

Основною проблемою формальних методів аналізу авторства є вибір параметрів. В якості таких параметрів можна обрати відсоток вмісту офіційних слів в тексті; характеристики, які погано контролюються автором на свідомому рівні; характеристика, що має умовно постійне (можливі незначні відхилення) значення для одного автора. Параметри повинні приймати істотно різні значення для різних авторів.

Слід зазначити, що за одним параметром завжди є ймовірність, що декілька авторів будуть «близькими». Тому на практиці вважають достатнім, що параметр дозволяє впевнено розрізнити різні групи авторів, тобто дозволяє впевнено розрізнити тексти авторів, які потрапили в різні групи.

Проблема класифікації текстів часто зводиться до порівняння двох колекцій: текстів, автор яких відомий (еталонний набір текстів), і текстів невідомого автора (експериментальний набір текстів). У загальному вигляді, задача ідентифікації авторства може бути представлена схемою (рис. 1).

боти системи «Авторовед». Як інструменти для атрибуції текстів обираються штучні нейронні мережі, мережі каскадної кореляції та апарат опорних векторів [5, 6]. Підсумкове рішення про авторство приймається ансамблем класифікаторів за принципом мажоритарного голосування.

В роботі [7] наведено результати досліджень процесів перетворення інформації від форми текстового повідомлення до форми двовимірного масиву числових характеристик, який використовуються як масив вхідних даних при синтезі моделі-класифікатора багаторядним алгоритмом методу групового урахування аргументів.

Однак залишається питання формування простих способів встановлення авторства великих текстів.

Мета досліджень. Розглянути базові алгоритми математичної статистики, прикладної математики щодо частотного аналізу; запропонувати способи частотного аналізу великих текстів; провести практичну апробацію сформульованих алгоритмів; розглянути окремі твори відомих письменників та створити для цих текстів частотні таблиці – «частотні авторські портрети»; зробити висновок про можливість встановлення авторства тексту.

Матеріали і методи. Зрозумілим є те, що кожна людина (письменник) має свій словарний запас, набір фраз, оборотів, характерних для неї, частоту використання слів. Розглянемо декілька підходів (гіпотез) на основі частотного статистичного аналізу щодо ідентифікації авторства: ідентифікація за характером розподілу (законом) випадкової величини (вибірка відносних частот появи слів певної довжини в тексті); ідентифікація за однією або декількома основними статистичними характеристиками вибірок (середнє вибіркоче, стандартна похибка, медіана, мода, стандартне відхилення, дисперсія вибірки, ексцес, інтервал розкиду); ідентифікація за значеннями коефіцієнтів кореляції та детермінації; ідентифікація за власною ознакою.

Відповідно до кожного підходу сформульовано алгоритм його реалізації.

В основу всіх підходів закладено порівняння із «контрольною вибіркою» – від трьох до десяти творів автора (обсяг кожного не менше 40 000 слів).

Ідентифікація за характером розподілу (законом) випадкової величини (вибірка відносних частот появи слів певної довжини в тексті).

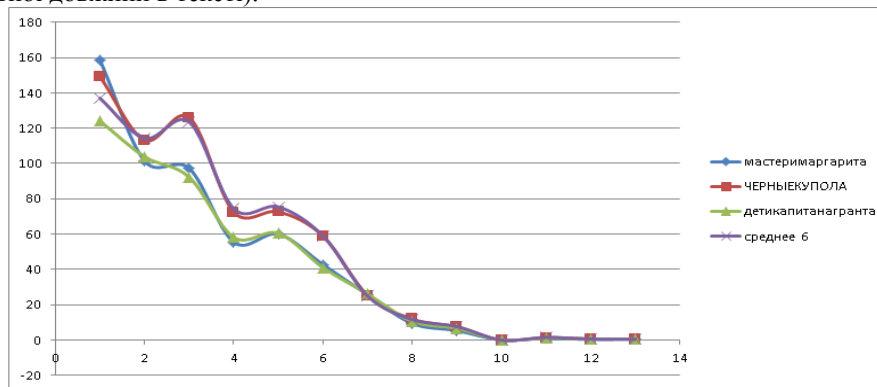


Рис. 2. Графіки розподілу випадкової величини для отриманих вибірок

Ідентифікація за основними статистичними характеристиками вибірок.

Алгоритм реалізації.

1) Формування впорядкованих за алфавітом словників «портрету» та тестового тексту (текстів)

Алгоритм реалізації.

1) Підготовка кожного тексту (контрольної групи та тестового – того, який перевіряється на авторство): складання словника тексту – перелік всіх слів тексту; підрахунок частот входження кожного слова словника в текст в перерахунку на умовні 1000 слів.

2) Для контрольної групи визначається спільний словник (слова, присутні в кожному тексті контрольної групи), для кожного слова визначається частота, що дорівнює середньому арифметичному частот цього слова в кожному тексті; отриманий частотний словник є «портретом» автора.

3) Формується спільний словник «портрету» та тестового тексту.

4) Для кожної з отриманих вибірок будується закон розподілу (випадкова величина – довжина слова, якій співставляється відносна частота появи в тексті в перерахунку на 1000 слів).

5) Проводиться порівняння законів розподілу графічно (рис. 2) або перевіркою гіпотез.

у форматі «слово – частота у тексті 1 – частота у тексті 2 – ... – частота контрольної вибірки».

2) Для кожної з отриманих вибірок (стовпчика частот) обчислюються статистичні характеристики (наприклад табл. 1).

Таблиця 1

Статистичні характеристики вибірок

	Контрольна група				Група порівняння			
	Пепельный рассвет	Пепельная земля	Лорд в серой шинели	Пепельное небо	Черный проводник	Рыцарь в серой шинели	Черные купола	Мастер и Маргарита
Середнє	0,279665	0,34563	0,338484	0,339046	0,320442	0,340053	0,342404	0,343385
Стандартне відхилення	1,593439	1,767665	1,802989	1,490057	1,459538	1,525142	1,957514	1,770491
Дисперсія вибірки	2,539049	3,124638	3,250771	2,220271	2,130251	2,326059	3,831861	3,134637
Інтервал	41,27029	50,77533	52,91544	37,28896	31,92854	36,21849	45,29032	50,29909
Мінімум	0,015544	0,015308	0,014982	0,018738	0,014573	0,015531	0,008481	0,014554
Максимум	41,28583	50,79064	52,93042	37,3077	31,94311	36,23402	45,2988	50,31364
Рівень надійності (95,0%)	0,070211	0,077888	0,079445	0,065656	0,064311	0,067202	0,094207	0,078013

3) Аналіз та оцінка близькості отриманих результатів.

Ідентифікація за значеннями коефіцієнтів кореляції та детермінації.

Алгоритм реалізації.

1) Формування впорядкованих за алфавітом словників «портрету» та тестового тексту (текстів) у форматі «слово – частота у тексті 1 – частота у тексті 2 – ... – частота контрольної вибірки»;

2) Для кожної пари (контрольна вибірка – тестовий текст) обчислюються значення коефіцієнтів кореляції та детермінації.

3) За отриманими результатами встановлюється характер зв'язку між вибірками даних контрольної та тестової груп.

Ідентифікація порівнянням з контрольною вибіркою за власною ознакою.

Візьмемо в якості власної оцінки наступну суму

$$\frac{1000}{N_i} \left(\sum_{i=1}^{N_i} \frac{|x_i - \bar{x}_i^*|}{\min(x_i; \bar{x}_i^*)} \right). \quad (1)$$

Кожний доданок цієї суми характеризує відмінність значення експериментальної вибірки від відповідного значення контрольної вибірки автора – «частотного портрету». При цьому вибір мінімального значення забезпечує збільшення окремої оцінки (для близьких значень практично несуттєвий вплив, але при суттєвих відмінностях дає суттєвий вплив).

Алгоритм реалізації.

1) Формування впорядкованих за алфавітом словників «портрету» та тестового тексту (текстів) у форматі «слово – частота у тексті 1 – частота у тексті 2 – ... – частота контрольної вибірки».

2) Для кожної пари (контрольна вибірка – тестовий текст + контрольна вибірка – текст із контрольної вибірки) за (1) знаходяться оцінки.

3) Порівняння отриманих оцінок.

Результати досліджень. Для тестового прикладу – побудови «частотного портрету» та порівняння було обрано вісім творів письменника – фантаста Конторовича Олександра Сергійовича. Для контрольної вибірки було обрано твори, що написано в одному часовому діапазоні з 2010 по 2015 роки, із чотирьох авторських серій: «Черные бушлаты» («Чёрный проводник»), «Выжженная земля» («Чернее чёрного»), «Пепельный рассвет», «Пепельная земля», «Пепельное небо», «Рыцарь в серой шинели» («Рыцарь в серой шинели», «Лорд в серой шинели»).

Для порівняння було обрано твори цього ж автора з інших серій «Диверсант из будущего» (Чёрные купола. Выстрел в прошлое) та «Зона-51» (Купец), та інших авторів: Булгаков Михайло Опанасович «Мастер и Маргарита», Жюль Габріель Верн «Дети капитана Гранта», Федір Михайлович Достоевський «Идиот».

Для обраної групи творів було проведено дослідження по кожному із варіантів можливої ідентифікації.

Жодна з статистичних характеристик не дає різних відмінностей, що давало б змогу виділити одну вибірку від контрольної групи.

Враховуючи характер зв'язку рядів даних за тісною можна сказати, що зв'язок із середньою вибіркою всіх творів є дуже високий (значення коефіцієнта кореляції $r > 0,91$, коефіцієнта детермінації $R^2 > 0,8$) за винятком «Чернее черного» (характер зв'язку високий $0,71 < r < 0,91$, $0,6 < R^2 < 0,8$).

Таблиця 2

Результати розрахунків оцінок за формулою (1)

	Оцінка
Чернее черного	2671,51
Пепельная земля	612,35
Лорд в серой шинели	796,53
Пепельное небо	535,03
Чёрный проводник	733,30
Рыцарь в серой шинели	662,77
Черные купола	637,57
Мастер и Маргарита	1982,87
Черные купола	599,75
Дети капитана Гранта	2602,67
Купец	1209,406
Идиот	3212,962

В результаті чисельних експериментів було досліджено декілька підходів до можливої ідентифікації автора великого тексту, а саме, за характером розподілу (законом) випадкової величини (вибірка відносних частот появи слів певної довжини в тексті); за однією або декількома основними статистичними характеристиками вибірок; за значеннями коефіцієнтів кореляції та детермінації; за власною ознакою.

Найкращий результат отримано за умови використання власної ознаки.

Висновки. В роботі запропоновано спосіб аналізу великих текстів; розроблена власна комп'ютерна програма частотного аналізу великих текстів; на основі отриманих статистичних вибірок складено «частотний авторський портрет». Запропонований підхід може служити основою для первинного аналізу задач встановлення (підтвердження) авторства великих текстів та вирішення проблеми порушення прав інтелектуальної власності.

Список літератури

1. Батура Т. В. Методы определения авторского стиля текстов и их программная реализация. // Программные системы и вычислительные методы. – 2014. – № 2. – С. 197–216.
2. Рогов А. А. Программный комплекс «СМАЛТ» / А. А. Рогов, Г. Б. Гурин, А. А. Котов, Ю. В. Сидоров, Т. Г. Суровцова // Труды 10-й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» – Дубна, 2008. – С. 155–160.
3. Рогов А. А. Программная поддержка в решении задачи атрибуции текстов / А. А. Рогов, К. А. Кулаков, Н. Д. Москин // Программная инженерия. – Москва, 2019. – Т.10, №.5. – С.234–240.
4. Хмелёв Д. В. Распознавание автора текста с использованием цепей А. А. Маркова // Вестн. МГУ. Сер. 9: Филология. – 2000. – № 2. – С. 115–126.
5. Романов А. С., Мещеряков Р. В. Идентификация автора текста с помощью аппарата опорных векторов // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии – Вип. 8(15). – Москва, 2009. – С. 432–437.
6. Романов А. С. Структура программного комплекса для исследования подходов к идентификации авторства текстов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Томск: Изд-во ТУСУР, 2008. – Ч. 1. №2(18).– С. 106–109
7. Формування масиву вхідних даних при класифікації текстів у технології інформаційного моніторингу / М. С. Голуб // Математичні машини і системи. Київ, ІПММС НАНУ– 2018. – № 1. – С. 59–66.

MEDICAL SCIENCES

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF RS1801394 POLYMORPHISM (GENE LOCALIZATION ON CHROMOSOME 5P15.31) 66A> G IN THE MTR GENE IN THE GROUP OF PATIENTS WITH POSTCOVID COMPLICATIONS OF THE MAXILLOFACIAL AREA

Boymuradov Sh.,

Kurbonov Y.,

Djuraev J.

Tashkent Medical Academy

Abstract

In the article of genetic studies of patients with post-covid maxillofacial complications. The condition after COVID-19 is considered a life-threatening disease, ranging from mild symptoms to serious complications. Candidiasis is the most common type of superficial purulent infection. The *Candida* species is a frequent inhabitant of the oral mucosa, but its growth is inhibited by other organisms in the body, which prevents any pathological change in the mucous membrane of this fungus. *Candida albicans* is the most common yeast, followed by *Candida glabrata*, *Candida krusei*, *Candida tropicalis* and *Candida stellatoidea*. According to this systematic review, 57 cases of oral candidiasis and one case of retinitis candidiasis were reported in patients undergoing treatment for COVID-19. Single-cell RNA-seq analysis of angiotensin-converting enzyme II (ACE2) expression and serologic examination of samples indicates that ACE2 may be the cellular receptor for SARS-CoV-2, suggesting that ACE2-expressing cells are likely to be the main target cell type that vulnerable to SARS-CoV-2 infection. As a rule, there is a high expression of ACE2 r on the epithelial cells of the oral mucosa, enrichment is enriched in epithelial cells of the tongue. There were few reports prior to this study.

Keywords: post-covid maxillofacial complications, COVID-19, oral mucosa, allele.

Introduction.

The post-COVID-19 condition is considered a life-threatening illness, ranging from mild symptoms to serious complications [1-4]. COVID-19 has now been declared a multi-organ disease with a wide range of manifestations [2]. The pathogen that caused the pandemic is Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARSCoV2), which caused a global medical crisis and drained health resources [6].

The main problems with the Covid-19 pandemic are that the symptoms of the disease are varied and appear in different patients [9]. Some develop severe symptoms, others asymptomatic. In severe cases, a typical picture is observed [5]. Most symptoms appear about 2-14 days after exposure to the virus, including fever, muscle pain, headache, cough, sore throat, loss of taste or smell [7-10]. In severe cases, there is severe lung infection, breathing difficulties due to pneumonia, and the development of ARDS, which can be fatal in 40% of patients [4]. It can progress to the terminal stage of multiple organ failure. This can cause neurodegenerative changes, neurological deficits and damage to the BBB. Patients may present with anxiety, impaired attention, memory impairment, depressed mood, and PTSD.

The current situation of the researchers shows that the coronavirus enters human cells through the angiotensin-converting enzyme receptor 2 (ACE2) via scRNAseq, observed when analyzing the data. Researchers have identified several organs at increased risk of injury and susceptibility to SARSCoV2 [11].

Thus, organs with abundant distribution of ACE2 receptors can become viral host cells, causing inflammation in associated tissues such as the tongue and salivary glands. Intraoral signs and symptoms associated with COVID-19 include taste changes, recurrent mouth

ulcers, desquamative gingivitis, petechiae, and concomitant infections such as the growth of a fungus called candidiasis [12-14].

Osteomyelitis is an inflammation of the cortex and bone marrow that usually occurs on the chin after a chronic infection [13]. Local conditions that negatively affect blood supply or cause tissue necrosis can also render the host susceptible to bone infections or local osteomyelitis [10]. Osteomyelitis is diagnosed based on the patient's medical history, clinical examination, and the results of surgical and X-ray examination. Histopathological examination may be consistent with the diagnosis, and microbiological examination is also helpful [15].

Osteomyelitis has a number of clinical manifestations that depend on the virulence of the infectious organism, the resistance of the host and the response of the periosteum to inflammation [16].

There are few reports in the literature on osteomyelitis of the mandible after conventional dental treatment [17].

Since the prevalence of clinical complications is not yet sufficiently understood and is not known, the spectrum of manifestations of COVID-19 in the oral cavity can be very wide and manifest in different ways [12]. The purpose of this case is to study about a defect in the soft tissues of the face and oral cavity, which can be a consequence of infection with COVID-19.

Material and methods. From 2020 to 2021, we carried out a comprehensive examination and treatment of 118 patients with COVID-19 and its purulent-necrotic complications in the maxillofacial area, who were being treated at the post-COVID center of the Multidisciplinary Clinic of the Tashkent Medical Academy.

Molecular genetic studies were performed in the Hematology Department of the TMA Multidisciplinary Clinic.

This part of the work consisted of several stages:

1. Blood sampling (Figure 1).

2. Isolation of DNA from peripheral blood lymphocytes.

3. Carrying out PCR.

4. Carrying out electrophoresis and visualization of results.



Figure 1. Blood sampling

In the course of the work, 4 polymorphic variants of genes were investigated (table 1).

Table 1

List of studied gene polymorphisms

Gene (abbreviation)	Localization	Polymorphism	A source
MTHFR	1p36.22, 677 C>T	rs1801133	Morrison N.A. et all. 1992
MTHFR	1p36.22, 1298 A>C	rs1801131	Braun N. et all 1996
MTR	1q43, 2756 A>G	rs1805087	Um J.Y., et all. 2004; 50: 647-650.40
MTR	5p15.31, 66 A>G	rs1801394	Vincenti V. et all. 1996

Results and discussion. The study of the frequencies of detection of alleles and genotypes of polymorphism 66A>G rs1801394 in the MTR gene showed the

presence of differences in their distribution between 1-2 and control groups (Table 2).

Table 2

Frequency of distribution of alleles and genotypes of rs1801394 polymorphism (gene localization on chromosome 5p15.31) 66A>G in the MTR gene in patient and control groups

Num	Groups	Allele frequency				Genotype distribution frequency					
		A		G		A / A		A / G		G / G	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	Main group (n = 70)	75	53,57	65	46,43	10	14,29	36	51,43	24	34,29
2	Control group (n = 41)	73	89,02	9	10,98	32	78,05	7	17,07	2	4,88

During the study, it was possible to establish the frequency of detection of the A allele, which was 1.15 times higher than the frequency of detection of the G allele in group 1, and 8.1 times in the control group.

Genotype A / A in group 1, in comparison with genotypes A / G and G / G, was detected less often 6.99 times, respectively, in the population sample 4.57 times more often (Table 2).

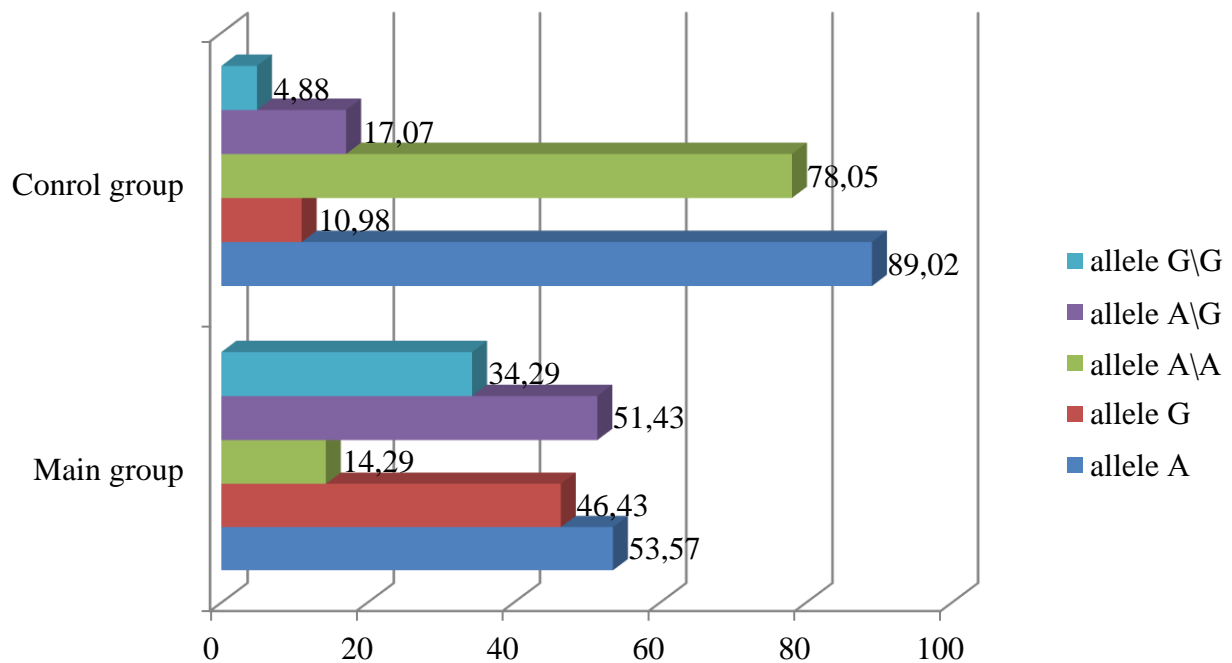


Diagram. 4.3. Frequency of distribution of alleles and genotypes rs1801394 (gene localization on chromosome 5p15.31) 66A> G in the MTR gene in patient and control groups

The results of a comparative analysis of the frequencies of detection of alleles and genotypes of polymorphism 66A> G rs1801394 in the MTR gene of group 1 and in the population, sample are presented in Table 3

Table 3

Differences in the frequency of allelic and genotypic variants of the rs1801394 polymorphism (Localization of the gene on chromosome 5p15.31) 66A> G in the MTR gene in patient groups

Alleles and genotypes	Number of examined alleles and genotypes				Xi2	p	RR	95% CI	OR	95% CI
	Main group		Control group							
	n	%	n	%						
A	75	53,57	73	89,02	29,25	0,00	0,60	0,423 - 0,857	0,14	0,07 - 0,288
G	65	46,43	9	10,98	29,25	0,00	1,66	0,48 - 5,754	7,03	3,467 - 14,253
A / A	10	14,29	32	78,05	44,694	0,001	0,183	0,062 - 0,536	0,047	0,019 - 0,115
A / G	36	51,43	7	17,07	12,859	0,001	3,012	1,768 - 5,131	5,143	2,101 - 12,588
G / G	24	34,29	2	4,88	12,466	0,001	7,029	4,523 - 10,924	10,174	2,807 - 36,879

As can be seen from table 4.8, in the control group, the prevalence of allele A was noted compared to allele G, the frequencies of which were 89.02% versus 10.98%, respectively. In the main group, the frequency of the A allele, which was 53.57%, also prevailed, compared with the frequency of the G allele, which was 46.43%. In general, the severity of differences was at a high level in practically healthy individuals, there is a pronounced difference between alleles A and G in patients with postcoic complications of MFA was 1.15 ($\chi^2 = 29.25$; $p = 0.00$; $RR = 0.60$; $OR = 0.14$; $95\% CI: 0.423 - 0.857$). It was also noted a more significant, statistically significant, 4.22 times, excess of the frequency of genotype G, among patients with postcoic complications of MCL, relative to the frequency of detection of this genotype in the control. The frequency of detection of genotype A / G polymorphism was revealed more than 3.01 times, it prevailed in group 1, relative to its values in the control group ($\chi^2 = 12.859$; $p = 0.001$; $RR = 3.012$; $OR = 5.143$; $95\% CI: 1.768 -$

5.131). The frequency of occurrence of the G / G genotype differed among patients with postcoic complications of MFA exceeding 7.02 times, in the control group among conventionally healthy individuals, amounting to 34.29 and 4.88%, respectively ($\chi^2 = 12.466$; $p = 0.001$; $RR = 7.029$; $OR = 10.174$; $95\% CI: 4.523 - 10.924$).

Thus, we have found that in patients with postcoic complications of the MFA, the unfavorable G allele of the 66A> G rs1801394 polymorphism in the MTR gene is more common than in healthy individuals. There is a high frequency of occurrence of this allele with a predominance of the homozygous variant G / G (from 2.3 to 7.02 times). At the same time, the differences between group 1 and the control sample were noted at the level of the trend, and the trend had a borderline level of statistical significance. These data allow us to conclude that the G allele and the G / G genotype of the 66A> G rs1801394 polymorphism in the MTR gene have a predisposing effect on the risk of development and severe clinical course of postcoic complications of

MCL. Since this polymorphism is located in the promoter region of the gene and refers to functional polymorphisms. The presence of the G allele in patients with postcooid complications of the MFA is accompanied by a decrease in the production of the MTR gene in the presence of the G / G genotype. The pattern of the inflammatory response gene is capable of modifying the implementation of the immune and inflammatory response in the direction of an inadequate hyperinflammatory response, leading to the progression and development of a more severe form of postcooid complications of MCL.

Conclusion:

Thus, our data confirm the complexity of the genetic mechanism for the development of polyposis processes in patients with postcooid complications of PCO and indicate the need and importance of understanding complex gene interactions in the analysis of the development and clinical stage of the studied pathology. Analyzing the prevalence of genotypic variants of this polymorphism, we revealed a direct association of the T / T monogenotype of the 677C> T rs1801133 polymorphism in the MTHFR gene, the C / C monogenotype of the 66A> G rs1801394 polymorphism in the MTR gene with the development of postcooid complications of the PLC.

Our results confirm the hypothesis that the presence of an unfavorable genotypic variant of the MTHFR and MTR gene can lead to a violation of the synthesis (expression) in the conversion of homocysteine to methionine in the presence of cofactors - pyridoxine (vitamin B6) and cyanocobalamin (vitamin B12) - and the substrate - folic acid and causes a reduced resistance of the vessels of the body, the activity of the enzyme may decrease as a result of nucleotide substitutions in the gene encoding it. As a result, the metabolic pathway of homocysteine conversion is disrupted and its content in the blood plasma increases, and leads to an increase in the risk of postcooid complications of MCL.

The absence of significant differences in the prevalence of genotypes of genes 2756A> G in the MTR gene and 1298 A> C in the MTHFR gene among conditionally healthy donors and patients with postcooid complications of MFA may be explained by the fact that the presence of unfavorable polymorphism, in itself, is still insufficient for the development of this disease. In genetically predisposed persons, postcooid complications of the MFA will develop according to the interaction scheme in the "genotype-phenotype" system (genetic-environmental). Moreover, the presence of unfavorable genotypic variants can affect the clinical course of the disease.

References

1. Maksudov D. D. et al. Development of a comprehensive programme for the comprehensive treatment of patients with maxillofacial phlegmon with viral hepatitis b //DEVELOPMENT. – 2021. – T. 7. – №. 2.
2. Agatieva E. et al. Evaluation of Direct and Cell-Mediated Lactoferrin Gene Therapy for the Maxillofacial Area Abscesses in Rats //Pharmaceutics. – 2021. – T. 13. – №. 1. – C. 58.
3. Belyaev P. V., Shtatko E. I., Viltanyuk A. A. Clinical and laboratory characteristics of the postoperative period in patients with maxillofacial phlegmon

//Reports of Vinnytsia National Medical University. – 2018. – T. 22. – №. 4. – C. 634-639.

4. Dastamovich I. D. et al. Advanced Surgical Treatment for Odontogenic Plugous-Necrotic Phlegmons of the Maxillofacial Region //CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MEDICAL AND NATURAL SCIENCES. – 2021. – T. 2. – №. 2. – C. 75-78.

5. Artikovna K. F., Sulaymonovna S. M. Features of application of autoplazma for treatment of the odontogeny infection of maxillofacial area at patients with diabetes //Psychology and Education Journal. – 2021. – T. 58. – №. 1. – C. 4925-4927.

6. Sakhadinovich A. B., Dastamovich I. D., Kamiljanovich A. B. Application of the drug "baktizev" in the comprehensive treatment of purulent inflammatory diseases of the maxillofacial region //E-Conference Globe. – 2021. – C. 205-207.

7. Simion L., Dumitru S. Phlegmon of the oral floor. Contradictions in diagnosis and treatment //The Moldovan Medical Journal. – 2018. – T. 61. – №. 1.

8. Maksudov D., Azimova A., Mamadyarova S. Clinical course of inflammatory diseases of the maxillofacial region in patients with viral hepatitis b //Збірник наукових праць ЛОГОС. – 2021.

9. Zheleznyi P. A. et al. Features of odontogenic and nonodontogenic inflammatory maxillofacial processes in children undergone treatment in the maxillofacial inpatient department //Journal of Siberian Medical Sciences. – 2018. – №. 3. – C. 31-39.

10. Steblovskiy D. V., Skikevich M. G., Bondarenko V. V. Structural features of purulent inflammatory diseases of the maxillofacial region in residents of the poltava region //Ukrainian Dental Almanac. – 2020. – №. 4. – C. 50-52.

11. Bobamuratova D., Boymuradov S., Kurbanov Y. Complications in the maxillofacial region in patients with COVID-19 //Journal of the Neurological Sciences. – 2021. – T. 429.

12. Dastamovich I. D., Babanazarovich G. U. Evaluation of the Efficiency of Sorption-Application Therapy for Purulent-Inflammatory Diseases of the Maxillofacial Region //Annals of the Romanian Society for Cell Biology. – 2021. – C. 2381-2384.

13. Dastamovich I. D., Babanazarovich G. U. Evaluation of the Efficiency of Sorption-Application Therapy for Purulent-Inflammatory Diseases of the Maxillofacial Region //Annals of the Romanian Society for Cell Biology. – 2021. – C. 2381-2384.

14. Kruchak R. Y., Ilnytsky Y. M. Acute odontogenic inflammatory diseases of maxillofacial area. Variant of the course of different clinical forms //Вісник проблем біології і медицини. – 2019. – №. 3. – C. 364-366.

15. Paramonova O. A. et al. Modern techniques for face and neck phlegmons treatment //Kuban Scientific Medical Bulletin. – 2018. – T. 25. – №. 5. – C. 58-64.

16. Pavlov S. V. et al. Using of optoelectronic methods for analysis of microcirculatory disorders in inflammatory processes in the maxillofacial region: дис. – Харківський національний університет імені ВН Каразіна, 2016.

17. Ruzyn H. P. et al. Prospective analysis data of flow and forecasting of maxillofacial phlegmon in various medical-geographic conditions //Ukrainian Dental Almanac. – 2016. – T. 1. – №. 1. – C. 62-65.

RESULTS OF COMPLEX TREATMENT OF ACUTE SENSORINEURAL HEARING LOSS OF DIFFERENT GENESIS

*Khasanov U.,
Abdullaev U.,
Djuraev J.,
Botirov A.,
Shaumarov A.*

Tashkent Medical Academy

Abstract

This article presents the complex treatment of patients with acute sensorineural hearing loss of various origins. Actually, the very diversity and multiplicity of the ingredients of the proposed complexes indicate that the development of therapeutic measures for patients with sensorineural hearing loss did not go beyond the search and tests, and the absence of noticeable positive results indicates the irrationality of the empirical approach to the problem. In any case, it is hardly possible to consider the observance of the pathogenetic principle, the use of drugs on the basis of properties so general and far from the specificity of auditory processes as the effect on metabolic activity, blood circulation dynamics, excitability and conductivity of nerve formations and other manifestations of the body's vital activity. Treatment of various forms of acute and sudden sensorineural hearing loss should be etiopathogenetic, complex and timely (emergency), which allows to achieve an objective improvement in auditory function in 86% of patients.

Keywords: acute sensorineural hearing loss,

Introduction

One of the main problems of modern clinical audiology is sensorineural hearing loss - a hearing pathology associated with damage to the sound-receiving apparatus, when, for one reason or another, the process of converting mechanical vibrations into the energy of nerve impulses and its further transportation from the auditory receptors to the corresponding centers of the cerebral cortex is disrupted [1,2].

As evidenced by numerous publications in the world and domestic literature, sensorineural hearing loss occurs quite often and occupies a rather large proportion among diseases of the ENT organs [3]. According to the World Health Organization, the population with socially significant hearing impairments in 2018. is from 0.9 to 23%, in particular in Europe the number of such patients is close to 13 million, of which 800 thousand are children, and in Asia sensorineural hearing loss is up to 42.8% of the pathology of the organ of hearing [4].

Despite the intensive development of the problem and the significant results obtained, the issues related to the etiology, pathogenesis, diagnosis, nature and topic of lesions in the auditory system are still unclear; there are no pathogenetic agents for the treatment of sensorineural hearing loss, and the clinical classification of sensorineural hearing loss remains imperfect and largely unclear [5]. It should be noted that the discussion and intensive study of these issues especially increased at the end of the last century, and now the interest in this problem in scientific publications is growing, which reflects its relevance [6,7].

Of particular importance, both medical and social, is the problem of acute sensorineural hearing loss, since the latter is a widespread disease that disables people of young and most working age [8,9]. Modern statistical data indicate a steady trend towards an increase in the incidence of acute sensorineural hearing loss throughout the world [9].

According to the data of the population seeking medical care, the incidence of acute sensorineural hearing loss varies depending on the age of patients and amounts to 0.8% of the total number of patients with hearing pathology [10].

Acute sensorineural hearing loss requires immediate treatment, which is sometimes only etiological, and most often empirical, polypragmatic in nature, without sufficient scientific evidence and theoretical prerequisites [11]. First of all, this is due to the fact that the search for pathogenetic therapy is carried out in relation to polyetiological and heterogeneous in clinical manifestations of the disease [12]. In this regard, there is a need for a more specific and substantiated identification of individual forms of acute sensorineural hearing loss as independent nosological units according to etiological, anamnestic, clinical and audiological, immuno-allergological and other characteristics. An important place in solving the problem of sensorineural hearing loss is occupied by the development of a classification based on specific clinical and etiopathogenetic approaches [13,14]. The above would make it possible not only to determine the nature of the lesion of the auditory analyzer, but also to establish the cause of the occurrence of certain disorders of the auditory function, the mechanism of their development, and also to develop pathogenetic therapy for acute sensorineural hearing loss.

The aim of this work is to study the increase in the effectiveness of complex treatment of patients with acute sensorineural hearing loss of various origins.

In accordance with the purpose of the study and to fulfill the assigned tasks, clinical studies were carried out in 40 patients with acute sensorineural hearing loss of various origins who were hospitalized in the ENT department of the TMA multidisciplinary clinic in 2018-2020. All patients underwent a comprehensive examination, including the collection of complaints, examination of the ENT organs, otomicroscopy of the ear and audiological studies.

Results.

Analyzing the clinical-audiological, vestibulometric and immuno-allergological data, we have established that with ASHL and SSHL of various etiologies, profound changes occur in the auditory and vestibular analyzer. Various options for complex treatment in these patients are described in the available literature, and this leads to the unjustified prescription of most drugs, and often the authors treat ASHL and SSHL with the same drugs, regardless of the characteristics of the onset of the disease. In this regard, we have set ourselves the goal of developing a comprehensive pathogenetic treatment of patients with ASHL and SSHL based on the analysis of the features of clinical-audiological, vestibulometric and immuno-allergological studies.

For the period 2018-2020. in the ENT department of the TMA multidisciplinary clinic, we examined and treated 40 patients with various forms of ASHL and SSHL.

The results of treatment of 246 patients with ASHL and SSHL showed that improvement occurred in 215 (86%) patients. In 19 (9%) patients, the improvement was subjective, patients noted a decrease in the intensity of ear noise, a slight improvement in auditory function, although threshold tone audiometry did not reflect this, patients indicated an improvement in speech intelligibility, as well as an improvement in general condition. Hearing research deserves special attention. Threshold tone audiometry indices normalized in

138 (55.2%), improved in 79 (31.6%), remained at the initial level in 33 (13.2%) (tab. 1,2,3).

Patients with ASHL and TSA of infectious etiology were prescribed antibiotics, excluding ototoxic and sulfa drugs. In addition, vitamins of group B, cocarboxylase, ATP were used for treatment. Along with this, intravenous infusions of hemodez, reopolyglucin, which have a detoxifying effect, were prescribed, as well as antihistamines (suprastin, tavegil, diazolin, fenkarol). Diuretics (hypothiazide, diacarb, veroshpiron) were recommended as dehydration. To improve the microcirculation of the inner ear and brain, Cavinton was administered intravenously as a drop infusion: on the first day 2 ml (10 mg), on the second day 4 ml (20 mg), on the remaining days, 6 ml. (60 mg) in saline (0.9%) - 200.0 or glucose solution (5% - 200.0), diphenhydramine 1% - 1.0, ascorbic acid solution 5% - 4.0, ATP 1% - 2.0. The expediency of intravenous administration of ATP is justified by the fact that this drug, when administered intramuscularly, is rapidly absorbed in the muscles and therefore is not effective. Intravenous infusion was prescribed 8 to 12 times, then Cavinton was prescribed for 30 days, 1 tablet 3 times a day, or Betaserc, 8 mg, 3 times a day for 3 weeks. Every day, patients were prescribed anemization of the nasal passages, blowing the ears according to the Police, as well as vibrating the tympanic membranes and iontophoresis with potassium iodide on the area of the mastoid processes 8-10 times per course of treatment.

Table 1

The use of drugs in patients with ASHL and SSHL of various etiologies

№	Medications	Infectious	Vascular, except for cheetah and independent	Allergy	Medicamentous	Traumatic	Hearing loss due to osteochondrosis of the cervical vertebra
1.	Cavinton	+	+	+	+	+	+
2.	Vitamins B	+	+	+	+	+	+
3.	Adenosine triphosphoric acid or cocarboxylase	+	+	+	+	+	+
4.	Vitamin C	+	+	+	+	+	+
5.	Aloe or FiBS vitreous humor, placenta extract	+	+	+	+	+	+
6.	Anemization of the nose	+	+	+	+	+	+
7.	Physiotherapy procedures	+	+	+	+	+	+
8.	Meatotimpanic blockade according to I.B. Soldatov	+	+	+	+	+	+
9.	Hyperbaric oxygenation	+	+	+	+	+	+
10.	Desensitizing therapy	+	+	+	+	+	+
11.	Antibiotics	+	-	-	-	-	-
12.	Glucose 5% or saline 0.9%	+	+	+	+	+	+

Table 2

The effectiveness of the treatment of subjective ear noise in patients with ASHL and SSHL of various etiology according to noise measurement data

No	Etiology OST and SSHL	Total	The number of patients with subjective noise	Convalescence incidence	Improvement	Without changes
1.	Infectious	86 (34,4%)	72 (83%)	36 (50%)	30 (42%)	6 (8%)
2.	Vascular	55 (22%)	52 (95%)	33 (63%)	14 (27%)	5 (9%)
3.	Allergic	52 (20,8%)	46 (88%)	19 (41%)	25 (54%)	2 (4%)
4.	Medication	25 (10%)	16 (64%)	10 (62,5%)	4 (25%)	2 (12,5%)
5.	Traumatic	22 (8,85%)	19 (86%)	7 (36%)	10(53%)	2 (11%)
6.	On the basis of osteochondrosis of the cervical spine	10 (4%)	10 (4%)	2 (20%)	6 (60%)	2 (20%)
	Total:	250	215 (86%)	107 (50%)	89 (41%)	19 (9%)

Table 3

The effectiveness of treatment of patients with ASHL and SSHL of various etiology according to the data of threshold tone audiometry

No	Ethiology OST and SSHL	Total	Recovery	Improvement	Without changes
1.	Infectious	86 (34,4%)	50 (58%)	25 (29%)	11 (13%)
2.	Vascular	55 (22%)	36 (65%)	14 (25%)	5 (9%)
3.	Allergic	52(20,8%)	32(61,5%)	17 (33%)	3 (5,5%)
4.	Medication	25(10%)	6 (36%)	10(40%)	6 (24%)
5.	Traumatic	22 (8,85%)	6 (26%)	9 (39%)	7 (35%)
6.	On the basis of osteochondrosis of the cervical spine	10(4%)	5 (50%)	4 (40%)	1 (10%)
	Total:	250(100%)	138 (55,2%)	79 (31,8%)	33 (13%)

In case of sensorineural hearing loss of vascular origin, in addition, substances that normalize blood pressure, vasodilator drugs, and anti-coagulants were prescribed. The most severe pathology of lesions of the auditory and vestibular analyzers of vascular origin is labyrinth artery thrombosis. At the same time, patients usually, against the background of a stressful situation and an increase in blood pressure, suddenly develop unilateral deafness, accompanied by sharp dizziness, vomiting, spontaneous nystagmus. Such patients with dizziness and sudden hearing loss were hospitalized and timely prescribed complex pathogenetic treatment, which in the majority led to the restoration of auditory and vestibular functions.

In case of sudden hearing loss due to circulatory disorders in the vertebrobasilar system due to cervical osteochondrosis of the spine, in addition to the above-described therapy used for vascular disorders, massage of the cervical spine, water massage, swimming, electrophoresis along the spine with 2.4% euphilin solution were recommended.

In ASHL of traumatic etiology, which were accompanied by rupture of the tympanic membranes, in order to avoid infection in the initial period, antibiotics (not ototoxic), sulfonamides, vasodilators, vitamin therapy, and dehydration were prescribed. Patients with mine-explosive injuries, which were accompanied by damage to the tympanic membranes, along with anti-neuritic treatment, underwent a hearing-improving sparing operation.

Separately, it is necessary to highlight the issues of treatment of acute and sudden sensorineural hearing loss of allergic genesis.

As can be seen from the literature review, the authors of many scientific works analyze the results of audiological studies in great detail, however, a thorough collection of allergological anamnesis is rarely carried out, which play an important role in the diagnosis of the allergic nature of this disease in some patients.

We initially divided patients with acute sensorineural hearing loss of an allergic nature into two groups. The first group included 246 patients. Along with anti-neuritic treatment, they received antiallergic therapy, which made it possible to obtain positive results in 32 (80%) patients.

The second group consisted of 12 people who underwent complex specific hyposensitizing therapy with pollen, household and food allergens using antiallergic drugs according to the scheme developed by J.I.A. Goryachkina et al (1983). Positive results were obtained in 83% of cases.

Reduction or disappearance of subjective ear noise occurred in 80% of cases in patients of the first group and in 83% - in the second group.

It should be especially noted that the main principle of treatment of patients with acute sensorineural hearing loss of an allergic nature, like other forms of ASHL, is that it should be complex, that is, include local therapeutic measures in combination with general means of influencing the body. The main conditions that must be met are as follows:

1. Urgency (the earlier the medication is started, the more chances of its effectiveness).
2. Improving blood circulation in the inner ear.
3. Dehydration.
4. Detoxification.
5. Desensitization.
6. Stimulation and vitaminization.
7. Complex nonspecific immunotherapy.
8. Specific hyposensitization.

The initial stage of treatment includes urgent hospitalization, complete rest of the patient, bed rest, exclusion of contact with the allergen, limitation of fluid and salt intake.

Medication is aimed at improving blood flow to the brain and inner ear. Since cerebral circulation to some extent has autonomous regulation, drugs should be used that mainly act on cerebral vessels and peripheral circulation. The drugs used were cinnarizine (stugerone), cavinton. Patients with acute sensorineural hearing loss of an allergic nature received Cavinton

from the moment they were admitted to the hospital according to the scheme: Cavinton solution was injected intravenously on the first day of 2 ml and on the following days - 4 ml (20 mg) in saline or glucose 200 ml, with 5% ascorbic acid - 5.0 ml, cocarboxylase 100 mg.

Along with this, desensitizing therapy with antihistamines was carried out: diphenhydramine, 1 tablet 3 times a day, or tavegil, suprastin, diazolin, pipolfen, and fenkarol orally. These drugs are derived from various groups of chemicals and block the effect of histamine on tissue cells.

Patients with acute sensorineural hearing loss of an allergic nature who were individually prescribed a separate group of antihistamines, the duration of treatment ranged from one week to three (7-21 days) and a positive effect was achieved. No addiction to these drugs was observed, and no complications were noted.

The results of treatment of patients with acute sensorineural hearing loss of an allergic nature are shown in Table 4.

Table 4

Results of treatment of patients with acute and sudden sensorineural hearing loss of an allergic nature

Patient groups	Stage diseases	Treatment results			Total
		excellent	good	Without changes	
1st (using non-specific therapy) Total:	Acute	22 (55%)	10 (25%)	8 (20%)	40 (100%)
		22 (33%)	10 (25%)	8 (20%)	40 (100%)
2nd (using Specific hyposensitizing therapy using immunomodulatory drugs)	Acute	8 (66,8%)	2 (16,6%)	2 (16,6%)	12 (100%)
	Total:	8 (66,8%)	2 (16,6%)	2 (16,6%)	12 (100%)

The table shows that hearing improvement occurred in 40 patients, including excellent results with nonspecific therapy were noted in 22 (55%), good - in 10 (25%), no changes - in 8 (20%) patients.

During the audiometric examination in patients of the first group on the 14-21st day of treatment, an increase in tonal hearing was recorded in 4 patients up to 15 dB, in 24 - from 11 to 35 dB. In 18 out of 24 patients with a decrease in the level of bone conduction, there was a complete restoration of auditory function. In 6 patients in this group, there was an improvement in hearing from 20 to 30 dB. In 8 (20%) patients in this group, treatment was ineffective. Upon discharge from the hospital, auditory function fully recovered in 55% of patients. In 25% of patients, there was an improvement in auditory function from 10 to 35 dB, only in 8 (20%) patients the treatment was ineffective.

Upon discharge from the hospital, the majority of patients in group 2 (10 out of 12 examined) showed a complete restoration of auditory function, subjective ear noise stopped, and the tonal threshold audiogram returned to normal in all frequency ranges. In 2 patients, there was an improvement in auditory function from 10 to 30 dB. Only two patients had no positive effect, but they noted a decrease in the intensity of subjective ear noise.

In addition, as a result of the treatment, the conductive component of the hearing loss was removed from the patients due to the removal of exudate, with the normalization of the tympanometric curve.

During the examination in dynamics (from 1 to 3 years) in patients with acute sensorineural hearing loss of an allergic nature, complete restoration of auditory function was noted in 67%, improvement - in 29% of patients.

Specific hyposensitizing treatment using pollen, household and food allergens in combination with immunomodulatory drugs, significantly increases the effectiveness of treatment in patients of this group.

Thus, it becomes obvious that acute and sudden sensorineural hearing loss are different nosological forms of the indicated pathology of the hearing organ in the presence of a common etiopathogenesis of the indicated disease, which should be taken into account in clinical practice when treating it.

Discussion.

Considering that with OST and SSSL there are profound changes in the auditory and vestibular analyzer, there is an urgent need to find new aspects of rational therapy for this pathology. From these positions, the study of the drug cavinton attracts the attention of many scientists. The drug Cavinton is a white crystalline powder, used parenterally in the form

of tablets (5 mg and vinpocetine in each tablet) and in solution (10 mg of vinpocetine in 20 mg of solution). According to the numerous observations available, Cavinton does not interact with other drugs, therefore it is also suitable for combined treatment. The injection solution is incompatible with heparin. Contraindications: severe heart disease (ischemic), severe heart rhythm disorders, pregnancy.

Our goal was to study the therapeutic activity of the vasoactive drug Cavinton in ASHL and SSHL of various etiologies based on the analysis of clinical, audiological, vestibulometric, and allergological studies.

The ampouled drug was prescribed parenterally, only in drip infusion as a combination treatment with other drugs. Treatment with Cavinton was carried out taking into account the individual characteristics of the patient strictly according to the scheme proposed by Hungarian specialists.

All patients were hospitalized in the department and pathogenetic drug treatment began in a timely manner. Before, during and at the end of the course of treatment, audiologic, vestibulometric, otoneurological, allergic and general somatic examinations of patients were carried out. It should be especially noted that the main principle of treatment of patients with ASHL and SSHL is that it should be comprehensive, that is, include local therapeutic measures with general means of influencing the body.

The initial stage of treatment includes urgent hospitalization, complete rest of the patient, bed rest, exclusion of contact with allergens, restriction of fluid and salt intake. Drug treatment is aimed at improving the blood flow to the brain and inner ear, that is, drugs are prescribed that act on the cerebral vessels and peripheral circulation. The course of treatment with Cavinton lasted in most cases one month. If necessary, the course of treatment was repeated every 3 months, 29 patients underwent 2 courses, 12 - 3 courses each. Patients with ASHL and SSHL were treated for a month, regardless of whether there was vestibular dysfunction or not. Depending on the etiopathogenesis of the disease, along with other drugs, Cavinton was administered intravenously as a drop infusion in physiological saline or 5% glucose solution - 200 ml. On the first day, 2 ml (10 mg), on the following days, 4 ml (20 mg) with a solution of ascorbic acid 5% - 4 ml, ATP 1% - 2.0, a solution of diphenhydramine 1% - 1.0. once a day 8 to 12 intravenous infusions. Subsequently, Cavinton continued to be administered orally, 2 tablets (10 mg) three times a day for 20 days. Before the appointment of Cavinton, all patients underwent a blood test for Shelley's test and leukocyte lysis for Cavinton. Those patients who had positive reactions were not prescribed Cavinton. No side effects were observed.

Along with the use of Cavinton, patients with ASHL and SSHL, depending on the etiological factor, were usually prescribed other drugs: B vitamins, ATP or cocarboxylase, ascorbic acid, aloe or FiBS, vitreous body, antibiotics, diphenhydramine, glucose 5% or saline 0.9%. In addition, the following were carried out: anemization of the nose, blowing out the ears, physiotherapeutic procedures: electrophoresis with KJ and 2.4% aminophylline solution in the area of the mastoid

processes; meato-tympanic blockade according to I.B. Soldatov, massage of the neck-collar zone, hyperbaric oxygenation, desensitizing therapy, acupuncture.

The result of treatment of 250 patients with ASHL and SSHL with Cavinton showed that complete hearing recovery occurred in 217 (86.8%) patients and 33 (13.2%) patients, the improvement was subjective, patients noted a decrease in the intensity of ear noise, insignificant improvement of auditory function, although this was not noted with tone-threshold audiometry. Patients reported an improvement in speech intelligibility and an improvement in their general condition. Special attention is drawn to the study of hearing with tone-threshold audiometry, which showed excellent results in 138 (55.2%), good - in 19 (31.8%), no changes - in 33 (13%) patients.

In 208 (83.2%), subjective ear noise of various nature and intensity was revealed. After the treatment, in 107 (51.4%) patients, tinnitus completely stopped, and in 99 (47.5%) patients, the noise intensity decreased from 50-60 dB to 10-15 dB, with a second course of treatment after a month, the noise completely stopped, 19 (9%) patients showed a slight decrease in noise intensity. Speech audiometry in 220 (88%) of 250 patients normalized speech intelligibility and perception of ultrasound to normal numbers - 1-2 volts in 30 (12%) patients.

Along with hearing impairment in patients with ASHL and SSHL, we revealed dysfunction of the vestibular analyzer of varying degrees in the form of dizziness, nausea, vomiting, nystagmus, impaired statokinetic function, coordination of movements and autonomic disorders in 156 (91.7%) of 170 examined patients. vestibular disorders.

As a result of the course of pathogenetic therapy in these patients, positive results were obtained, which was confirmed by the normalization of the functions of the vestibular apparatus.

Thus, in conclusion, let us state the conviction that acute and sudden sensorineural hearing loss are independent nosological forms of cochlear analyzer pathology and, depending on the etiopathogenesis, have their own clinical course, presenting an important problem of modern clinical audiology, which has great prospects for further study..

Conclusion.

For the treatment of patients with sudden and acute sensorineural hearing loss with a burdened allergic history, dehydrating and hyposensitizing medications must be included in the complex of anti-neuritic therapy. Treatment of various forms of acute and sudden sensorineural hearing loss should be etiopathogenetic, complex and timely (emergency), which allows to achieve an objective improvement in auditory function in 86% of patients.

References

1. Begrenzung chronischer Hörverluste durch locale Glukokortikoidgabe Meerschweinchen mit akutem Lärmtrauma / M. Müller, M. Tisch, H. Maier [et al.] // HNO. -2016. - Vol. 64, Issue 11, P. 831-840.
2. Current concepts in age-related hearing loss: Epidemiology and mechanistic pathways / T.

Yamasoba, F. Lin, S. Someya [et al.] // *Hear. Res.* - 2013. - Vol. 303. - P. 30-38.

3. Gating of Ca²⁺-activated K⁺ channels controls fast inhibitory synaptic transmission at auditory outer hair cells / D. Oliver [et al.] // *Neuron.* - 2000. - Vol. 26. - P. 595-601.

4. Hawkins, J.E. Microcirculation in the labyrinth / J.E. Hawkins // *Arch. Otolaryng.* - 1976. - Vol. 212. - P. 241-245.

5. Kennedy, H.J. Fast adaptation of mechano-electrical transducer channels in mammalian cochlear hair cells / H.J. Kennedy, M.G. Evans, A.C. Crawford, [et al.] // *Nat. Neurosci.* - 2003. - Vol. 6. - P. 832-836.

6. Prophylactic and therapeutic functions of T-type calcium blockers against noise-induced hearing loss / H. Shen, B. Zhang, J.H. ShinH. [et al.] // *Hear. Res.* - 2007. - Vol. 226, N 1-2. - P. 52-60.

7. World Health Organization. Fact Sheet №300: Deafness and hearing impairment, 2015. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/en/>.

8. Hughes GB, Freedman MA, Haberkamp TJ et al. Sudden sensorineural hearing loss. *Otolaryngol Clin North Am*, 1996, 29(3): 393-404.

9. Fetterman BL, Saunders JE, Luxford WM. Prognosis and treatment of sudden sensorineural hearing loss. *Am J Otol*, 1996, 17: 529-36.

10. Jaffe B. Clinical studies in sudden deafness. *Adv Otorhinolaryngol*, 1973, 20: 221-8.

37. Malik G.H. Sudden idiopathic sensorineural deafness and its treatment / G.H. Malik, I.A. Polisar, M.L. Ruffy // *Bull N.Y. Acad Med.* - 1974. - Vol. 50, N 8. - P. 907-916.

11. Nakashima T. Outcome of sudden deafness with and without vertigo / T. Nakashima, N. Yanagita // *Laryngoscope.* - 1993. - Vol. 103, N 10. - P. 1145-1149.

12. Vicente-Torres, M.A. A bad link to mitochondrial cell death in the cochlea of mice with noise-induced hearing loss / V.A. Vicente-Torres, J. Schacht // *J. Neurosci Res.* - 2006. - Vol. 83, N 8. - P. 1564-1572.

13. Kojima Y., Ito S., Furuya N. Hearing improvement after therapy for hyperlipidemia in patients with chronic – phase sudden deafness // *An. otol. rinol. laryngol.* – 2001. – № 110. – P. 105–108.

14. Botirov A. J. et al. Clinical and morphological results of xenografts to use in myringoplasty // *The International Tinnitus Journal.* – 2020. – Т. 24. – №. 1. – С. 1-6.

БЕРЕМЕННОСТЬ И КОРОНАВИРУСНАЯ ИНФЕКЦИЯ SARS Co-V-2

*Никитина Е.В.,
Васильева Л.Н.,
Лобачевская О.С.,
Писаренко Е.А.*

*Белорусский государственный медицинский университет, УЗ «6 ГКБ»
г. Минск, Республика Беларусь*

PREGNANCY AND SARS Co-V-2 CORONAVIRUS INFECTION

*Nikitina E.,
Vasilyeva L.,
Lobachevskaya O.,
Pisarenko E.*

*Belarusian State Medical University, UZ "6 GKB"
Minsk, Republic of Belarus*

Аннотация

В статье проведен анализ особенностей течения беременности у 110 женщин, госпитализированных в УЗ «6 Городская клиническая больница» г. Минска по поводу коронавирусной инфекции SARS CoV-2 в апреле-октябре 2020г. Авторами изучены анамнестические данные беременных женщин, проанализированы клинические данные и данные инструментальных и лабораторных обследований беременных с коронавирусной инфекцией SARS CoV-2 в Республике Беларусь. Проведен сравнительный анализ лечения беременных коронавирусной инфекцией SARS CoV-2 в условиях стационара.

Abstract

The article analyzes the features of the course of pregnancy in 110 women hospitalized at the Healthcare Institution "6 City Clinical Hospital" in Minsk due to SARS CoV-2 coronavirus infection in April-October 2020. The authors studied the anamnestic data of pregnant women, analyzed clinical data and data from instrumental and laboratory examinations of pregnant women with SARS CoV-2 coronavirus infection in the Republic of Belarus. A comparative analysis of the treatment of pregnant women for coronavirus infection with SARS CoV-2 in a hospital setting was carried out.

Ключевые слова: беременные с коронавирусной инфекцией SARS CoV-2, пневмония, анализ крови, коагулограмма.

Keywords: pregnant women with coronavirus infection SARS CoV-2, pneumonia, blood test, coagulogram.

Введение: Коронавирусная инфекция — острое вирусное заболевание с преимущественным поражением верхних дыхательных путей, вызываемое РНК-содержащим вирусом рода Betacoronavirus семейства Coronaviridae. Коронавирусы (лат. Coronaviridae) — семейство, включающее на январь 2020 года 40 видов РНК-содержащих сложно организованных вирусов, имеющих дополнительную оболочку. Объединены в два подсемейства, которые поражают человека и животных. Название связано со строением вируса: из супероболочки выдаются большие шиповидные отростки в виде булавы, которые напоминают корону. Назначение «короны» у коронавирусов связано со специфическим механизмом проникновения через мембрану клетки путём имитации молекул, на которые реагируют трансмембранные рецепторы клеток.

В настоящее время известно о циркуляции среди населения четырёх коронавирусов (HCoV-229E, -OC43, -NL63, -HKU1), которые круглогодично присутствуют в структуре ОРВИ. Всемирная организация здравоохранения 11 февраля 2020 г. присвоила официальное название инфекции, вызванной новым коронавирусом, — COVID-19 («Coronavirus disease 2019») [1]. Международный комитет по таксономии вирусов 11 февраля 2020 г присвоил собственное название возбудителю инфекции COVID-19 — SARS-CoV-2.

Влияние COVID-19 на беременных женщин и детей новорожденных в настоящее время мало изучено, из-за небольшого материала для исследований. Имеется сведения, что риск заражения среди беременных не является более высоким, чем в основной популяции людей, в тоже время известно, что именно среди беременных риск смертности и тяжелого течения гриппа и SARS CoV-2 выше [2]. Были так же зарегистрированы единичные случаи неблагоприятных исходов у новорожденных, рожденных от матерей, положительных по COVID-19 во время беременности. В недавно опубликованных литературных данных, имеются данные, что вирус не был обнаружен ни в амниотической жидкости, ни в грудном молоке.

Цель исследования: провести анализ особенностей течения беременности у 110 женщин, госпитализированных в УЗ «6 Городская клиническая больница» г. Минска по поводу коронавирусной инфекции SARS CoV-2 в апреле-октябре 2020г. Авторами изучены анамнестические данные беременных женщин, проанализированы клинические данные и данные инструментальных и лабораторных обследований беременных с коронавирусной инфекцией SARS CoV-2. Рассмотрены способы и критерии эффективности проводимого лечения у беременных с SARS CoV-2.

Материалы и методы: Проведен ретроспективный анализ особенностей течения беременности у 110 женщин, госпитализированных в УЗ «6 Городская клиническая больница» г. Минска по поводу коронавирусной инфекции SARS CoV-2 в апреле-октябре 2020г. Для статистической обработки полученных данных использовалась программа

«Microsoft Excel 2010». Достоверность различий оценивали по t – критерию Стьюдента.

Результаты исследования и обсуждение: Исследуемые беременные были в возрасте от 19 до 40 лет, 97 (88%) из них состояли в браке. Профессиональных вредностей и вредных привычек ни одна из женщин не отмечали. Индекс массы тела у 83 (76%) беременных в пределах нормы.

Первая беременность была у 51 (46%) женщины, у 59 – повторная. У 37 (34%) беременных в анамнезе имелись самопроизвольный выкидыш или замершая беременность.

Из перенесенных гинекологических заболеваний женщины отмечали неспецифический кольпит и цервицит (31 женщина, 28%), эктопию шейки матки (24 женщины, 22%), миому матки (7 женщин, 6%), опухоли яичника (4 женщины, 4%), дисплазию шейки матки легкой степени (4 женщины, 4%), цервицит хламидийной этиологии был в анамнезе у двух женщин (2%), полип цервикального канала также у двух беременных, аномалия развития половых органов – у 2 женщин.

Перенесенные операции: у 33 женщины (30%) в анамнезе имелась операция кесарево сечение, у 4 (4%) – конизация шейки матки, у 2 (2%) – удаление полипа шейки матки, 2 (2%) – удаление перегородки полости матки, 4 (4%) – резекция яичника по поводу СПКЯ, холецистэктомия (1 женщины, 2%), аппендэктомия (8 человек, 8%).

Хронические экстрагенитальные заболевания выявлены у 77 (70%) беременных. Наиболее часто женщины отмечали заболевания желудочно-кишечного тракта (27 человек, 35%), хронический тонзиллит и хронический бронхит (17 человек, 23%), болезни сердечно-сосудистой системы (13 человек, 17%). Реже отмечены болезни мочевых путей (7 женщин, 9%), гипотиреоз (5 женщин, 6%), болезни опорно-двигательного аппарата (4 женщины, 5%), ожирение (4 женщины, 5%). Хроническая железодефицитная анемия отмечена у трех беременных.

Женщины находились в стационаре в сроках беременности от 42 до 240 дней. Длительность пребывания в больнице от 5 до 24 дней.

Наиболее частым осложнением настоящей беременности была угроза ее прерывания (55 человек, 50%), в том числе угрожающие преждевременные роды были у 22 беременных (20%), а также анемия беременных (30 человек, 28%). Такие заболевания беременных как гестационный сахарный диабет, гестационная артериальная гипертензия отмечались редко (7% беременных). Плацентарные нарушения выявлены у 17 женщин (15%).

Эпидемиологический анамнез: контактами 1 уровня оказались 42 женщин (38%), у остальных – эпидемиологический анамнез неясен. Всем беременным выполнен тест на РНК коронавируса SARS CoV-2, у всех инфекция подтверждена.

Примерно половина женщин при поступлении жаловались на кашель (55 человек, 50%) и аносмию (48 человек, 44%). Общую слабость отмечали 35 беременных (32%), заложенность носа или насморк – 30 человек (28%), одышку – 15 беременных (14%),

диспепсические явления - 9 человек (8%), головную боль только 2 женщины (2%). Повышенная температура тела до 37,5- 39⁰С отмечена у 50 беременных (46%).

Состояние беременных при поступлении в основном оценено как удовлетворительное (90 женщин, 82%), у остальных - средней степени тяжести.

Дыхательная недостаточность 1 степени выявлена у 17 беременных (16%), 3 степени - у 2 (2%). Сатурация меньше 95% отмечена у 4 беременных (4%), тахикардия у 15 (14%).

Компьютерная томография легких выполнена 81 беременной (74%). Пневмония выявлена у 55 беременной (50%), причем у 46 из них двусторонняя (42%), плеврит у 2 беременной (2%). Тяжесть пневмонии по данным компьютерной томографии легких оценена как средняя у 31 женщины (28%), легкая - у 13 (12%), тяжелая - у 11 (10%).

Всем беременным при поступлении выполнено лабораторное обследование, при котором выявлены следующие лабораторные особенности. В общем анализе крови при поступлении лейкоцитоз выявлен у 52 беременных (48%), количество лейкоцитов колебалось от 9,2 до 17 *10⁹. На 5-10 сутки лейкоцитоз от 9,1 до 15*10⁹ выявлен у 26 беременной (24%). При выписке лейкоцитоз от 9,3 до 14,2*10⁹ сохранялся у 46 беременной (42%), однако максимальное число лейкоцитов соответствовало норме для беременных. Лейкоцитопения выявлено не было.

В общем анализе крови при поступлении у 81 (74%) женщин выявлена относительная лимфоцитопения в диапазоне 6 - 20%. К 7 суткам лечения лимфоцитопения в диапазоне 11 - 20% сохранялась у 68 беременной (62%). При выписке относительная лимфоцитопения в диапазоне 11-20% сохранилась у 35 женщин (32%).

В общем анализе крови при поступлении относительный моноцитоз в диапазоне 11-16% выявлен у 9 (8%) беременных, относительная моноцитопения (2%) у 2 беременной. К 7 суткам лечения моноцитоз сохранился у 1 беременной, моноцитопения - у 3. При выписке у всех беременных уровень моноцитов находился в пределах нормы.

В биохимическом анализе крови уровень С-реактивного белка был повышен в пределах 5,1 -106 г/л у 55 беременных (50%), к 7 суткам лечения уровень С-реактивного белка нормализовался у 43 (78%) женщин, у 20 (18%) беременных снизился по сравнению с первоначальным, хотя и был выше нормы (5,96 - 81 г/л). При выписке данный показатель оставался несколько повышенным (6,73 - 12г/л) лишь у 7 беременных (6%).

Уровень печеночных ферментов (АСТ, АЛТ) был незначительно повышен при поступлении у 11 беременной (10%), при выписке у 4 женщин (4%).

Уровень ферритина на протяжении пребывания в стационаре был снижен у 21 беременной с анемией до 20нг/мл. Только у 2 беременных уровень ферритина доходил до 321 нг/мл.

Остальные показатели биохимического анализа крови были в пределах нормы.

Коагулограмма у беременных с коронавирусной инфекцией не имела существенных особенностей. При поступлении в стационар имело место снижение показателя активированного частичного тромбинового времени (АЧТВ) в пределах 21-22,4 сек у 7 женщин (6%), при выписке у 2 (2%). Д-димеры были повышены в диапазоне от 700- до 2000 нг/мл у 66 беременной.

При исследовании крови на антитела к коронавирусу SARS CoV-2 Ig M выявлены у 30 беременных (28%), Ig G у 22 (20%).

При ультразвуковом исследовании плода маловодие выявлено у 10 беременных (9%), многоводие у 10 (9%). При доплерометрическом исследовании маточно-плацентарного кровотока у 11 беременных (10%) выявлено нарушение 1А степени.

Что касается лечения, имеется большая разница между лечением в апреле и в сентябре 2020 года. Принципиально изменились подходы к лечению ковида у беременных женщин. Если в апреле месяце мы пытались воздействовать препаратами на сам вирус, в сентябре выстроилось понимание того, что методы воздействия должны быть направлены на патологические иммунные реакции, которые вызывает сам вирус. Поэтому, в апреле при лечении беременных с коронавирусом SARS CoV-2 использовались антибиотики в виде монотерапии и в комбинациях в средних терапевтических дозах. Так монотерапия азитромицином использовалась у 28% беременных, цефалоспорины у 12%. Комбинацию цефалоспоринов с азитромицином получала 50% беременных. Длительность антибактериальной терапии подбиралась индивидуально в соответствии с клинико-лабораторными данными и составляла от 10 до 20 дней. Только 10% не получали антибиотики. У половины беременных к антибактериальной терапии добавлено лечение осельтамивиром. Парацетамол назначался каждой второй беременной при повышении температуры.

В сентябре уже 50 % беременных не получали антибиотикотерапию. Осельтамивир не использовался в сентябре не одной пациентке с коронавирусной инфекцией. В сентябре для угнетения патологического иммунного ответа, вызванного коронавирусом активно начали использовать кортикостероиды(дексаметазон) для лечения беременных. Частота использования дексаметозона составила в нашем исследовании 20%. Гидрохлорохин добавлен к лечению 17 беременным (16%). Активно использовалась кислородотерапия (38%) в основном пациенткам с пневмониями.

60 беременных (55%) получали низкомолекулярные гепарины в профилактической и лечебной дозе.

Нам представилось интересным сравнить полученные данные беременных женщин с коронавирусной инфекцией SARS CoV-2 с пневмонией (группа 1, 21 человек) и без пневмонии (группа 2, 29 человек). Выявлены достоверные различия по t-критерию Стьюдента (p<0,05) по следующим параметрам. Так пациенты с пневмонией чаще жаловались на кашель (1 группа-16 человек (76±9,5%), 2

группа 9 человек (31±8,7%), одышку (1 группа-7 человек (33±10,5%), 2 группа 2 человек (6,9±4,8%), общую слабость (1 группа-12 человек (57,4±11%), 2 группа 4 человек (13,8±6,5%). В общем анализе крови у беременных с коронавирусной инфекцией SARS CoV-2 и пневмонией при поступлении в стационар достоверно чаще отмечена относительная лимфоцитопения (1 группа-19 человек (90,5±6,5%), 2 группа 17 человек (56,±9,3%), при биохимическом анализе крови уровень С-реактивного белка также выше у женщин 1 группы (1 группа-18 человек (85,7±7,8%), 2 группа 7 человек (24,4±8%). В тоже время жалобы на аносмию, заложенность носа и насморк, повышенная температура тела (субфебрильная и фебрильная), лейкоцитоз в общем анализе крови встречались одинаково часто у женщин обеих групп.

4 беременные в сроке от 211 и 250 дней были родоразрешены путем операции кесарево сечение в связи с нарастанием дыхательной недостаточности на фоне пневмонии у беременной и присоединившейся гипоксией плода. Из обследованных новорожденных (сразу после рождения проводилась ПЦР диагностика на коронавирус), только у одного новорожденного имелся положительный ПЦР - тест. Процент кесаревого сечения составил 42%, но нужно учитывать, что 30% женщин имели рубцы на матке в анамнезе.

Заключение:

По данным нашего исследования жалобы при поступлении были у 2/3 заболевших SARS CoV-2 беременных, основные жалобы были на кашель, повышение температуры тела и аносмию, беременные с коронавирусной инфекцией SARS CoV-2 с пневмонией достоверно чаще жаловались на кашель, одышку, общую слабость.

В подавляющем большинстве состояние беременных с коронавирусной инфекцией SARS CoV-2 оставалось удовлетворительным (82%), несмотря на то, что у 42% из них выявлена двусторонняя пневмония.

Воспалительные изменения в анализах крови (умеренный лейкоцитоз, повышение уровня С-реактивного белка) при поступлении в стационар от-

мечены лишь у половины беременных с коронавирусной инфекцией SARS CoV-2, для них более характерна относительная лимфоцитопения (отмечена у 74% женщин). В тоже время необходимо отметить, что относительная лимфоцитопения и повышение уровня С-реактивного белка достоверно чаще выявлены у беременных с коронавирусной инфекцией SARS CoV-2 с пневмонией.

Беременным с COVID-инфекцией проводилось лечение одним или несколькими антибиотиками в средних терапевтических дозах. До августа 2020 г. только 10 % беременных не получали антибиотиков для лечения ковид-инфекции. С августа применение антибиотиков для лечения ковид-инфекции у беременных резко снизилось. Назначение гидроксихлорохина понадобилось 17 беременным.

При доплерометрическом исследовании маточно-плацентарного кровотока нарушение 1А степени выявлены у каждой 10 беременной SARS CoV-2, также как и мало- или многоводие.

По нашим данным успешным лечение коронавирусной инфекции SARS CoV-2 у беременных было у подавляющего большинства женщин: лишь четверем из 110 беременных потребовалось досрочное родоразрешение.

Список литературы

1. Wang L, Shi Yet al. Working committee on perinatal and neonatal management for the prevention and control of the 2019 novel coronavirus infection. Chinese expert consensus on the perinatal and neonatal management for the prevention and control of the 2019 novel coronavirus infection(First Edition). Ann Transl Med. 2020; 8(3) -47.
2. Poon LC, Yang H, Lee JC, et al. ISUOG Interim Guidance on 2019 novel coronavirus infection during pregnancy and puerperium: information for healthcare professionals. Ultrasound Obstet Gynecol. 2020.
3. Mackay IM, Arden KE. MERS coronavirus: diagnostics, epidemiology and transmission. Virol J. 2015; 12-222.
4. Franklin SM. A comparison of personal protective standards: caring for patients with ebola virus. Clin Nurse Spec. 2016;30(2) E1-8.

TECHNICAL SCIENCES

АНАЛІЗ ОБ'ЄМНОГО ГІДРОПРИВОДА ПІДЙОМУ СТРИЛИ МОБІЛЬНОГО ПІДЙОМНИКА З РОБОЧОЮ ПЛАТФОРМОЮ

*Аврунін Г.А.,
кандидат технічних наук,
Кириченко І.Г.,
доктор
технічних наук,
Резніков О.О.,
кандидат технічних наук,
Мороз І.І.,
старший викладач,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Зорькін М.Є.
інженер, державне підприємство Харківське
конструкторське бюро з машинобудування ім. О.О. Морозова*

ANALYSIS OF THE HYDRAULIC FLUID POWER OF LIFTING OF THE ARROW OF THE MOBILE LIFT WITH THE WORKING PLATFORM

*Avrunin G.,,
candidate of engineering sciences,
Kirichenko I.,
doctor of engineering sciences,
Reznikov O.,
associate professor,
Moroz I.,
senior lecturer
Kharkov national motor-car-travelling university
Zorkin M.
engineer, State Enterprise Kharkiv Machine Building Design Bureau named after O.O. Morozov*

Анотація

Розглянута гідравлічна принципова схема двохциліндрового об'ємного гідропривода стріли мобільного підйомника з робочою платформою. На основі математичної моделі дросельного керування швидкістю гідроциліндрами складений розрахунковий алгоритм рішення диференціальних рівнянь за допомогою пакета прикладних програм VisSim. Аналіз результатів розрахунків дав можливість оцінити зміну тисків в порожнинах гідроциліндрів та їх швидкості та переміщення. Для імітаційного моделювання роботи гідропривода враховували змінні значення об'єму робочої рідини та модуля її модуля пружності в порожнинах гідроциліндрів від їх переміщення.

Abstract

The hydraulic schematic diagram of a two-cylinder of the hydraulic fluid power boom drive of a mobile lift with a working platform is considered. Based on the mathematical model of throttle speed control of hydraulic cylinders, a computational algorithm for solving differential equations using the VisSim software package has been developed. Analysis of the calculation results made it possible to assess the change in pressure in the cavities of hydraulic cylinders and their speed and mixing. To simulate the operation of the hydraulic drive, variable values of the volume of the working fluid and the modulus of its modulus of elasticity in the cavities of the hydraulic cylinders from their movement were taken into account.

Ключові слова: об'ємний гідропривод, мобільний підйомник з робочою платформою, насос, гідророзподільник, дросель, гідравлічна принципова схема, пакет програм VisSim.

Keywords: hydraulic fluid power, mobile lift with a working platform, pump, valve, throttle, hydraulic circuit diagram, VisSim software package.

Вступ

Мобільні підйомники з робочими платформами (МПП) знайшли широке застосування при виконанні робіт в будівництві, технологічному обслуговуванні будинків, споруд та доріг, при ліквідації аварій і пожеж у висотних будинках, а також у багатьох інших ситуаціях [1]. Зростання висотності будівель і поява вітроенергетичних установок

привели до створення МПП з висотою підйому платформи до 112 м і корисною масою до 700 кг.

Попередній аналіз показав, що об'ємний гідропривод (ОГП) повсюдно використовується для приводів основного технологічного (робочого) обладнання МПП, а також для приводу пересування самохідних шасі колісного та гусеничного типів [2], і

забезпечує безпеку персоналу, що знаходиться на робочій платформі

Практично повна відсутність спеціальної наукової літератури з ОГП для МПРП є підставою для написання цієї статті.

Огляд літератури

Статичний розрахунок ОГП мобільних машин різного призначення досить детально розглянутий в роботах [1; 3].

Аналіз роботи ОГП з дросельним керуванням, зокрема з використанням регуляторів постійності витрати, розглянутий в роботах [4; 5].

Математичні моделі динаміки ОГП з використанням пакетів прикладних програм SIAM і подальше VisSim розглянуті в роботах [6...8]. Слід відзначити, що в роботі [8] в складі ОГП домкрата бурової установки розглянуті також математичні моделі окремих гідропристроїв.

В роботі [9] розглянуто імітаційне моделювання динаміки ОГП рульового керування трактора за допомогою гідроциліндрів, але без урахування зміни об'ємів робочої рідини (РР) в їх порожнинах.

Таким чином, для проведення моделювання роботи ОГП підйому стріли МПРП-ХНАДУ прийняте рішення за допомогою математичних моделей провести розрахунки тиску та швидкості гідроциліндрів з урахуванням впливу змінних значень об'ємів РР в порожнинах гідроциліндрів, модуля пружності РР та виконати аналіз впливу типу дроселя на час переміщення гідроциліндрів.

Слід відмітити, що аналіз динамічних характеристик, зокрема зміни швидкості та тиску в ОГП від часу регулювання витрати через дросель і зовнішнього навантаження, модуля пружності і об'ємів РР в їх порожнинах є важливою складовою частиною створення сучасних МПРП.

Основна частина

На рис. 1 зображена розрахункова схема ОГП підйому-опускання стріли МПРП-ХНАДУ за допомогою двох гідроциліндрів Ц1 і Ц2, яка спільно з гідрозамком ЗМ створює блок А. До насосної установки входять пластинчастий насос Н з приводним електродвигуном Е, напорний фільтр Ф зі зворотним клапаном КО та індикатором ІЗ забрудненості

РР, запобіжний клапан КП непрямої дії (має основний КП1 та пілотний КП2 клапани тиску), манометр МН з перемикачем ПМ, електроконтактний термометр Т, повітряний фільтр С (сапун), заправна горловина ФЗГ та гідробак Б. Для реверсування напрямку переміщення гідроциліндрів встановлений трипозиційний чотирипровідний гідророзподільник Р з електромагнітним керуванням (електромагніти позначені як У1 і У2). Вихідні отвори А і В гідророзподільника Р поєднані з гідрозамком ЗМ рукавами високого тиску РВД1 і РВД2. Для регулювання швидкості поршнів встановлений дросель ДР з пропорційним електромагнітом У3. Високий тиск нагнітання насоса Н і тиск після дроселя ДР позначені як P_H і P_1 , відповідно. Отвори зливу РР в гідробак Б позначені буквами Т, Т1 і Т2.

З метою контролю роботи ОГП та його керування встановлені перетворювачі тиску ПД1 і ПД2 в безштокових та штокових отворах, відповідно, та перетворювач синхронного переміщення штоків ДП. Блок управління та сигналів перетворювачів дозволяє забезпечити реверсування та змінювати швидкість переміщення гідроциліндрів Ц1 і Ц2 за допомогою електромагнітів У1...У3.

На штока гідроциліндрів діють сили опору зовнішнього навантаження $F_{ЗН}$, тиску РР, напісуючого $F_{тр}$ і рідинного $F_{р.тр}$ тертя. При побудові математичної моделі ОГП приймаємо наступні допущення [6]:

– коефіцієнти витрати μ , щільність ρ і модуль E об'ємної пружності РР приймаємо постійними, рівними середнім значенням;

– нехтуємо витоками в елементах ОГП в порівнянні зі значеннями витрат в порожнинах гідроциліндра;

– не враховуємо хвилові процеси в трубопроводах з причини їх невеликої довжини і великого діаметру;

– тиск на виході насоса P_H при включенні розподільника приймаємо постійним, який налаштований запобіжним (переливним) клапаном КП.

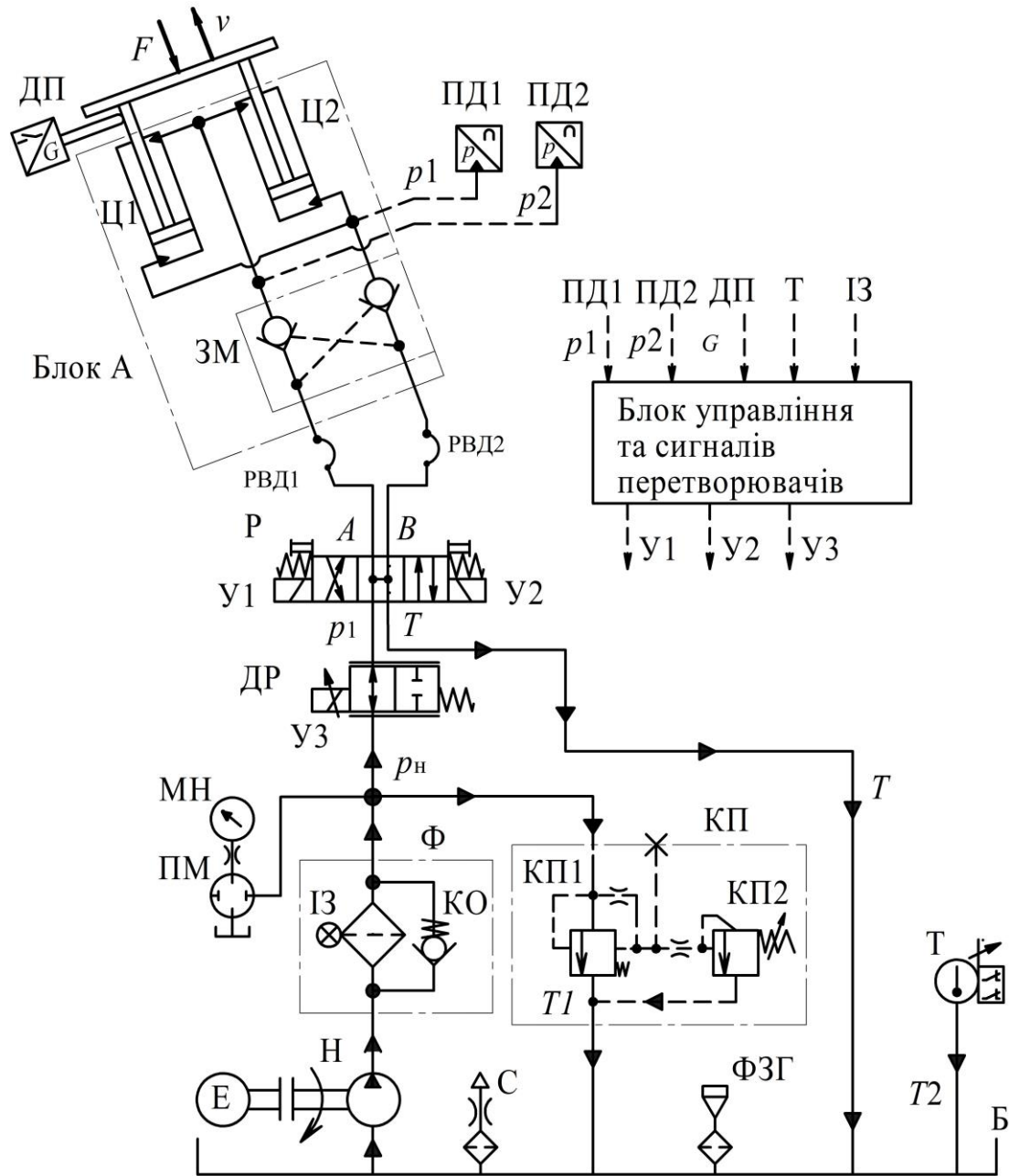


Рис. 1 – Розрахункова схема динаміки ОГП стріли МПРП-ХНАДУ

Візьмемо за основу математичну модель ОГП поступального руху [6] з урахуванням прийнятих допущень да з введенням доповнень, які пов’язані з використанням двох паралельних гідроциліндрів, перемінних значень об’ємів порожнин гідроциліндрів і завданням витрати та зовнішнього навантаження в повному циклі підйому гідроциліндрів за допомогою числових блоків map-VisSim.

Витрата в поршневих порожнинах гідроциліндрів Ц1 і Ц2 має форму запису

$$Q_{\text{пп}} = 2S_{\text{п}} \cdot v + \frac{V_{\text{пп}} + 2S_{\text{п}} \cdot y}{E} \cdot \frac{dp_1}{dt}, \tag{1}$$

і в нормальній формі Коши відносно похідної \dot{p}_1 знайдемо значення тиску

$$\frac{dp_1}{dt} = \frac{Q_{\text{пп}} - 2S_{\text{п}} \cdot v}{V_{\text{пп}} + 2S_{\text{п}} \cdot y} \cdot E; \quad p_1 = \int_0^{t_k} dp_1 dt, \tag{2}$$

яке при зручній для аналізу розмірності

$$\frac{dp_1}{dt} = \frac{Q_{\text{III}} - 2S_{\text{II}} \cdot v}{V_{\text{III}} + 2S_{\text{II}} \cdot y} \cdot E = \frac{\text{л/хв} - 60 \cdot 10^{-6} \cdot 2(\text{мм}^2 \cdot \text{м/с})}{\text{л} + 10^{-6} \cdot 2(\text{мм}^2 \cdot \text{м})} \text{МПа} =$$

$$\frac{\text{л/хв} - 60 \cdot 10^{-3} \cdot 2\text{л/хв}}{\text{л} + 10^{-3} \cdot 2\text{л}} \text{МПа},$$

має вигляд

$$\frac{dp_1}{dt} = \frac{Q_{\text{III}} - 60 \cdot 10^{-3} \cdot 2S_{\text{II}} \cdot v}{V_{\text{III}} + 10^{-3} \cdot 2S_{\text{II}} \cdot y} \cdot E; \quad p_1 = \int_0^{t_k} dp_1 dt, \quad (3)$$

де Q_{III} – витрата РР крізь дросель на вході в гідроциліндри, л/хв,

S_{II} – ефективна площа поперечного перерізу поршневої порожнини діаметром D_{II} [мм] (для двох гідроциліндрів маємо $2S_{\text{II}}$), мм²,

v – швидкість поршнів, м/с,

y – переміщення поршнів, м,

V_{III} – початковий об'єм РР в поршневих порожнинах, дм³,

E – модуль пружності РР, МПа.

Витрата РР в штокових порожнинах гідроциліндрів дорівнює

$$Q_{\text{III}} = 2S_{\text{III}} \cdot v + \frac{V_{\text{III}} - 2S_{\text{III}} \cdot y}{E} \cdot \frac{dp_2}{dt}, \quad (4)$$

чи в нормальній формі Коши відносно похідної \dot{p}_2 знайдемо значення тиску

$$\frac{dp_2}{dt} = \frac{Q_{\text{III}} - 2S_{\text{III}} \cdot v}{V_{\text{III}} + 2S_{\text{III}} \cdot y} \cdot E; \quad p_2 = \int_0^{t_k} dp_2 dt, \quad (5)$$

яке при зручній для аналізу розмірності має вигляд

$$\frac{dp_2}{dt} = \frac{60 \cdot 10^{-3} \cdot 2S_{\text{III}} \cdot v - Q_{\text{III}}}{V_{\text{III}} + 10^{-3} \cdot 2S_{\text{III}} \cdot y} \cdot E; \quad p_2 = \int_0^{t_k} dp_2 dt, \quad (6)$$

де Q_{III} – витрата РР крізь дросель на виході з гідроциліндрів, л/хв,

S_{III} – ефективна площа поперечного перерізу штокової порожнини діаметром, яка є різницею між площами поршня та штока (для двох гідроциліндрів маємо $2S_{\text{III}}$), мм²,

V_{III} – початковий об'єм РР в штокових порожнинах, дм³.

Рівняння руху штоків навантажених гідроциліндрів має вид

$$\dot{v} = \frac{1}{m} [2S_{\text{II}} p_1 - 2S_{\text{III}} p_2 - F_{\text{зн}} - F_{\text{ртр}} - F_{\text{тр}}], \quad v = \int_0^{t_k} \dot{v} dt, \quad y = \int_0^{t_k} v dt, \quad (7)$$

де m – маса рухомих частин стріли, кг,

$F_{\text{тр}} = F_{\text{тр}0} \cdot \text{sign } v$ – сила напівсухого тертя, Н,

$F_{\text{тр}0}$ – модуль тертя, Н,

$F_{\text{р.тр}} = \beta \cdot v$ – сила рідинного тертя, Н,

β – коефіцієнт рідинного тертя.

Якщо розв'язати систему рівнянь (2; 5 та 7) відносно однієї зі змінних

p_1 , p_2 , v та y , то отримаємо нелінійні, неоднорідні диференціальне рівняння третього порядку.

Для однозначного вирішення необхідно мати в розпорядженні початкові умови (ПУ). ПУ умови для тисків задаємо з рівняння статичної рівноваги гідроциліндрів з максимальним зовнішнім навантаженням, що також дає можливість встановити максимальне значення тиску на виході з насосу, тобто значення налаштування запобіжного клапана КП.

Рішення рівняння рівноваги без урахування гідромеханічних втрат в гідроциліндрах відносно тиску на їх вході p_1 має вигляд

$$p_1 = \frac{F_{\text{зн}} - 2S_{\text{пш}} \cdot p_2}{2S_{\text{п}}}, \text{ МПа}, \quad (8)$$

де $F_{\text{зн}}$ – зовнішнє навантаження (зазвичай задають максимальне статичне значення $F_{\text{зн}} = F_{\text{зн.макс}}$, Н,

p_2 – тиск на злив (виході) з гідроциліндрів, значення якого приймають 0,2...0,5 МПа.

Таким чином, в інтегратори встановлюємо відповідні значення p_1 і p_2 .

Для ПУ швидкості встановлюється значення встановленого руху гідроциліндрів за формулою

$$v_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{пш}}}{0,06 \cdot 2S_{\text{п}}}, \text{ м/с}. \quad (15)$$

Для ПУ переміщення задаємо $y(0) = 0$ – початок переміщення.

Повний час переміщення гідроциліндрів з повним ходом $l_{\text{п}}$ визначаємо за формулою

$$t = 10^{-3} \frac{l_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} = 10^{-3} \frac{l_{\text{п}} \cdot 0,06 \cdot 2S_{\text{п}}}{Q_{\text{пш}}} = 0,6 \cdot 10^{-4} \frac{l_{\text{п}} \cdot 2S_{\text{п}}}{Q_{\text{пш}}}, \text{ с} \quad (16)$$

Для конкретного МПП-ХНАДУ з урахуванням $l_{\text{п}} = 650$ мм, $2S_{\text{п}} = 12717$ мм² та $Q_{\text{пш}} = 12$ л/хв маємо повний час переміщення поршня $t = 41,5$ с.

Співвідношення витрат через поршневу (безштокову) порожнину $Q_{\text{пш}}$ та штокову порожнину $Q_{\text{шп}}$ знайдемо з відповідних рівнянь для швидкості

$$Q_{\text{шп}} = \frac{Q_{\text{пш}} \cdot S_{\text{шп}}}{S_{\text{п}}}, \text{ так як } v_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{пш}}}{2S_{\text{п}}} = \frac{Q_{\text{шп}}}{2S_{\text{п}} - 2S_{\text{шп}}} = \frac{Q_{\text{шп}}}{2S_{\text{шп}}}. \quad (17)$$

Початкові об'єми в поршневих $V_{\text{пш}}$ та штокових порожнинах $V_{\text{шп}}$ гідроциліндрів є змінними завдяки переміщенням поршнів і коли, наприклад, стріла підіймається з проміжного положення, то потрібно визначати нові початкові значення об'ємів. Тому для визначення значень об'ємів РР, що знаходяться в поршневій і штоковій порожнинах залежно від переміщення поршнів, запишемо

$$V_{\text{шп.у}} = V_{\text{тр}} + 10^{-3} 2S_{\text{п}} \cdot y, \text{ дм}^3, \quad V_{\text{шп.у}} = V_{\text{тр}} + V_{\text{шп.макс}} \left(1 - \frac{y}{l_{\text{п}}}\right), \text{ дм}^3, \quad (18)$$

де $V_{\text{тр}}$ – об'єм РР в трубопроводах, гідророзподільнику і гідрозамках, який приймаємо постійним для напорної та зливної магістралей, дм^3 ,

$V_{\text{шп.макс}}$ – масимальний об'єм штокових порожнин гідроциліндрів, який відповідає максимальному ходу поршня $l_{\text{п}} = y_{\text{макс}}$, дм^3 .

Для проведення динамічного аналізу ОГП скористаємося обчислювальними блоками пакету VisSim з урахуванням використання блоків Variable. Для отримання цих характеристик скористаємося методом інтеграції Рунге-Кутта четвертого порядку з дискретністю $\Delta = 0,001 \text{ с}$ в діапазоні до $t_{\text{к}} = 0,025 \text{ с}$.

Аналізу підлягають залежності, отримані на відповідних плотерах $p_1(t)$, $p_2(t)$ та $\Delta p(t) = p_1(t) - p_2(t)$ в МПа, $Q_{\text{шп}}(t)$ в л/хв, $v(t)$ в м/с, $y(t)$ в мм, та $F_{\text{ЗН}}(t)$ в Н.

Результати розрахунку об'ємів РР в трубопроводах та поршневих порожнинах приведені на рис. 2.

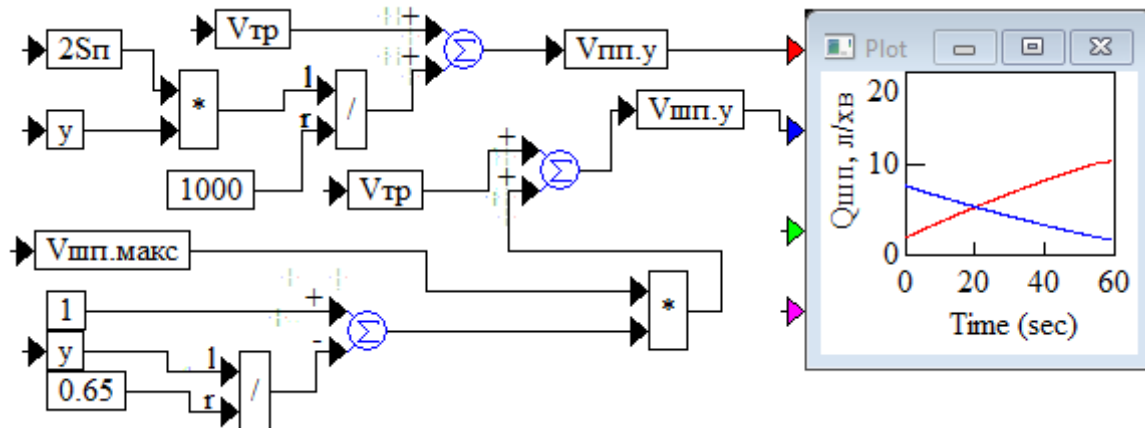


Рис. 2. Розрахунок об'ємів РР в трубопроводах та поршневих порожнинах гідроциліндрів за повний час переміщення поршнів з максимальним ходом $l_{\text{п}} = 650 \text{ мм}$ ($V_{\text{шп}} = 2 \text{ дм}^3 \dots 10,26 \text{ дм}^3$) і штокових ($V_{\text{шп}} = 7,7 \text{ дм}^3 \dots 2 \text{ дм}^3$)

порожнинах гідроциліндрів за повний час переміщення поршнів з максимальним ходом $l_{\text{п}} = 650 \text{ мм}$

Падіння тиску в штоковій порожнині нижче нуля, починаючи з 31 с переміщення гідроциліндрів (рис. 3), призводить до небезпечних явищ кавітації в ОГП. Для підвищення тиску в штокових порожнинах встановлюють зазвичай зворотні клапани, повідомлені з гідробаком, або встановлюють гідроклапани тиску, отрегульовані на значення 0,2...1,5 МПа. Приклад роботи ОГП з підняттям тиску в штокових порожнинах на 1,5 МПа наведено на рис. 4. Слід зазначити, що при штучному підвищенні тиску в штокових порожнинах автоматично збільшується тиск в поршневих порожнинах на таке ж саме значення 1,5 МПа.

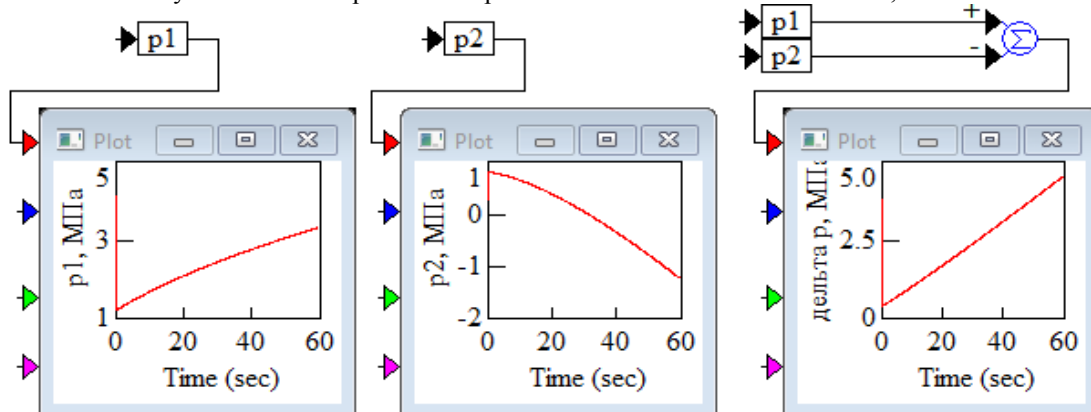


Рис. 3. Падіння тиску в штоковій порожнині гідропривода нижче нуля, починаючи з часу 31 с переміщення гідроциліндрів

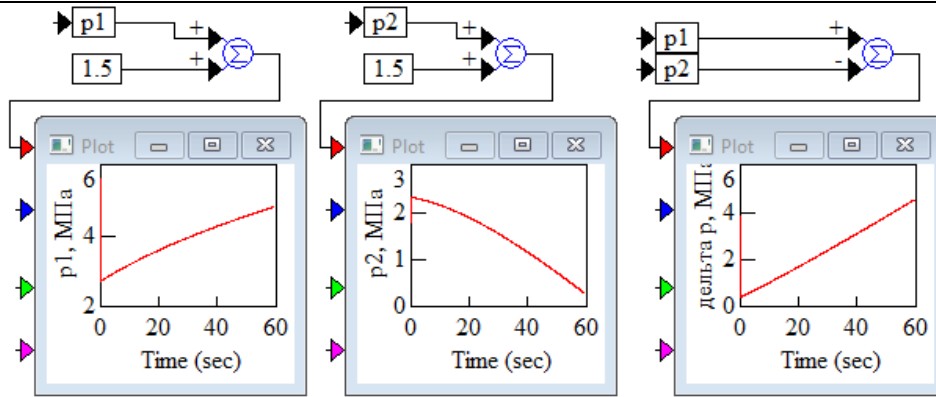


Рис. 4. Результати штучного підвищення тиску в штоковій порожнині p_2 на 1,5 МПа дає його позитивне значення, що застерігає виникнення кавітації

На рис. 5 наведені осцилограми значень тиску в поршневих порожнинах при однаковому значенні зовнішнього навантаження $F_{zn} = 50000$ Н за час 0,05 с та при різних значеннях об'ємів поршневих та штокових порожнин, а також модуля пружності РР. При цьому розглядалися такі режими:

1. Поршні знаходяться повністю в гідроциліндрах і поршневі (безштокові) порожнини мають мінімальний початковий об'єм $V_{пш} = 2$ дм³, а штокові порожнини мають об'єм $V_{шп} = 7,71$ дм³. При такому режимі зрушення поршнів гідроциліндрів і модулі пружності $E = 1500$ МПа масимальний тиск не перевищує 4,1 МПа (рис. 5,а). Зниження модуля пружності до $E = 500$ МПа дає підвищення тиску до 8,9 МПа (рис. 5,б), що досить суттєво, так

як вище значення налаштування (6,3 МПа) запобіжного клапана КП насоса Н, що відповідає його номінальному тиску;

2. Коли зрушення гідроциліндрів починається тоді, коли поршні знаходяться близько до максимального значення ходу, то початкові об'єми приймають значення 10,26 дм³ і 2 дм³, відповідно. При цьому при модулі пружності $E = 1500$ МПа маємо максимальний тиск 4,8 МПа (рис. 5, в), якій більший на 0,7 МПа чим на режимі згідно рис.

5,а, а при модулі пружності $E = 500$ МПа суттєво зменшується з 8,9 МПа до 5,9 МПа (рис. 5,г).

Урахування змінних значень початкових об'ємів $V_{пш,y} = f(y)$ і $V_{шп,y} = f(y)$ суттєво впливає на тиск в лінії нагнітання ОГП і доповнення математичної моделі є досить коректним і важливим.

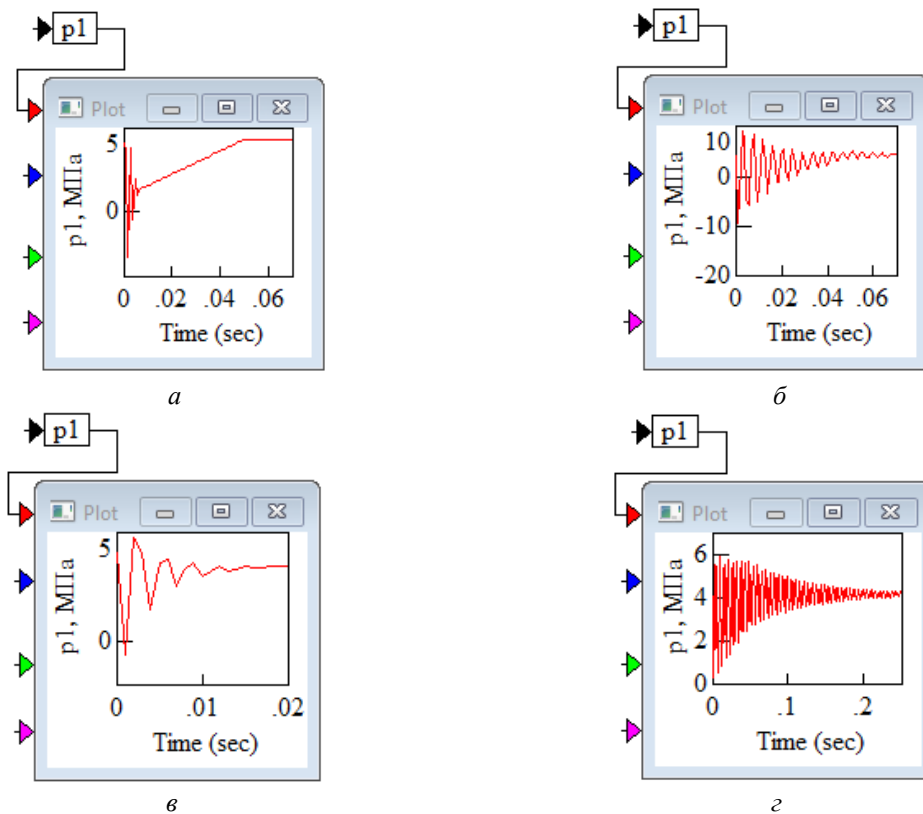


Рис. 5. Зміна тиску в лінії нагнітання насоса залежно від значень початкових об'ємів РР в поршневих та штокових порожнинах гідроциліндрів при їх зрушенні, а також з урахуванням змінного значення модуля пружності РР

Для завдання витрати через дросель або пропорційний гідророзподільник скоритаємось відповідними рівняннями.

Витрати через дросель визначаються за формулою

$$Q_{др} = 60\mu \cdot S_{др} \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}, \text{ л/хв}, \quad (19)$$

де $\mu = 0,62$ – коефіцієнт витрати, яке є безрозмірним значенням,

$S_{др}$ – площа перерізу дроселя, мм²,

$\Delta p = p_1 - p_2 = p_{н.кп}$ – перепад тисків на дроселі, який задаємо як значення налаштування запобіжного (переливного) клапана, МПа,

ρ – щільність РР, кг/м³.

При заданій згідно статичному розрахунку витраті $Q_{др.макс} = 11$ л/хв визнаємо максимальну площину перерізу дроселя

$$S_{др.макс} = \frac{Q_{др.макс}}{60\mu \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}}, \text{ мм}^2. \quad (20)$$

Таким чином, при завданні перерізу дроселя в блоку mar-VisSim маємо його максимальне значення $S_{др.макс} = 2,49$ мм².

При дросельному регулюванні витрати має місто така її залежність від зовнішнього навантаження

$$Q_{пп} = 60\mu \cdot S_{др} \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_{др}} = 60\mu \cdot S_{др} \sqrt{\frac{2}{\rho} \left(p_{н.кп} - \frac{F_{зн} + p_2 2S_{пп}}{2S_{п}} \right)}, \text{ л/хв}, \quad (21)$$

де $\Delta p_{др} = p_{н.кп} - \frac{F_{зн} + p_2 2S_{пп}}{2S_{п}}$ – перепад тисків на дроселі, МПа.

Для спрощення цього розрахунку приймаємо $p_2 = 0,5$ МПа, і тоді маємо

$$Q_{пп} = 60\mu \cdot S_{др} \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p_{др}} = 60\mu \cdot S_{др} \sqrt{\frac{2}{\rho} \left(p_{н.кп} - \frac{F_{зн}}{2S_{п}} \right)}, \text{ л/хв}, \quad (22)$$

Якщо в ОГП буде виконана заміна дроселя ДР з ручним керуванням витрати на гідророзподільник Р з пропорційним керуванням, то залежність витрати РР має вигляд (рис. 6)

$$Q_{пп,i} = Q_{др.макс} \frac{I_i - I_{мін}}{I_{макс} - I_{мін}}, \text{ МПа}, \quad (23)$$

де $Q_{др.макс}$ – максимальна витрата згідно статичному розрахунку ОГП, л/хв,

$Q_{пп,i}$ – поточне значення витрати, залежне від значення струму, л/хв,

I_i – поточне значення електричного керувального сигналу (струму), А,

$I_{макс} - I_{мін}$ – діапазон електричного керувального сигналу на пропорційному електромагніті, А,

$I_{\text{мін}}$ – мінімальне значення електричного сигналу, відповідне зоні нечутливості пропорційного гідророзподільника, А.

Подібна залежність може бути отримана при регулюванні замість витрати фактичним перерізом щілини золотника (дроселя)

$$S_{\text{пп},i} = S_{\text{др.макс}} \frac{I_i - I_{\text{мін}}}{I_{\text{макс}} - I_{\text{мін}}}, \text{ л/хв.} \quad (25)$$

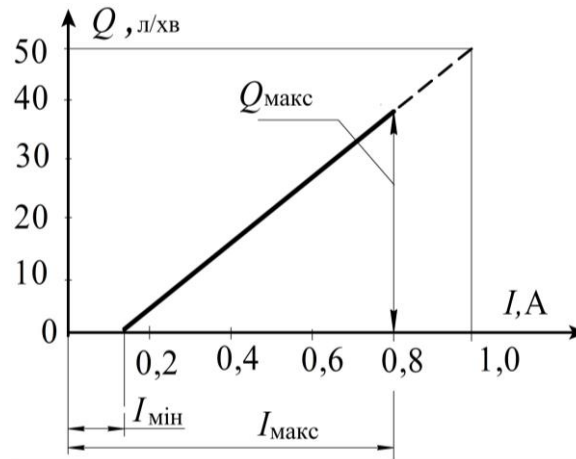


Рис. 6 – Теоретична залежність витрати робочої рідини від струму для пропорційних гідророзподільника або дроселя

На рис. 7 та рис. 8 представлені залежності параметрів ОГП від часу за повний цикл переміщення гідроциліндрів стріли. Режим на рис. 8 штучно заданий як при відсутні зміні витрати РР, що є характерним для роботи ОГП з регулятором постійності витрати [10]. При цьому час повного переміщення штоку гідроциліндрів складає 46 с, а при урахуванні зміні подачі РР через дросель завдяки зміні перепаду тисків на ньому від зовнішнього навантаження повний час ходу поршня збільшився на 16 с і досяг 62 с (рис. 7), тобто практично в 1,34 рази. Встановлення регуляторів витрати дає можливість мати жорстку (постійну) характеристику швидкості переміщення гідроциліндрів незалежно від значень зовнішнього навантаження, що скорочує час переміщення гідроциліндрів. При цьому час збільшення

зовнішнього навантаження до $F_{\text{зн}} = 50000$ Н одинковий і складає 42 с. Більш коректним має приклад, коли час навантаження скорочений до 0,05 с і імітується робота домкрата з постійним навантаженням. При цьому маємо час повного підйому вантажу в 76 с при роботі з дроселем (рис. 9), який скорочується до 45 с при заміні дроселя на регулятор витрати (рис. 10), тобто на 31 с, що є результатом зі співвідношенням в 1,7 рази.

На рис. 11 приведені осцилограми роботи ОГП при використанні пропорційного дроселя з дистанційним керуванням, де зміна площі перерізу якого дає зміну витрат РР, швидкості та переміщення гідроциліндрів.

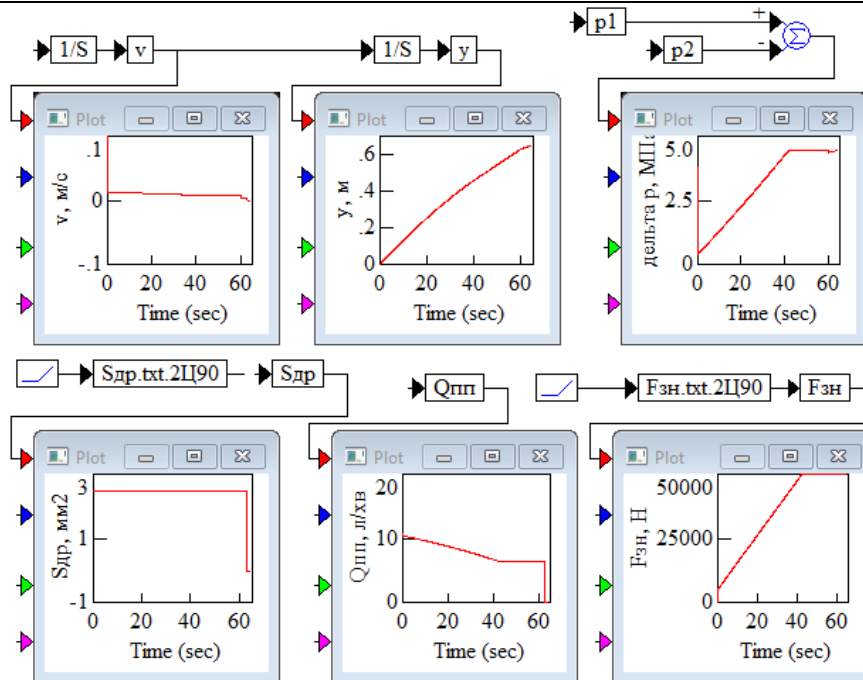


Рис. 7. Залежність зовнішнього навантаження на час переміщення гідроциліндрів на повний ход $l_{\text{п}} = 650$ мм (62 с) при використанні дроселя без функції регулятора постійності витрати

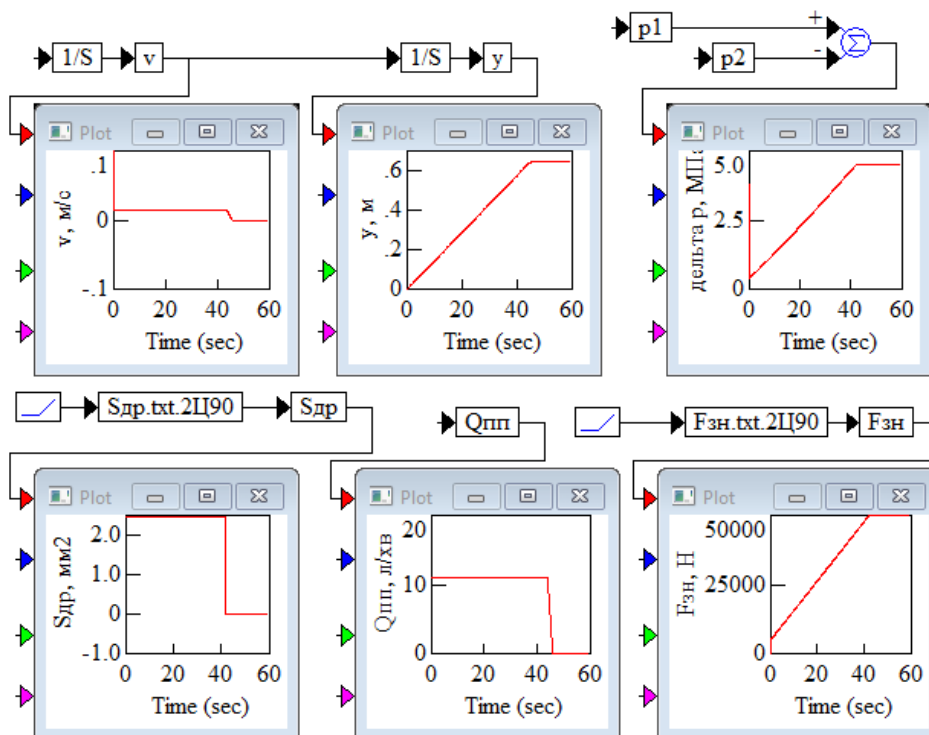


Рис. 8. Залежність зовнішнього навантаження на час переміщення поршня гідроциліндра на повний ход $l_{\text{п}} = 650$ мм (45,6 с) при використанні дроселя з функцією регулятора постійності витрати

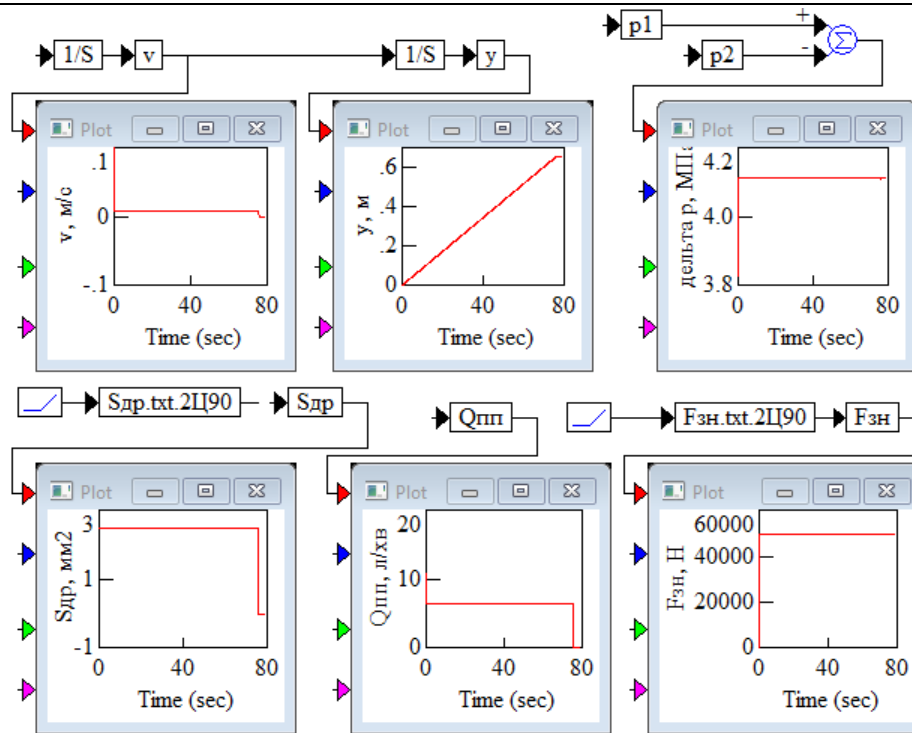


Рис. 9. Залежність зовнішнього навантаження на час переміщення гідроциліндрів на повний ход $l_{\text{п}} = 650 \text{ мм}$ (76 с) при використанні дроселя без функції регулятора постійності витрати при зростанні зовнішнього навантаження за 0,05 с

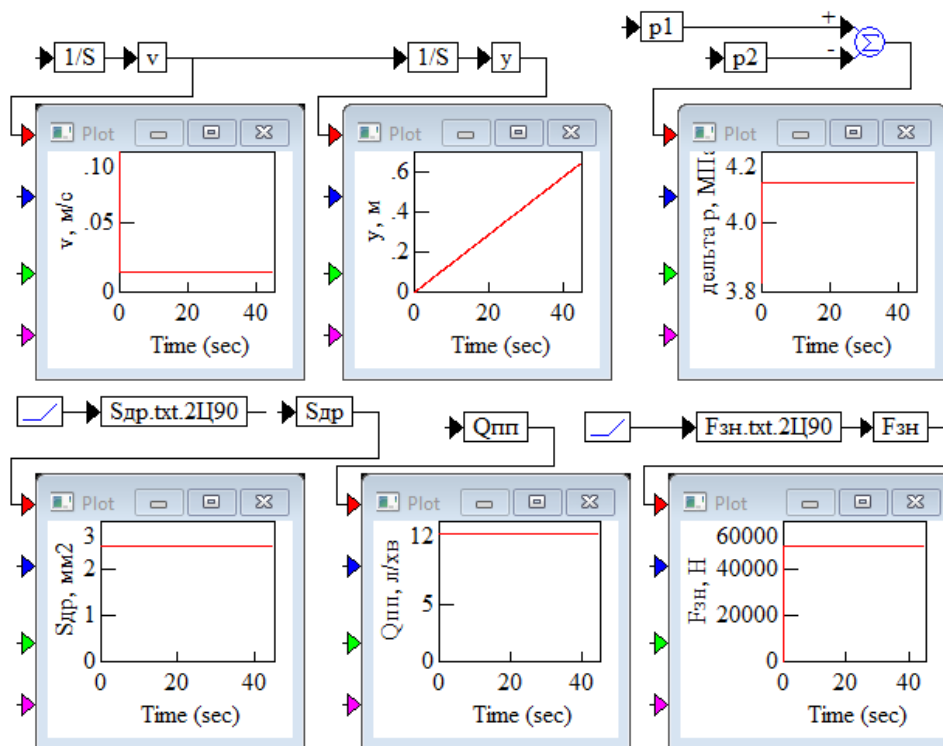


Рис.10. Залежність зовнішнього навантаження на час переміщення гідроциліндрів на повний ход $l_{\text{п}} = 650 \text{ мм}$ (45 с) при використанні дроселя з функцією регулятора постійності витрати при зростанні зовнішнього навантаження за 0,05 с

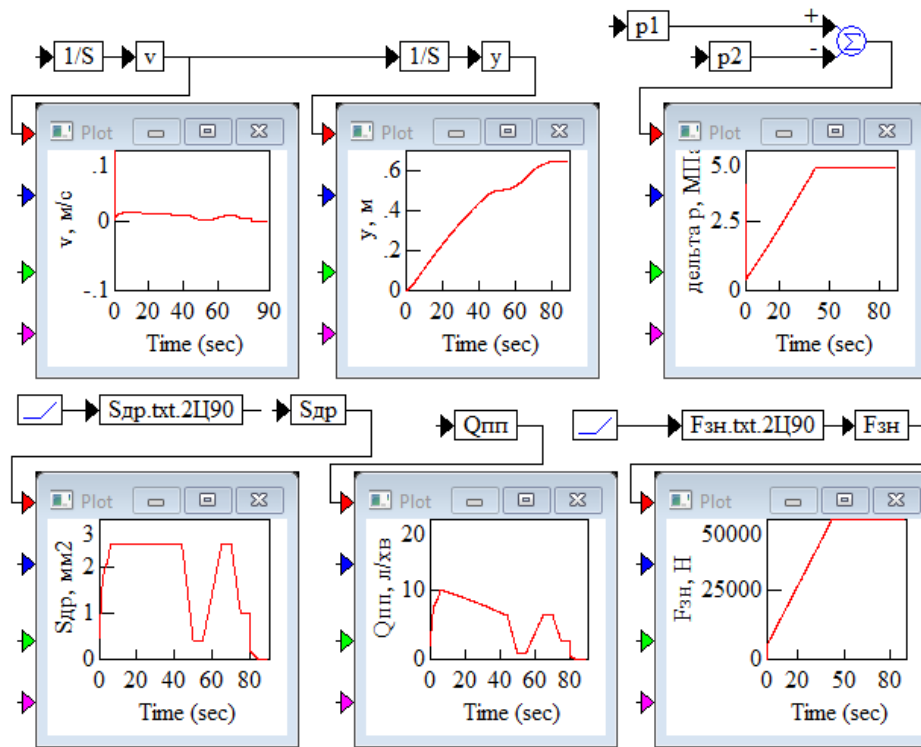


Рис. 11. Робота ОГП при змінних значеннях площі дроселя за допомогою пропорційного електромагніта

Висновки

1. Результати імітаційного моделювання повного циклу переміщення гідроциліндрів стріли підйомника дають можливість проаналізувати характер зміни тиску в порожнинах гідроциліндрів і при виявленні зниження тиску на зливів до кавітаційної небезпеки вчасно ввести необхідні корективи в роботу гідропривода.

2. Показано, що при урахуванні перемінних значень об'ємів поршневих порожнин при пересуваннях гідроциліндрів суттєво змінюються коливальні процеси в гідроприводі і тому є правомірним відповідне доповнення математичної моделі.

3. Визначений суттєвий вплив модуля пружності робочої рідини на колювання тиску в гідроприводі, що підтверджує на необхідність при його експлуатації ретельного очищення рідини від частинок нерозчиняного повітря.

4. Проведено імітаційне моделювання роботи гідропривода з урахуванням використання регулятора витрати, що дозволяє забезпечити жорстку характеристику витрати і скоротити переміщення поршнів незалежно від значення зовнішнього навантаження.

5. Показана можливість дистанційного керування роботою гідропривода шляхом використання пропорційного управління дросельною щільною гідророзподільника або регулятора витрати.

6. Для подальшого уточнення проведених розрахунків планується введення в математичну модель параметрів, що враховують функціонування гідрозамків між гідророзподільником і гідроциліндрами, фактичної характеристики зміни зовнішнього навантаження, а також аналіза зміни тиску в гідроприводі при його гальмуванні [11].

Список літератури

1. Объемный гидропривод в мобильных подъемниках с рабочими платформами: монография / И. Г. Кириченко, Г. А. Аврунин, В. Б. Самородов, А. В. Ярышко. – Харьков: ХНАДУ, 2018. – 296 с.
2. Аналіз об'ємних гідроприводів пересування мобільних підйомників з робочими платформами / Аврунін Г. А., Кириченко І. Г., Шевченко Д. М., Кепфанг К., Поторока А. В. // Polish Journal of Science. – Warzawa, Poland. – № 44 (2021). – Vol. 1. – С. 29-38.
3. Аврунін Г. А. Гідравлічне обладнання будівельних та дорожніх машин: підручник / (Г. А. Аврунін, І. Г. Кириченко, В. Б. Самородов); під ред. Г. А. Авруніна. – Харків: ХНАДУ, 2016. – 438 с.
4. Лурье З.Я. Сравнительный анализ схем гидроприводов с дросельным управлением по эксплуатационным показателям // Промислова гідравліка і пневматика / З. Я. Лурье, И. А. Чекмасова – 2007. – №4(18). – С. 62–65.
5. Гидропривод. Основы и компоненты. Учебный курс по гидравлике, том № 1, заказной номер – RRS, издание 3.1. 2003 г. Издание 2 (на русском языке), Издатель :Бош Рексрот АГ Сервис Автоматизация Дидактика 64711, г. Эрбах, Германия. – 322 с.
6. Расчет, проектирование и эксплуатация объемного гидропривода / З. Л. Финкельштейн, О. М. Яхно, В. Г. Чебан и др. – Киев : НТУУ «КПИ» ВПИ ВПК «Политехника», 2006. – 216 с.
7. Лурье З. Я. Теоретические и практические аспекты динамической компенсации колебаний в мехатронных гидроагрегатах / З. Я. Лурье, Е. Н. Цента, А. И. Панченко // Промислова гідравліка і пневматика. – 2015. – №1(47). – С. 27–44.

8. Особенности моделирования объекта с ручным управлением на примере гидропривода опорного домкрата самоходной буровой установки / Лурье, Гасюк, Цента, Булгаков В.А., Тюфанов Г.Л. // Промислова гідравліка і пневматика. – Вінниця. – 2017. – №4(57). – С. 25 – 41.

9. Імітаційне моделювання динаміки об'ємного гідропривода рульового керування колісного трактора / О. О. Моторна, О. М. Переяславський, В.

Б. Самородов, Г. А. Аврунін, І. І. Мороз // Промислова гідравліка і пневматика. – Вінниця. – 2021. – №1(65). – С. 65-76.

10. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов / К. Л. Навроцкий – М. : Машиностроение, 1991. – 384 с.

11. Беркович Ф.М. Применение гидрозамков в гидроприводах строительных и дорожных машин / Ф. М. Беркович, Ф. Н. Жуков // Строительные и дорожные машины. – 1976. – № 3. – С. 27–28.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕСТНИЧНЫХ РЫБОХОДОВ

Введенская С.Ю.

магистр

ФГБОУ ВПО

«Поволжский государственный технологический университет»

MODERNIZATION OF THE STRUCTURES OF LADDER FISH PASSAGES

Wwedenskaya S.

master's degree

Volga State University of Technology

Аннотация

Предлагается решение по совершенствованию конструкций лестничных рыбоходов с помощью применения гидравлических струй. Представлено теоретическое обоснование использования гидравлических струй для пропуска рыбы из нижнего бьефа в верхний бьеф.

Abstract

A solution is proposed to improve the designs of ladder fish passages using the use of hydraulic jets. The theoretical justification of the use of hydraulic jets for the passage of fish from the lower reaches to the upper reaches is given.

Ключевые слова: водохранилище, рыбоходные сооружения, нерестовая миграция рыбы.

Keywords: storage pool, fish passes, spawning migration of fish, natural reproduction fish.

В настоящее время внутренние водные пути страны, представляющие собой традиционные пути миграции как жилых, так и проходных рыб, в значительной степени являются искусственными (каналы, водохранилища и реки, режим которых существенно изменен возведением гидротехнических сооружений) и почти не осталось естественных, т.е. свободных рек и озер. Во многих случаях это приводит к нарушению условий развития и существования ихтиофауны. К таким нарушениям относятся перекрытие миграционных путей рыб гидроузлами, изменение режима нерестилищ в водохранилищах, захват молоди в водозаборные сооружения, травмирование её различными инженерными сооружениями и скоростными судами, изменение режима расходов и уровней воды в реках при регулировании стока [1]. Все это резко меняет условия воспроизводства рыб, особенно проходных и полупроходных, которые нагуливаются в море, озере, водохранилище, низовьях крупных рек, а для размножения заходят в реки и пойменные системы. Сокращаются ареалы их обитания. Для снижения ущерба, причиняемого гидростроительством на реках, и компенсации его практика отечественного рыбного хозяйства предусматривает использование ряд мер по воспроизводству рыбных запасов: строят рыбообразовные хозяйства и заводы, проводят мелиорацию

нерестилищ, в составе гидроузлов устраивают рыбоохранные гидротехнические сооружения. Однако эти меры не решают в полной мере стоящие проблемы.

Одной из важнейшей и трудно решаемой проблемой из всего комплекса задач, стоящих перед рыбным хозяйством на современном этапе, является задача обеспечения пропуска через гидроузлы ценных популяций рыб, идущих на нерест. Она является центральной в деле сохранения естественного воспроизводства проходных и полупроходных рыб. Несмотря на столетнюю историю применения рыбопропускных сооружений в составе гидроузлов, вопросы их разработки, исследований, проектирования, строительства и эксплуатации не потеряли своей актуальности и сегодня.

Существующие в настоящее время рыбопропускные сооружения, как известно, делят на рыбоходы и рыбоподъемники [2]. В рыбоходах рыбы перемещаются благодаря их активному движению на всём протяжении рыбопропускного устройства, а в рыбоподъемниках – за счёт работы самого сооружения, где рыбы не затрачивают собственной энергии на преодоление водного напора.

Рыбоподъемники обладают рядом существенных недостатков: цикличность действия; несоответствие биологическим особенностям рыб; нали-

чие движущихся элементов; отличие условий выпуска рыб в верхний бьеф от речных условий; сложность в эксплуатации и др. [3, 4, 5]

Рыбоходы являются наиболее распространенным, исследованным и широко используемым на практике видом рыбопропускных сооружений. Они представляют собой открытые каналы, выполненные с постоянным или переменным уклоном по длине [3, 4, 5]. В своей работе рыбоходы используют естественное стремление рыб идти на нерест против течения. Поэтому условия пропуска рыб в рыбоходах близки к естественным условиям. В основе работы действующих рыбоходов лежит технология создания транзитных течений с благоприятным для движения рыб гидравлическим режимом. Специально организованное транзитное течение используют для привлечения рыб в рыбоход, ориентации и стимуляции их движения по его маршевым камерам, а также с целью создания условий для отдыха рыб в водоворотных зонах, формируемых как в маршевых камерах, так и в камерах отдыха. Не смотря на очевидные достоинства перед рыбоподъёмниками, рыбоходы имеют очень существенный недостаток, значительно, а в отдельных случаях и полностью снижающий эффективность рыбопропуска. Данный недостаток заключается в следующем. Известно, что для водохранилищ характерны регулярные технологические колебания уровня воды, приводящие к изменению на гидроузле перепада между бьефами. Однако от последнего напрямую зависит скорость транзитного течения по длине рыбоходного тракта. Поэтому она так же подвержена регулярным колебаниям. Это приводит к нарушению условий эффективного пропуска рыб, поскольку больший расчетного перепад между бьефами чреват формированию в рыбоходе непреодолимо высоких для рыб скоростей транзитного течения, меньший — повлечёт за собой слабое выделение привлекающего шлейфа и отсутствие условий для поступательного движения рыб против течения вверх по рыбоходу.

Применение гидравлических струй в работе лестничных рыбоходов будет способствовать стабилизации гидравлических условий для успешного пропуска рыб из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф [4, 5].

Теоретическое обоснование технологии использования гидравлических струй для пропуска рыбы из нижнего бьефа в верхний бьеф заключается в следующем (рис. 1). В поперечной перегородке 2, разделяющей бьефы гидроузла, выполняют рыбопропускное отверстие 3. По периметру данного рыбопропускного отверстия 3 со стороны верхнего бьефа устанавливают струеобразующие насадки 4. При истечении воды через эти насадки 4 образуются два ряда параллельных гидравлических струй 5, имеющих некоторую начальную скорость V_{0n} .

На некотором расстоянии x_1 от поперечной перегородки 2 происходит взаимодействие струй воды, т.е. происходит образование суммарного потока 6 с начальной осевой скоростью V_{X0} . Величину V_{X0} начальной осевой скорости суммарного потока 6 можно найти из следующей зависимости [4, 5]:

$$V_{X0} = \varphi_X \frac{V_{0n} d_{0n}^3 b_{Э}^3 n}{9,514(h_{Э} - b_{Э})} \quad (1)$$

где φ_X – скоростной безразмерный коэффициент, определяемый опытным путем, V_{0n} – начальная скорость истечения одиночной n -й гидравлической струи, м/с; d_{0n} – диаметр n -го струеобразующего насадка, м; $b_{Э}$ – расстояние между осями симметрии параллельных гидравлических струй в ряду, м; n – количество параллельных гидравлических струй в ряду; $h_{Э}$ – расстояние между рядами (плоскостями распространения) параллельных гидравлических струй на выходе из насадков, м.

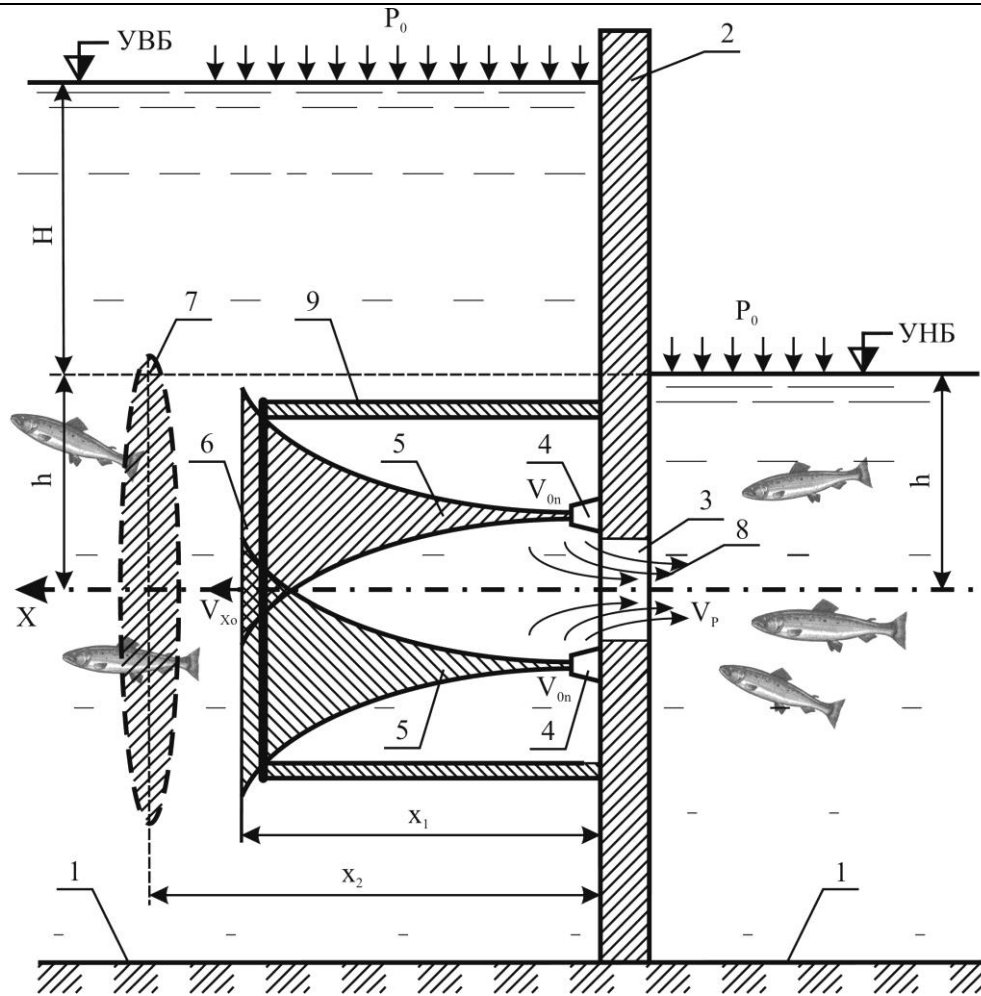


Рис. 1. Схема создания зоны «частично равных давлений» для пропуска рыб, идущих на нерест, через ГТС: 1 – водосливной лоток (рыбоходный тракт); 2 – поперечная перегородка; 3 – рыбопропускное отверстие; 4 – струеобразующие насадки; 5 – ряды параллельных гидравлических струй; 6 – суммарный поток; 7 – зона «частично равных давлений»; 8 – привлекающий поток; 9 – заградительный козырек; УНБ – уровень нижнего бьефа; УВБ – уровень верхнего бьефа; P_0 – давление на свободной поверхности; H – величина напора со стороны верхнего бьефа; h – глубина погружения оси вливного отверстия; V_p – скорость привлекающего потока; V_{0n} – начальная скорость истечения гидравлических струй из насадок; V_{x0} – начальная осевая скорость суммарного потока; X – ось распространения суммарного потока; x_1 – расстояние от поперечной перегородки до зоны взаимодействия струй воды; x_2 – расстояние от поперечной перегородки до зоны «частично равных давлений»

Суммарный поток, образованный двумя рядами n параллельных гидравлических струй, имеет в своём начальном сечении (на расстоянии x_1 от поперечной перегородки) ядро постоянных осевых скоростей. Данное ядро имеет в первом приближении форму прямоугольника и, соответственно, каждая частица жидкости ядра течения в этом сечении будет иметь скорость, равную V_{x0} из выражения (1). Тогда суммарный поток можно рассматривать, как плоскопараллельную струю с начальной скоростью V_{x0} . Закон изменения осевой скорости данной плоскопараллельной струи может быть представлен следующей зависимостью [8]:

$$V_x = \frac{\text{const}}{\sqrt{x}} = \varphi_U \frac{V_{x0} b \varepsilon n}{\sqrt{x}} \quad (2)$$

где x – расстояние от начального сечения суммарного потока до рассматриваемого участка потока, м; φ_U – коэффициент пропорциональности, определяемый опытным путем.

Как видно из выражения (2), при дальнейшем распространении суммарного потока его осевая скорость V_x будет уменьшаться. Это произойдёт за счет пульсационных скоростей (площадь потока F увеличивается) и скорости противотечения, зависящей от перепада бьефов на гидроузле. На некотором расстоянии x_2 (рис. 1) осевая скорость распространения суммарного потока V_x примет значения близкие к нулю и поток в направлении оси X затихнет. Таким образом, произойдёт образование зоны «частично равных давлений» 7, которая

обеспечит беспрепятственный пропуск рыб в верхний бьеф гидроузла. Но для успешного пропуска рыб, идущих на нерест [3 – 5], через рыбоход необходимо наличие устойчивого привлекающего или транзитного течения 8. Величина скорости V_P привлекающего рыбу потока 8 зависит от разницы давлений в зоне «частично равных давлений» 7: P_{SP} – давление суммарного потока (гидравлического упора потока) на расстоянии x_2 от поперечной перегородки 2 и P_W – давление создаваемое напором H со стороны верхнего бьефа.

Давление P_W на оси рыбопропускного отверстия, создаваемое столбом воды высотой H со стороны верхнего бьефа можно записать, используя основное уравнение гидростатики [5], в виде:

$$P_W = \rho g H + \rho g h + P_0, \quad (3)$$

где ρ – плотность воды, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; H – величина напора со стороны верхнего бьефа, м; h – глубина погружения оси рыбопропускного отверстия, м; P_0 – давление на свободной поверхности, Па.

Гидравлический упор, создаваемый суммарным водным потоком можно вычислить, используя следующее выражение [4]:

$$P' = \rho F V_X^2, \quad (4)$$

где ρ – плотность воды, кг/м³; F – площадь сечения суммарного потока, м²; V_X – осевая скорость суммарного потока, м/с.

Тогда давление противотечения P_{SP} , создаваемое суммарным потоком, можно так же определить с использованием основного уравнения гидростатики и записать в следующем виде:

$$P_{SP} = \rho V_X^2 + \rho g h + P_0. \quad (5)$$

При образовании зоны частично равных давлений давление P_W со стороны верхнего бьефа сравняется с давлением противотечения P_{SP} , создаваемым суммарным потоком. Другими словами мы в праве приравнять правые части выражений (4) и (5), т.е. получим

$$\rho g H + \rho g h + P_0 = \rho V_X^2 + \rho g h + P_0. \quad (6)$$

После сокращений и приведения подобных, выражение (10) примет вид:

$$V_X = \sqrt{gH}, \quad (7)$$

где V_X – скорость суммарного (водного) потока, м/с; g – ускорение свободного падения, м/с²; H – величина напора со стороны верхнего бьефа, м.

Изложенные выше рассуждения об условии создания зоны «частично равных давлений» не учитывают влияния эжектирующих способностей струй на общую картину нейтрализации встречного течения. Данное влияние является существенным и

поэтому им пренебрегать нельзя. Оно заключается в следующем [4]: затопленные струи, двигаясь в массе жидкости тех же физических свойств, будут всасывать, и вовлекать в движение частицы жидкости окружающей их среды. За счет этого будет происходить эжекция некоторого дополнительного объема жидкости с нижнего бьефа в верхний бьеф, увеличивая высоту H со стороны верхнего бьефа. Это будет продолжаться до тех пор, пока величина напора H со стороны верхнего бьефа не достигнет какого-то максимального значения H_{max} . С увеличением величины H расстояние до зоны частично равных давлений x_2 будет уменьшаться и при значениях $H = H_{max}$ расстояние $x_2 = x_1$, т.е. наступает равновесие встречных потоков воды (при условии, что начальные скорости истечения гидравлических струй $V_{0n} = const$). В случае когда $H > H_{max}$ (величина давления со стороны верхнего бьефа будет превышать гидравлический упор суммарного потока) происходит обратный процесс: избыток воды движется со стороны верхнего бьефа через рыбопропускное отверстие в нижний бьеф. Таким способом можно создавать привлекающий поток со скоростью V_P на входе во рыбопропускное отверстие. Следовательно, зону «частично равных давлений» в первом приближении можно рассматривать как начальное сечение суммарного потока, и для нее будут справедливы все ранее полученные соотношения, а математическое условие образования зоны «частично равных давлений» (7) примет вид:

$$V_{X0} = \sqrt{gH}. \quad (8)$$

Выражение (8) по своему виду совпадает с известной формулой для определения скорости движения жидкости при её истечении из отверстия [8]. Это говорит о том, что полученное условие (8) не противоречит известным положениям гидравлики.

Таким образом, для создания устойчивого привлекающего (транзитного) потока должно выполняться следующее условие:

$$V_{X0} < \sqrt{gH}. \quad (9)$$

Выполнение условия (9) можно достичь достаточно простым способом, изменяя величину начальной скорости истечения струй V_{0n} , которая входит в выражение (1) для определения скорости V_{X0} .

Возможность использования предлагаемой технологии для пропуска рыб из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф была проверена экспериментально. В опытном бассейне были проведены исследования распространения двух рядов n параллельных гидравлических струй во встречном потоке. Они включали в себя опыты по изучению:

- величины максимально возможного напора H со стороны верхнего бьефа, удерживаемого суммарным потоком воды;

- зоны частично равных давлений;
- условий и факторов, влияющих на создание привлекающего потока;
- возможности использования гидравлических струй для пропуска рыб, идущих на нерест через гидроузел, с использованием модельных рыб.

Предложенная новая технология использования гидравлических струй для пропуска рыбы из нижнего бьефа в верхний бьеф позволила наметить пути совершенствования конструкций лестничных рыбоходов. В них устанавливают поперечные перегородки с рыбопропускным отверстием, работающие по предлагаемой технологии использования гидравлических струй. В общем случае можно использовать три варианта размещения поперечных перегородок:

- одновременное размещение в верхней и в нижней части рыбохода (рис. 2);
- в верхней части (в выходном оголовке) рыбохода;
- в нижней части (во входном оголовке) рыбохода.

Если уровень нижнего бьефа имеет максимальное значение, а уровень верхнего бьефа минимален, то системы струеобразующих насадков рыбопропускных отверстий, выполненных в верхней и в нижней наружной поперечной перегородке рыбохода, отключены и бездействуют, тогда рыбоход будет функционировать в ресурсосберегающем режиме.

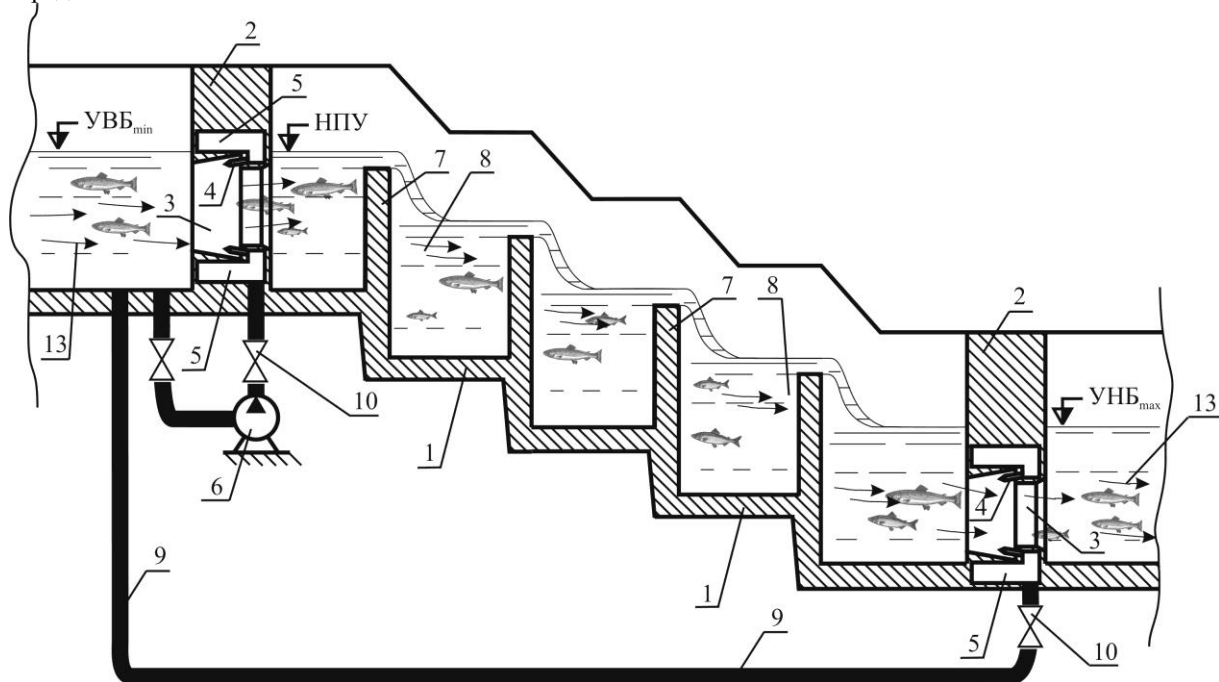


Рис. 2. Схема продольного разреза лестничного рыбохода с наружными поперечными перегородками, размещенными в верхней и в нижней частях рыбохода: 1 – водосливной лоток (рыбоходный тракт); 2 – наружные поперечные перегородки; 3 – рыбопропускные отверстия; 4 – струеобразующие насадки; 5 – коллекторы для питания систем струеобразующих насадков; 6 – питающий насос; 7 – внутренние поперечные перегородки; 8 – бассейны рыбохода; 9 – обводной питающий трубопровод; 10 – задвижки; 11 – ряды параллельных гидравлических струй; 12 – зоны «частично равных давлений»; 13 – направление привлекающего (транзитного) рыбу потока

При увеличении уровня верхнего бьефа до максимальных или форсированных значений включают систему струеобразующих насадков рыбопропускного отверстия, выполненного в верхней поперечной перегородке рыбохода. При истечении воды через струеобразующие насадки перед рыбопропускным отверстием со стороны верхнего бьефа получим зону «частично равных давлений», которая позволит осуществить беспрепятственный пропуск производителей рыб в верхний бьеф гидроузла.

Таким образом, благодаря образованию «зоны частично равных давлений» обеспечивают пропуск заданного транзитного расхода воды через рыбопропускное отверстие, выполненное в верхней поперечной перегородке рыбохода, поддерживая расчетный уровень воды в верхней маршевой камере

рыбохода. Это позволит в случае увеличения уровня верхнего бьефа гидроузла поддержать расчетный уровень воды в последующих нижерасположенных камерах рыбохода и соответственно сформировать оптимальные скорости течения привлекающего транзитного течения по всей длине рыбохода, обеспечивая тем самым создание благоприятных условий пропуска рыбы через рыбоход. При частичном снижении уровня верхнего бьефа, с помощью задвижек уменьшая подачу расхода воды систему струеобразующих насадков рыбопропускного отверстия, выполненного в верхней поперечной перегородке рыбохода, понижают и создаваемое гидравлическими струями гидравлическое сопротивление зоны «частично равных давлений». Тем самым добиваются поддержание расчётного

уровня воды в последующих нижерасположенных камерах рыбохода.

Рыбоход только с верхней поперечной перегородкой эффективен для гидроузлов со значительной амплитудой колебания уровня верхнего бьефа. Однако такая конструкция рыбохода способна частично компенсировать и изменение уровня нижнего бьефа гидроузла.

При понижении уровня нижнего бьефа вплоть до минимального значения включают систему струеобразующих насадков рыбопропускного отверстия, выполненного в нижней поперечной перегородке рыбохода. Образованная таким образом зона «частично равных давлений» на нижней поперечной перегородке рыбохода позволит поддерживать расчётный уровень воды в предшествующих вышерасположенных камерах рыбохода в обстановке изменяющегося нижнего уровня бьефа гидроузла. Это достигается за счёт пропуска заданного привлекающего транзитного течения воды через рыбопропускное отверстие, выполненное в нижней поперечной перегородке рыбохода. Такой режим функционирования рыбохода обеспечит также создание благоприятных условий пропуска рыбы через рыбоход в условиях изменяющегося нижнего уровня бьефа гидроузла путём формирования оптимальных скоростей течения транзитного потока по всей длине рыбохода. Рыбоход только с нижней поперечной перегородкой целесообразно применять для сглаживания колебаний уровня нижнего бьефа. Он может также частично компенсировать и негативное влияние повышения уровня верхнего бьефа гидроузла на условия пропуска рыб. В этом случае, можно отказаться от применения насоса в верхней наружной поперечной перегородке рыбохода, что делает предлагаемую систему энергосберегающей, в которой отсутствуют затраты электроэнергии на формирование гидравлических струй. Данную конструкцию рыбохода и технологию её работы можно с высокой эффективностью применять на гидроузлах, где средний уровень верхнего бьефа держится в районе форсированных значений.

В случае одновременного изменения уровней верхнего и нижнего бьефа гидроузла с учётом величины отклонения в сторону увеличения уровня верхнего бьефа от минимального значения и уровня нижнего бьефа в сторону уменьшения от максимального значения на верхней и нижней поперечных перегородках рыбохода формируют зоны «частично равных давлений». Полученные зоны «частично равных давлений» должны обладать такими гидравлическими сопротивлениями, что бы они могли обеспечить одинаковые расходы привлекающего транзитного течения через рыбопропускные отверстия, выполненные в верхней и нижней попе-

речных перегородках. Эти действия позволят поддерживать расчётный уровень верхней маршевой камеры рыбохода, при любых колебаниях бьефов гидроузла, обеспечивая при этом создание благоприятных условий пропуска рыбы через рыбоход.

Выводы. Предлагаемые подходы модернизации конструкций лестничных рыбоходов и технологий их работы в различных вариантах позволят:

- во-первых, существенным образом упростить задачу компенсации негативного влияния изменения уровней бьефов гидроузла на величину скорости привлекающего (транзитного) течения по рыбоходному тракту;
- во-вторых, возможность применения данных технологий на большинстве гидроузлов, как вновь строящихся, так и уже действующих;
- в-третьих, простым и надёжным способом регулировать скорость привлекающего (транзитного) водного течения;
- в-четвёртых, обеспечивать ресурсосберегающие режимы работы;
- в-пятых, соблюдать все экологические требования охраны природы.

Выбор конкретного варианта конструкции предлагаемого рыбохода зависит от множества факторов, основными среди которых являются: компоновка гидроузла; график технологических колебаний уровней бьефов гидроузла; видовой состав подлежащих пропуску рыб; сроки и характер их миграций рыб и др. Поэтому решение по выбору того или иного варианта должно приниматься в каждом конкретном случае.

Список литературы

1. Введенский О.Г. Рыбоохранный комплекс гидроузла// Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. –2013. – №4. – С. 67 – 81.
2. Введенский О.Г. Разработка экологически щадящей технологии использования водных потоков для пропуска рыб на нерест через ГТС: Дис... техн. наук: 03.00.16. –Йошкар-Ола, 2001. –286с.
3. Шкура В.Н. Рыбопропускные сооружения: В 2-х ч. –Новочеркасск: Новочеркасская гос. мелиоративная акад., 1998. –728с.
4. Введенский, О.Г. Пути повышения эффективности работы рыбоходных сооружений в условиях циклического изменения уровней бьефов гидроузла// Вестник Марийского государственного технического университета. Сер. Лес. Экология. Природопользование. –2010. – №1. – С. 59 – 68.
5. Введенский, О.Г. Конструкции рыбоходов с противотечением на основе экологической технологии использования гидравлических струй/ О.Г. Введенский// Инженерная экология. –2010. – №3. – С. 17 – 30.

РЕСТОРАННИЙ БІЗНЕС В УКРАЇНІ: СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

*Пересічна С.М.**кандидат технічних наук, доцент,**Київський національний університет культури і мистецтв**Копйова Д.В.**магістр,**Київський національний університет культури і мистецтв*

RESTAURANT BUSINESS IN UKRAINE: STATE AND PERSPECTIVE OF THE DEVELOPMENT

*Peresichna S.,**Ph.D. in Technical Sciences,**Kyiv National University of Culture and Arts,**Kopyova D.**Master student,**Kyiv National University of Culture and Arts***Анотація**

У статті розглянуті сучасні тенденції розвитку ресторанного господарства та наголошено, що в Україні сфера ресторанного бізнесу перебуває у процесі адаптації через проблеми економічного, політичного стану і пандемії. З метою стимулювання підприємницької активності у сфері ресторанного господарства доцільним є подальше впровадження інноваційних підходів на підприємствах харчування, поглиблення спеціалізації закладів ресторанного господарства, розширення міжнародних ресторанних ланцюгів, прискорена роботизація. Це дозволить закладам ресторанного господарства ефективно реалізувати послуги та бути конкурентними у ринкових умовах.

Abstract

This article was discovered the current trends in the development of the restaurant industry and emphasizes that in Ukraine the restaurant business is in the process of adaptation due to the economic, political, and pandemic problems. In order to increase the growth of entrepreneurial activity in the restaurant industry would be great to continue to implement innovations in the restaurants, deepening the specialization of restaurants, expanding international restaurant chains, accelerating robotics. This will allow restaurants to effectively provide services and be competitive in the market nowadays.

Ключові слова: ресторанний бізнес, заклад ресторанного господарства, інноваційні технології.

Keywords: restaurant business, restaurant, innovative technologies.

Сфера гостинності, що включає заклади ресторанного господарства, є важливим і необхідним елементом функціонування мегаполісу. Розвиток ресторанного бізнесу в Україні є одним із перспективних напрямів національної економіки. У 2014 році в Україні було зареєстровано 17 511 закладів ресторанного господарства, через рік цей показник впав до 17 059, ще через рік – до 16 661.

2017 рік відзначився певним відновленням ресторанного бізнесу – статистика свідчить про 17 116 закладів харчування, у наступному році цей показник збільшився на 650. За рік до пандемії підприємці відкрили ще близько тисячі закладів, але у 2020 році цей показник зупинився на рівні 14 786 [1].

Сфера гостинності під час пандемії у 2019-2021 роках виживала як могла і судячи з фінансових показників закладів ресторанного господарства, що залишилися та знову відкриті підприємства адаптуються та показують поступовий «рух вперед».

У 2021 року в Україні сфера гостинності показує тенденцію зростання порівняно з аналогічним періодом 2020 року (першого року пандемії).

За результатами з січня по вересень 2021 року обсяг торговельних надходжень ресторанного ринку в Україні становив приблизно 19,3 млрд. грн.

або близько 695,8 млн. дол., що приблизно на 6 млрд. грн. або 218,9 млн. дол., понад 45,9% – перевищує аналогічні показники 2020 року.

І навіть з урахуванням фактичної інфляції на рівні 10%-12% з початку 2021 року та незначної зміни середньорічного курсу долара, бачимо явне зростання показників.

Впевненіше почуваються зараз мережеві структури закладів харчування, які володіють необхідними ресурсами і резервами. Нові заклади ресторанного господарства «хлібної» експансії Дмитра Заходякіна та Аліни Косічкіної, зростаючі проекти «Бульдозер груп» від ресторатора Олександра Орлова, «Холдинг емоцій !FEST» Андрія Худо та заклади Дмитра Борисова, нові проекти від «Гарячих перців» з Одеси, а також багатьох інших – підтверджують це.

Як і в 2020 році, ситуація за форматами нових проектів істотно не змінилася, а тільки «зміцнилася» і відображає бажання ринку рухатися в цьому напрямку.

Понад 80% усіх нових закладів ресторанного господарства відкривалися у 2021 році у форматі кафе чи демократичного ресторану, чим заклади підкреслювали свою цінову доступність та привабливість для гостей незалежно від гастрономічної спрямованості та айдентики [2].

Поточна ситуація щодо розподілу кількості закладів між регіонами України істотно не змінилася

порівняно з 2020 роком і має такий вигляд – інформацію надано в таблиці.

Таблиця

Розподіл закладів ресторанного господарства між регіонами України у 2021 році

Регіони України	Кількість закладів, %
Київ та область	29,2
Західний регіон: Волинська, Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька та Чернівецька області	19,5
Центральний регіон: Вінницька, Дніпропетровська, Кіровоградська, Полтавська, Черкаська області	13,4
Північний регіон: Житомирська, Сумська та Чернігівська області	2,3
Південний регіон: Запорізька, Миколаївська, Одеська та Херсонська області	20,6
Східний регіон – лише Харківська область	15,1

Джерело: узагальнено автором [Структура розподілу ресторанного ринку в Україні за 2021 рік. URL: <https://horeca-ukraine.com/struktura-raspredelenija-restorannogo-rynka-v-ukraine-za-2021-god/>]

Незначний приріст у питомій вазі кількості закладів ресторанного господарства порівняно з 2020 роком показали Західний регіон (близько 0,6%) та Київ з Київською областю (близько 0,5%).

Київ та область є основною локацією та концептрацією найбільшої кількості закладів ресторанного господарства України. Порівняно із закінченням 2020 року, питома вага регіону показала приріст близько 0,5% і становить 29,2% серед загальної кількості всіх українських підприємств. Як і раніше, основна їхня частина знаходиться в столиці (близько 89%).

Динаміка приросту загальної кількості закладів харчування порівняно із 2020 роком склала більше 7,5% і в кількісному співвідношенні, це найбільший приріст закладів порівняно з іншими регіонами країни.

Загальний приріст кількості закладів ресторанного господарства в Україні загалом станом на серпень 2021 року порівняно з 2020 роком становив приблизно 6% або більше 28 тисяч закладів обслуговують своїх гостей у всіх регіонах країни.

На жаль, кількість українських закладів ресторанного бізнесу істотно менша за показники 2019 року, але ринок поступово відновлюється і зростає [3].

В останні десятиліття в розвитку закладів ресторанного господарства окреслилися такі тенденції:

- запровадження формату високої кухні;
- поглиблення спеціалізації закладів ресторанного господарства;
- створення та розширення міжнародних ресторанних ланцюгів;
- удосконалення форм праці та впровадження досягнень науково-технічного прогресу.

Сучасними напрямками кулінарії є фьюжн і молекулярна кулінарія.

Сьогодні кухня в стилі фьюжн поширена у всьому світі. Батьківщина цього напрямку – США.

Фьюжн (кулінарія) – це авторський напрямок, що увібрав у себе все найкраще з кулінарних традицій Сходу і Заходу. Гармонійне змішання смаків, стилів, інгредієнтів і кулінарних традицій таких популярних кухонь світу, як французька, італійська, китайська, японська, мексиканська та інші.

У перекладі з англійської мови «фьюжн» означає «злиття, сплав». Фьюжн – це симбіоз кількох культур не тільки в одній кухні, але і в одній страві.

Особливості фьюжн кухні:

- поєднання технологій різних кухонь в одній страві;
- застосування спецій та різноманітних їх сумішей у великих кількостях;
- оригінальне подавання страв;
- висока якість та натуральність усіх продуктів;
- поєднання традиційних технологій іноземної кухні під місцевий смак;
- надання традиційній страві незвичайної форми подавання та оформлення.

Засновниками молекулярної кухні вважаються хімік Ерве Тис та фізик ядерник Ніколас Курті. Про такий вид гастрономії почули ще в 1992 роках і з того часу молекулярна кухня стала невід'ємною частиною багатьох відомих та дорогих ресторанів.

Молекулярна кухня – це кардинальні зміни в вигляді та текстурі страви, це можливість за допомогою сучасних нанотехнологій розкласти будь-який продукт на молекули, створити унікальне смакове поєднання, або ж надати страві неповторної форми. Ця осучаснена гастрономія, не принесе жодної шкоди людському організму, оскільки навіть не дивлячись на величезну кількість фізико-хімічних процесів і перетворень зі складовими страви – її смак залишається незмінним.

Головні прийоми молекулярної кухні: обробка продуктів рідким азотом, емульсифікація (змішування нерозчинних речовин), сферифікація (створення рідких сфер), желювання, карбонізація або збагачення вуглекислотою, вакуумна дистилляція.

Останнім часом поряд з традиційними повносервісними закладами ресторанного господарства з'явилися спеціалізовані підприємства зі скороченим набором пропонованих послуг і страв. Спеціалізація їх є різноманітною. Ресторани можуть спеціалізуватися, як правило, на приготуванні національних страв, вечерь, сніданків. Поширення набувають заклади ресторанного господарства швидкого обслуговування, які спеціалізуються на гамбургерах і смаженій картоплі (McDonald's), піці

(Pizza Hut, Domino, Little Caesar), біфштексах (Sizzler), морепродуктах (Red Lobster), сендвічах (Subway). Особливо актуальними є тематичні ресторани: Дикий Захід, рок-н-рол, футбол тощо. Переважно вони пропонують обмежену кількість страв, але зосереджуються на створенні відповідного настрою та атмосфери.

Поглиблення спеціалізації закладів ресторанного господарства пов'язане зі створенням міжнародних ланцюгів, які відіграють важливу роль у розробці і просуванні високих стандартів обслуговування.

Загалом ринок ресторанного бізнесу розподіляється на три сегменти: ресторани швидкого харчування (QSR), демократичні ресторани (casual dining) і преміальні ресторани (fine dining). Останнім часом, за умов розширення ринку і розвитку конкуренції, почали виділяти також сегмент fast casual (casual dining з форматом free-flow), як більш дешеве відгалуження сегменту демократичні ресторани (casual dining) [4].

Іноземні системи дали поштовх для розвитку національних систем на основі франчайзингу. Одним з перших таких проектів стало створення мереж національних закладів ресторанного господарства швидкого харчування «Швидко», «Мак Смак», «Домашня кухня», «Пузата хата» та ін.

У регіонах України з'явилися свої оригінальні підприємства, наприклад «Домашній кухар» (Черкаси), «Жарю парю» (Одеса), мережа ресторанів «XXI століття» в Києві.

Останніми роками в ресторанному бізнесі України формується новий напрям – демократичні ресторани, що поєднує в собі технології фаст-фуду і якість національної (або змішаної) кухні, що потребують індивідуального підходу.

Стосовно підприємств ресторанного господарства «фрі-фло» – це вільний рух як відвідувачів, так і їжі. Ознаки таких підприємств – приготування страв у присутності гостей, відсутність офіціантів, відкрита кухня, широкий асортимент страв. Ця демократична концепція ресторанного обслуговування характерна для мереж «Автогриль», «Два гусаки», «Гурме», «Казино», ресторану «Граблі» та ін.

Суть концепції «фрі-фло» полягає в максимальній демократичності стосунків з гостями. Вона дає можливість відвідувачам самостійно обрати місце, комфортно розміститися, почуватися невимушено. Все це забезпечується поєднанням «відокремлених островів»: кавового, пивного, лінії гарячих страв.

В Україні чимало ресторанів і кафе, які радують гостей не лише гарною кухнею, а й цікавими інтер'єрами. Лідером за кількістю та, мабуть, і за якістю концептуальних закладів ресторанного господарства є місто Львів.

У Львові працюють ресторани незвичних форматів, запорукою успіху яких є проривна ідея з чітким бізнес-планом. Підприємства вже через місяць після відкриття повинні давати прибуток. Прикладом таких закладів є «Криївка», «Мазох-кафе»,

«Старий трамвай». Для останнього спеціально викупили призначену для брухту колісну базу старого трамвая, за старими світлинами відновили і збудували вагончик. Ідейно тематика закладу «Криївка» пов'язана з історією УПА, а «Мазох-кафе» – з еротичною тематикою. У сюжеті CNN «Мазох-кафе» назвали одним з найбільш незвичних закладів світу.

Мода на здоровий спосіб життя також вплинула на культуру харчування українців, визначивши ще одну світову тенденцію розвитку ресторанного бізнесу – вживання здорової їжі (тобто якісних продуктів, що пройшли мінімум обробки), що стало вимогою часу. Тенденція переходу на екологічні продукти харчування, набуває все більшу популярність. Зростаючий інтерес до здорової і смачної їжі вплинув на появу ще декількох популярних напрямків ресторанного бізнесу. По-перше, набирає популярність формат «renkitchen» клієнти хочуть бачити, як і з чого для них готують. По-друге, набуває популярності такий напрямок, як «slow-food», який ґрунтується на повільному вживанні смачної і здорової їжі, виховання смаку у гостей і повернення у них поваги до їжі. Тому при приготуванні страв використовується мінімум механічної та теплової обробки: споживачі хочуть відчувати смак продукту, а не численних спецій. А в меню – все більше страв пропонується з овочів і фруктів.

Зростає кількість спеціалізованих закладів ресторанного господарства: суп-барів, салат-барів, збільшується число вегетаріанських ресторанів [5].

Заклади харчування пропонують для гостей інноваційну послугу: «Правильне харчування»:

- розрахунок калорій, білків, жирів та вуглеводів (КБЖУ), виходячи з того, якого результату гість хоче досягти (набір або втрата маси);
- щоденне приготування та доставка їжі в будь-яке, зручне місце;
- до раціону пропонують п'ятиразове харчування: сніданок, перекус, обід, полуденок, вечерю, а також рекомендації та мотиваційні цитати.

Така пропозиція є перспективною для закладів ресторанного господарства, оскільки допоможе залучити додаткову кількість споживачів, які опікуються здоров'ям, але не мають вільного часу для приготування здорової, збалансованої їжі в домашніх умовах.

Позитивні наслідки розвитку ресторанного господарства в Україні:

- дає істотну економію суспільної праці завдяки раціональнішому використанню техніки, сировини, матеріалів;
- надає відвідувачам протягом робочого дня гарячу їжу, що підвищує їх працездатність, зміцнює здоров'я;
- дає можливість організації збалансованого раціонального харчування в дитячих і навчальних закладах;
- автоматизація підприємств ресторанного господарства полегшує управління всіма аспектами бізнесу, від закупівлі сировини до планування великих заходів, банкетів. Навіть для невеликих підприємств використання автоматизованих систем управління для бухгалтерського обліку виправдане.

В Україні до прогнозованих трендів розвитку закладів ресторанного господарства у 2022 році можна віднести:

- прискорена роботизація;
- заміна м'яса рослинним білком;
- бурхливе зростання dark kitchen;
- замовлення на барі;
- зростання популярності слабоалкогольних напоїв;
- висока кухня залишається [6].

Зі сфери гостинності через низькі зарплати та погані умови праці звільняється персонал. У середньому на кухнях ресторанів не вистачає шести працівників. Тому ресторани починають використовувати дедалі більше роботів, оскільки за допомогою роботів можна готувати 1500 страв на годину.

Крім того, нестача та високі ціни на курятину, яловичину змушують рестораторів шукати заміну м'яса в меню і реалізують веганські нагетси та бургери в підприємствах харчування міст Києва та Львова.

В 2021 році в Україні через пандемію коронавірусу серед споживачів користується попитом формат підприємств dark kitchen. Це підприємства ресторанного господарства, що готують їжу у форматі навінос у приміщенні-цеху та реалізують її онлайн – все це без прямої взаємодії з споживачами. Dark kitchen – це продаж готової їжі виключно з доставкою.

В закладах ресторанного бізнесу з'являється все більше табличок «Замовлення на барі». Їжу в casual ресторанах все частіше можна замовити прямо на барі. Це стосується не лише напоїв, а й повноцінних страв. Таким чином оптимізуються витрати на заробітну плату персоналу.

В Україні спостерігається зростання популярності слабоалкогольних напоїв. Дослідницька компанія IWSR прогнозує зростання продажу слабоалкогольних напоїв, переважно пива, на 31%. Причин тому багато: більш усвідомлене споживання, круті упаковки та маркетинг, покращений продукт і бажання гостей відновити фізичну форму після Covid.

В меню ресторанів все частіше зустрічаються органічні та біодинамічні вина, «важка комбуча». Серед гостей залишаються популярними на сьогоднішній день ресторани «високої кухні».

Таким чином, як показує порівняльна оцінка кількості закладів ресторанного господарства всіх форматів обслуговування та форм власності ситуація на ресторанному ринку поступово нормалізується і присутня позитивна динаміка, зростання кількості закладів по всіх регіонах України.

Загалом сфера ресторанного бізнесу має перспективи розвитку та потребує окремого підходу до політики просування закладів.

Список літератури

1. Динаміка розвитку ресторанного бізнесу в Україні. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2021/05/24/infografika/biznes/restorannyj-biznes-cyfrax-skilky-zakladiv-harchuvannya-kyuevi-ta-svitovyx-stolycyux> (дата звернення: 9.01.2022).
2. Об'єм ресторанного ринку в Україні в 2021 году. URL: <http://restaurantconsulting.com.ua/obem-restorannogo-rynka-v-ukraine-v-2021-godu> (дата звернення: 7.01.2022).
3. Структура розподілу ресторанного ринку в Україні за 2021 рік. URL: <https://horeca-ukraine.com/struktura-raspredelenija-restorannogo-rynka-v-ukraine-za-2021-god/> (дата звернення: 7.01.2022).
4. Ринок маркетингових комунікацій в Україні. URL: <http://nauka.kushnir.mk.ua> (дата звернення: 9.01.2022).
5. Прилепа Н. В. Сучасні тенденції розвитку ресторанного господарства України та Європи // Вісник Хмельницького національного університету. 2017. Т. 1, № 6. С. 163-166.
6. Тренды развития общепита в 2022 году. URL: <https://horeca-ukraine.com/trendy-razvitija-obshhepita-v-2022-godu/> (дата звернення: 9.01.2022).

STUDY OF THE STATE AND DEVELOPMENT OF MEASURES FOR THE DESIGN OF HYDROCARBONS IN THE FIELDS OF WESTERN KAZAKHSTAN

Shayakhmetova Zh.

Candidate of Technical Sciences, Professor

Gubashov A.

Master's student

Oil and Gas Faculty

Atyrau University named after Safi Utebayev

Abstract

This article discusses topical problems, further effective development of depleted oil deposits is to increase their final oil recovery on the example of the Kenkiyak field. Considering field development regulation.

Keywords: hydrodynamic research, regulation, control, well, filtration research, enhanced oil recovery, sucker rod pump.

Methodology. Since the beginning of the development, hydrodynamic studies have been carried out on the Barremian and Jurassic horizons, in the period from

1999 to 2002, 15 studies were conducted by the pressure recovery method.

During the period 1999-2011, measurements of reservoir and bottom-hole pressures were carried out at

the field through the inter-tube space using deep pressure gauges. Most of the measurements were carried out on inactive and idle wells, during the PRS and cattle, measurements were also carried out in observation wells [1,2,7].

For the period 2012-2018, hydrodynamic studies covered the objects: I, II, III and VI of the above-salt

deposits of the Kenkiyak deposit. The number of performed GDI for the period 2012 - 6 months of 2018 is presented in Table 1. Measurements of reservoir and bottom-hole pressures were carried out using deep pressure gauges such as the method of steady-state selections, KVD studies were carried out by closing wells from 3.3 to 23 days [1,2,3,4,7].

Table 1

Number of completed GDI for 2012 - 1st half of 2018

Method	Total	Objects			
		Object I	Object II	Object III	Object VI
the method of steady-state selections	5	-	-	5	-
KVD	60	-	1	59	-
Total	65	-	1	64	-

Object I. Based on the available data, the average value of the productivity coefficient is 0.447 m³/(MPa*day), the permeability is 0.119 mm².

Object II. Since the approval of the current project document ("Updated Development project ... 2012"), one study of the KVD for well No. 1008 has

been carried out. The well was closed from 05.11.2018 to 15.11.2018, for a period of ten days (240 hours). To plot the graph, data obtained by measuring with a pressure gauge every 1.5 hours at the bottom of the well were used. Figure 1 shows the curve of pressure and temperature dependence on time.

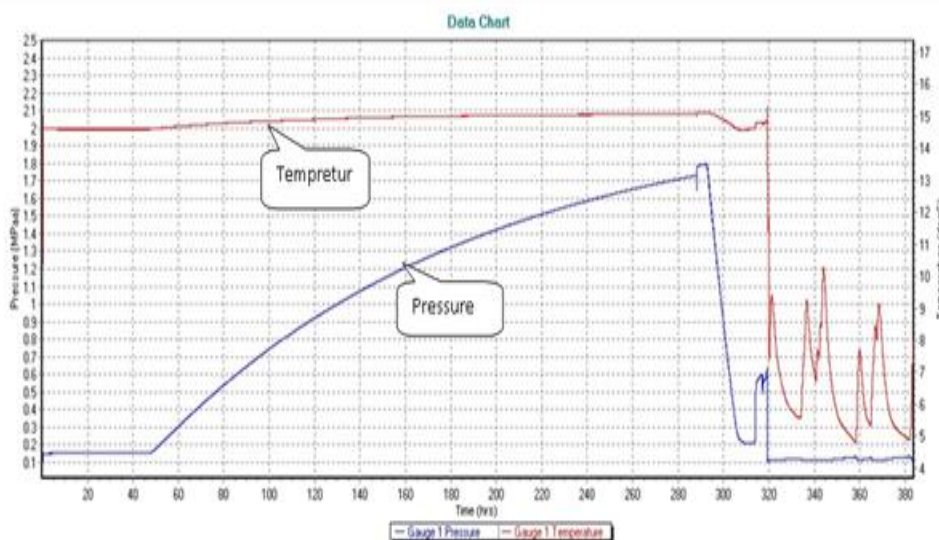
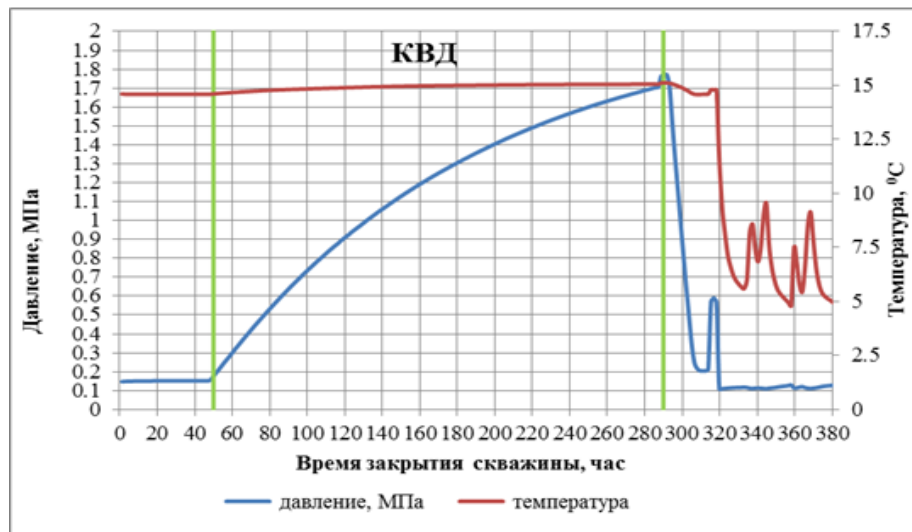


Fig. 1 - Curve of pressure and temperature dependence on time in well No. 1008 in 2018

Pressure and temperature measurements were carried out at a depth of 246 m. The duration of the KVD recording was 240 hours. During this time, the pressure increased from 0.15 MPa to 1.73 MPa. It is worth noting that the pressure in the well is under-restored to

static, there is no rectilinear horizontal section of the curve. There is no radial inflow until the last stage of well closure. Figure 2 shows a diagnostic graph based on the results of the KVD study.

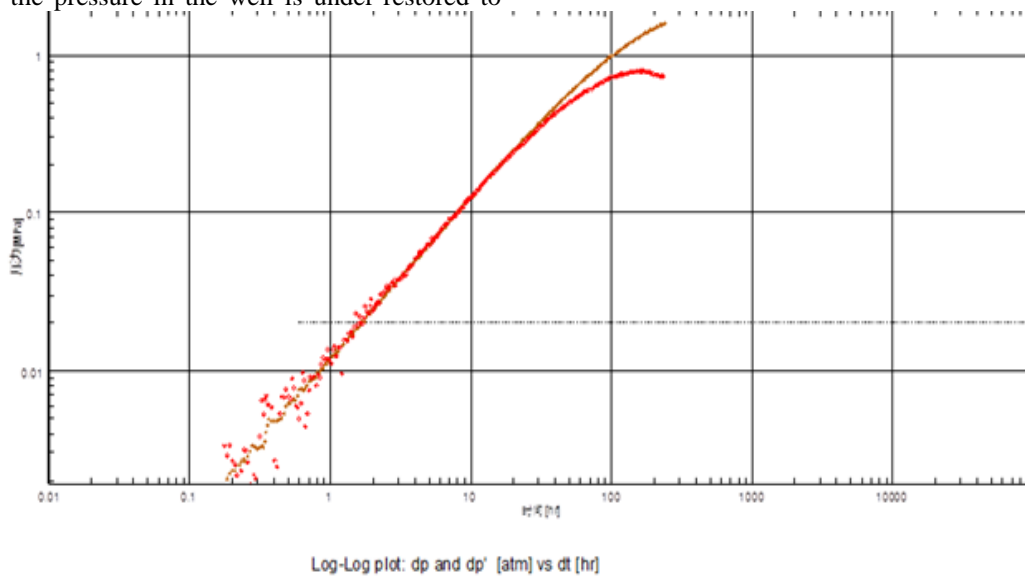
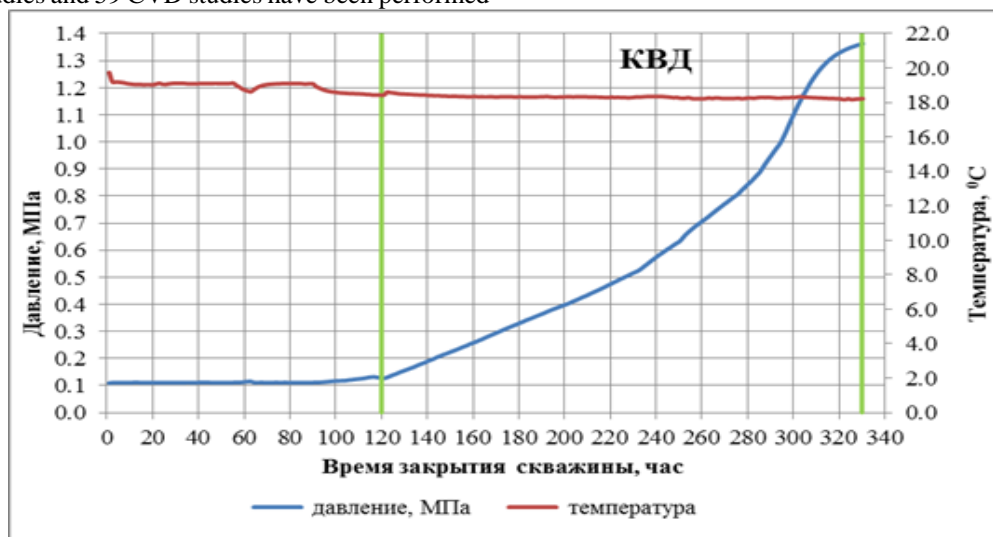


Fig. 2 - Diagnostic graph based on the results of the KVD study for well No. 1008 in 2018

On the graph, the burgundy curve represents the measured pressure, the red curve is its derivative, taking into account all the data about the reservoir. At the beginning of time, the influence of the borehole is noted. The calculated skin factor is 38.8, which indicates contamination of the bottomhole zone. Based on the available data, the average value of the productivity coefficient is 0.159 m³/(MPa*day), the permeability coefficient is 0.04 mm². [1,7]

Object III. For the entire period since 2012, six MUO studies and 59 CVD studies have been performed

on the main facility. Analyzing the research, we will consider the implementation of the KVD on well No. 1147 in dynamics. Studies on this well were conducted in 2017 and in 2018. In the first case, the well was closed from 18.09.2012 to 27.09.2012, for a period of nine days (210 hours). To plot the graph, data obtained by measuring with a pressure gauge every 1.3 hours at the bottom of the well were used. Figure 3 shows the curve of pressure and temperature dependence on time.



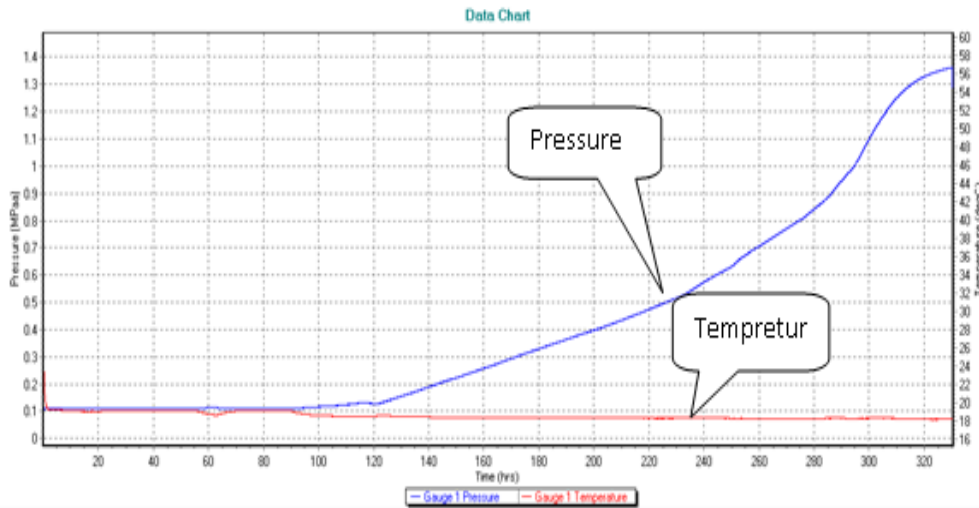


Fig. 3 - The curve of pressure and temperature dependence on time in well No. 1147 in 2018

Pressure and temperature measurements were carried out at a depth of 250 m. The duration of the KVD recording was 210 hours. In 210 hours, the pressure changed from 0.13 MPa to 1.36 MPa.

The duration of the KVD recording was 329 hours. During the entire study period, the pressure changed

from 1.1 MPa to 1.2 MPa, the amplitude of pressure recovery is relatively small. It is worth noting that after 20 hours of well closure, a radial inflow appeared, the curve continues to rise, reflecting changes in the filtration properties of the periphery. Figure 4 shows a diagnostic graph based on the results of the KVD study.

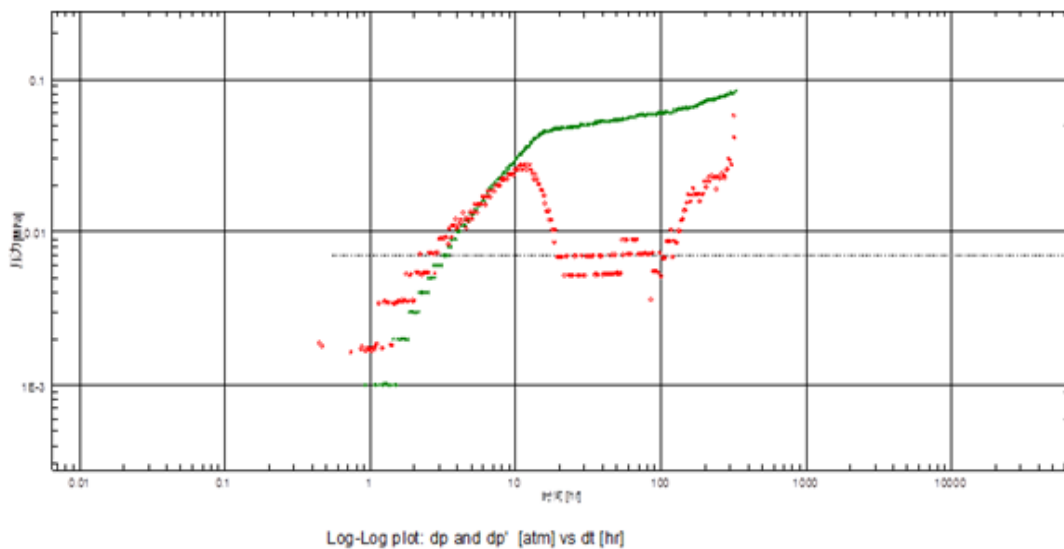


Fig. 4 - Diagnostic graph based on the results of the KVD study for well No. 1178 in 2019

On the graph, the green curve represents the measured pressure, the red curve is its derivative. At the beginning of time, the influence of the borehole is noted. The calculated skin factor is -3.59, which indicates that the formation near the borehole is not contaminated. Also, taking into account the available data on the object III along the horizon (Y2-II), the average value of the productivity coefficient is 1.449 m³/(MPa*day), the permeability coefficient is 0.391 microns, along the horizon (Y2-III), the average value of the productivity coefficient is 0.370 m³/(MPa*day), the permeability coefficient is 0.457 microns.

The range of changes and the average FES estimate for objects, according to which, along the horizons of Y2-I, Y2-II and Y2-III, the permeability coefficient is 0.04, 0.391 and 0.457 mm², the hydroconductivity is Y2-I - 0.003; Y2-II - 0.025; Y2-III - 0.009; mm²·m/(MPa·s), respectively.

Figure 5 shows the movement of the well stock for the period 01.01.2013-01.07.2018 as a whole for the field.

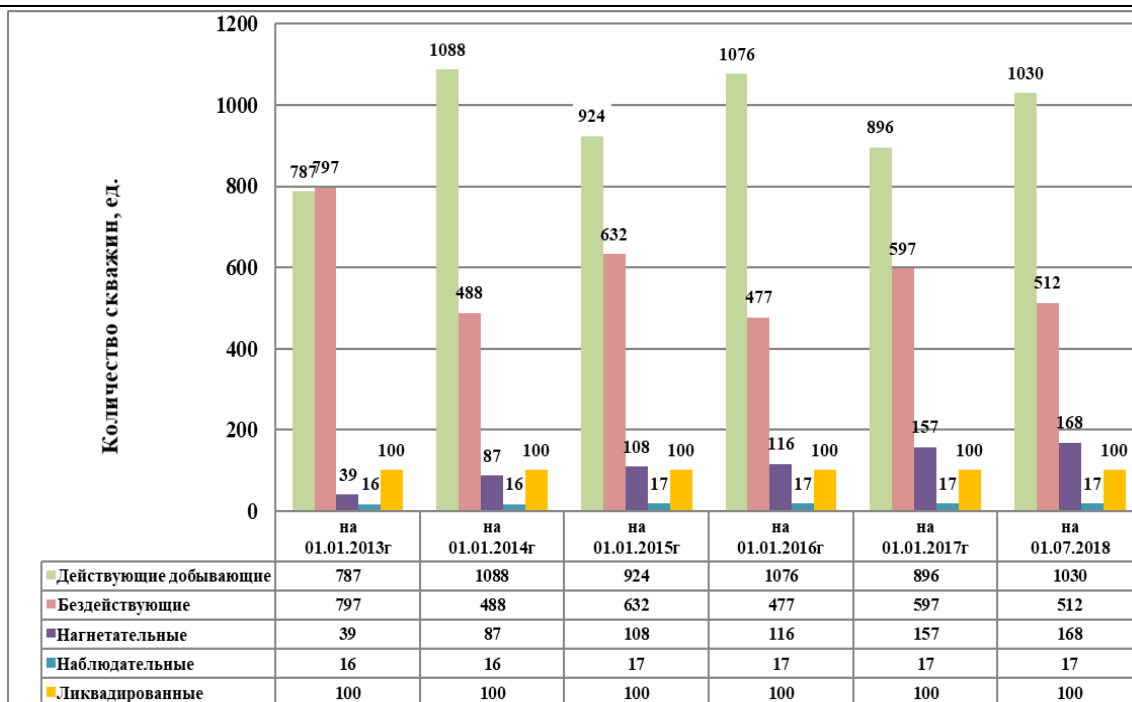


Fig. 5 - Distribution of the well stock by year in the field as a whole

There is an increase in the number of operating wells and, accordingly, a reduction in the number of wells that are inactive. The number of injection wells is steadily increasing, which is mainly due to the transfer of producing wells for water and steam injection.

At the field, producing wells are mainly operated using SHGN and the swabbing method. According to the data on the main methods of operating existing wells, as of the date of the report, the majority of wells in the field are operated by SHGN (44.0% of the total operating production fund), by swabbing - 32.25%, 17.53% of wells are equipped with screw pumps (VN) and 6.3% are in periodic operation. During the period (from 2014 to 01.07.2018), the share of wells in operation by the SHGN method decreased by 47 units (from 500 to 453 units), the fund of wells equipped with HV decreased by 8 units (from 188 to 180 units), the number of wells operated by the swab method increased by 332 units. (from 0 to 332 units), 65 wells are in periodic operation, which is 34% less than in 2017. All new wells are equipped with SHGN installations. The main method of operation of producing wells of a steep slope is SHGN, one well is operated by the swabbing method [1-7].

Results After analyzing [2,3,4,5,6,7] according to the coefficient of operation at the development sites of the above-salt deposits of the Kenkiyak field in the period from 2014 to 2018, it is clear that the operation of wells on the Main area is influenced by factors such as the method of development, waterlogging, GTM, seasonal flooding. In general, it is worth noting that the operating coefficient is at a low level, which is due to the actual condition of the well stock and the method of operation. There is a high coefficient of well operation in the Steep Slope section.

Conclusions. In order to ensure the development of the above-salt deposits of the Kenkiyak field in accordance with the planned project, it is necessary to choose a rational method for lifting fluids from oil

wells, choose suitable wellhead and borehole equipment in accordance with the geological and physical characteristics of productive reservoirs at the Kenkiyak field, as well as the physicochemical properties and energy state of reservoir fluids of development facilities. In the process of selecting production methods and equipment for oil wells, it is necessary to take into account the field equipment at the field, which is currently used by JSC "SNPS-Aktobemunaigas", as well as the actual operating conditions of this equipment. A feature of the development of deposits of the Kenkiyak nadsol deposit is the properties of the extracted products, characterized by high viscosity.

References

1. PROJECT FOR THE DEVELOPMENT OF ABOVE-SALT DEPOSITS OF THE KENKIYAK DEPOSIT. KazNIPImunaygas, Aktau, 2018
2. Moldabayeva, G.Zh., Suleimenova, R.T., Akhmetov, S.M., Shayakhmetova, Z.B., Suyungariyev, G.E. THE PROCESS OF MONITORING the CURRENT CONDITION OF OIL RECOVERY at the PRODUCTION FIELDS in WESTERN KAZAKHSTAN. Journal of Applied Engineering Science. 2021, 19(4), стр. 1099–1107
3. Moldabayeva, G., Suleimenova, R., Karimova, A., Akhmetov, N., Mardanova, L. Experimental support of field trial on the polymer flooding technology substantiation in the oil field of western Kazakhstan | Projeto de ensaio experimental de tecnologia de inundação de polímeros em depósitos do cazaquistão occidental. Periodico Tche Quimica. 2020, 17(35), стр. 663–677.
4. Moldabayeva, G.Zh., Suleimenova, R.T., Turdiyev, M.F., Shayakhmetova, Zh.B., Karimova, A.S. Scientific and Technical Substantiation of Reducing Oil Viscosity. International Journal of Engineering Research and Technology. 2020, 13(5), стр. 967–972.

5 G. Moldabaeva, R.T. Suleimenova, etc. "Analysis of the results of hydrodynamic studies of wells and formations of the Kenkiyak deposit". Oil and gas business. Vol. 19, No. 1, 2021. Pp. 85-90. DOI 10.17122/ngdelo-2021-1-85-91. ISSN 2073-0128.

6. Amelin I.D., Surguchev M.L., Davydov A.V., Forecast of oil deposits development at a late stage, M. Nedra, 1994, 308s.

7. Bagrintseva K.I., Fracturing of sedimentary rocks, M. Nedra, 1982, 256s.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУМКОЛЬ, ПОВЫШЕНИЕ НЕФТЕОТДАЧИ С ПРИМИНЕНИЕМ ХИМРЕАГЕНТОВ

Шаяхметова Ж.Б.

к.т.н., профессор

Хансултанова М.С.

магистрант

Нефтегазовый факультет

Атырауский университет имени Сафи Утебаева

INVESTIGATION OF COMPLICATIONS DURING THE DEVELOPMENT OF THE KUMKOL FIELD, ENHANCED OIL RECOVERY WITH THE USE OF CHEMICALS

Shayakhmetova Zh.,

Candidate of Technical Sciences, Professor

Hansultanova M.

Master's student

Oil and Gas Faculty

Atyrau University named after Safi Utebayev

Аннотация

В связи с нарастающим истощением нефтяных месторождений за последние два десятилетия первоочередной задачей топливно-энергетических компаний является повышение нефтеотдачи. В настоящее время существует множество способов увеличения нефтеотдачи. В данной статье рассматриваются технологии повышения нефтеотдачи пластов с использованием современных химических реагентов.

Abstract

Due to the increasing depletion of oil fields over the past two decades, the primary task of fuel and energy companies is to increase oil recovery. Currently, there are many ways to increase oil recovery. This article discusses technologies for increasing oil recovery using modern chemical reagents.

Ключевые слова: Месторождение, продуктивный пласт, солянокислотная обработка, насосно – компрессорная труба, забой.

Keywords: Oil field, productive reservoir, hydrochloric acid treatment, pumping and compressor pipe.

Целью данной статьи является анализ технологий повышения нефтеотдачи пластов с использованием современных химических реагентов. Задачи статьи: характеристика современных технологий повышения нефтеотдачи пластов; изучение факторов, влияющих на повышение нефтеотдачи пластов; изучение основных направлений повышения нефтеотдачи пластов с использованием современных химических реагентов.

Практическое значение статьи заключается в том, что исследование может быть использовано для повышения нефтеотдачи пластов с использованием современных химических реагентов и для распространения достаточной информации о роли современных химических реагентов в повышении нефтеотдачи пластов.

Введение. Месторождение Кумколь расположено в южной части Тургайской низменности, административно входит в состав Жездинского района Жезказганской области Республики Казахстан (Рисунок 1).

Ближайшими населенными пунктами являются железнодорожные станции Жалагаш (150 км), Жусалы (210 км), Карсақпай (180 км) и пос. Сатпаево (250 км). Расстояния до областных центров г. Кызылорда и г.

Жезказган составляют 160 км и 290 км соответственно. На расстоянии 230 км к востоку от месторождения проходит нефтепровод Омск-Павлодар-Шымкент, а в 20 км к северо-востоку проходит ЛЭП Жусалы-Ленинск.

Непосредственно в районе расположения месторождения местное население в летний период занимается отгонным животноводством (для этой цели площадь передана в аренду Кызылординской области). Район экономически слабоосвоен. На площади месторождения имеются только грунтовые дороги. Для обеспечения транспортной связи г. Кызылорда с месторождением Кумколь согласно утвержденной схеме развития района, ведется строительство автодороги Кызылорда-Кумколь протяженностью 190 км.

В орографическом отношении площадь месторождения представляет собой степь с абсолютными отметками рельефа 106-169 м над уровнем моря.

Непосредственно, территория месторождения Кумколь приурочена к поверхности обширной древней озерной котловины в виде неправильного овала выпянутого в субмеридианальном направлении. С северной и восточной сторон котловина обрамлена плато-обрамленными возвышенностями с пологими склонами,

с северо-запада и с запада плато спускается в котловину в виде круглого уступа.

В южной части, особенно в его юго-западной части, развита серия песчаных массивов эолового генезиса, самый крупный из которых - пески Арыс-кум, возвышающиеся над окружающей местностью на 10-15 м.

К югу от месторождения расположены песчаный массив Арыс-кум, полузакрепленными грядово-бугристыми песками, и почти полностью высохшее соленое озеро Арыс. В 15 км к западу находится пик высотой 70-90 м, отделяющий низменную часть равнины от плато с отметками рельефа 200-250 м. К северу от площади низменная равнинная степь полого вздымается до отметки рельефа 150-200 м и на северо-востоке расчленяется с горной системой Улытау.

Химические методы воздействия на призабойную зону пласта с целью интенсификации притоков базируются на свойстве горных пород вступать во взаимодействие с многими химическими веществами, а также на свойствах некоторых химических веществ влиять на поверхностные и молекулярно-капиллярные связи в поровом пространстве пород.

Наиболее распространенные методы химического воздействия на пласт следующие: солянокислотная обработка пласта (хлористоводородной кислотой); глинокислотная обработка пласта (хлористоводородной и фтористоводородной кислотами); обработка пластов угольной, сульфаминовой, серной кислотами; обработка пластов растворами ПАВ; обработка ингибиторами гидратообразования [1,2].

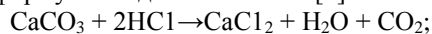
Методы химического воздействия на пласт дают возможность: очистить и расширить каналы для движения флюида из пласта к скважине; образовывать новые каналы за счет растворения минералов, входящих в состав породы; изменять фазовую проницаемость пласта. Широкое применение методов химического воздействия в промышленной практике в разных регионах способствовало появлению технологических схем осуществления этих процессов. Они отличаются преимущественно рецептурами, темпами и объемами нагнетания, давлениями, использованием дополнительных средств для стимулирования воздействия химических веществ.

Химическое воздействие на пласт является наиболее распространенным методом интенсификации притока пластовых флюидов к забоям скважин. Использование химических реагентов во время вскрытия пластов бурением и перфорацией не только расширяет арсенал средств обработки пластов, но и изменяет результаты вскрытия. Правильный выбор свойств и параметров буровых растворов во время вскрытия пластов значительно сокращает объемы химических обработок при испытании и дальнейшей эксплуатации скважин.

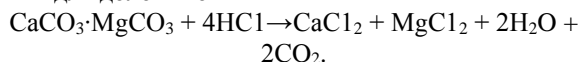
В последние годы расширился ассортимент реагентов, используемых для химических обработок. Применение смеси разных химических веществ (растворителей, поверхностно-активных веществ,

электролитов) позволяет улучшить условия притока флюидов из пласта в скважину. Мицелярные дисперсии, являющиеся смесью углеводородной жидкости с водой, при наличии ПАВ и электролита тоже используются для увеличения притока флюидов из пласта в скважину [2, 3].

Обработки хлористоводородной кислотой применяют преимущественно для воздействия на карбонатные породы и породы, имеющие в своем составе карбонатные цементы. Реакция карбонатных пород с соляной кислотой описывается следующими формулами: для известняка [4]:

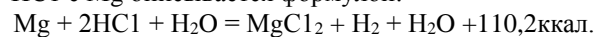


для доломитов



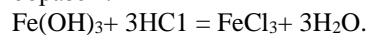
Соли CaCl_2 и MgCl_2 растворимы в воде, поэтому их легко извлечь из пласта.

Для обработки песчаников с незначительным количеством карбонатного цемента используют глинокислоту - смесь хлористоводородной и фтористоводородной кислот ($\text{HCl} + \text{HF}$). Реакции соляной кислоты с некоторыми веществами являются экзотермическими. Например, взаимодействие HCl с Mg описывается формулой:

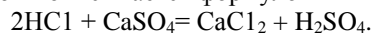


На каждую грамм-молекулу магния выделяется 110,2 ккал тепла. Экзотермической является также реакция между соляной кислотой и алюминием, при которой на каждую грамм-молекулу выделяется 126 ккал тепла. Свойство выделять тепло при взаимодействии веществ используется для термохимических методов воздействия на пласт.

Соляная кислота взаимодействует с железом следующим образом:



К породообразующим минералам относится сульфат кальция CaSO_4 . Взаимодействие с ним соляной кислоты описывается формулой



Образующаяся при этом серная кислота вступает в новые реакции с породообразующими веществами.

Из приведенных выше данных видно, что солянокислотная обработка представляет собой сложный химический процесс, во время которого одни минералы растворяются, а другие образуются. Растворение минералов способствует расширению существующих и возникновению новых каналов для движения пластовых флюидов. Образующиеся минералы, если они плохо растворяются в воде, ухудшают состояние призабойной зоны. Поэтому при солянокислотных обработках необходимо так регулировать процесс, чтобы преобладал положительный эффект от взаимодействия.

На эффективность солянокислотной обработки влияет немало факторов, среди которых основными являются химико-минералогический состав породы, свойства жидкости, насыщающей породу, пластовые температуры и давление, объем и концентрация кислотного раствора, время реагирования кислоты с породой.

Свойства жидкостей, насыщающих пласты, тоже необходимо учитывать при солянокислотных обработках. Пласты с высоковязкими, смолистыми нефтями взаимодействуют с кислотой менее эффективно. Зерна породы здесь заблокированы пленками нефти, препятствующими их контакту с кислотой. Обводненные пласты вследствие хорошего контакта породы с кислотой подвергаются более интенсивной обработке.

Увеличение температуры повышает активность кислоты не только при взаимодействии с карбонатными породами, так как резко возрастает коррозионная активность кислоты. Поэтому при кислотных обработках в скважинах с высокой температурой необходимо предусмотреть особые мероприятия по снижению коррозионной активности кислоты. Этого можно достичь как за счет введения ингибиторов, так и снижением температуры призабойной зоны.

Пластовое давление также влияет на скорость реакции соляной кислоты с карбонатными породами. Исследования свидетельствуют, что при температуре 100°C и давлениях 10, 20, 30 и 40 МПа время нейтрализации кислоты составляет приблизительно 20, 30, 40 и 60 мин соответственно. При дальнейшем увеличении давления до 50 МПа время нейтрализации остается таким же, как и при 40 МПа.

В пластовых условиях, где во взаимодействие вступают кислотный раствор, пластовая жидкость и минералы, реакции между химическими веществами происходят в условиях, отличающихся от лабораторных. Поэтому полностью переносить на практику данные лабораторных исследований нецелесообразно, но их необходимо учитывать при планировании солянокислотных обработок. Это дает возможность повышать эффективность обработок и уменьшать расходы на их проведение.

Объем кислотного раствора подбирают преимущественно на основании данных опыта. Обосновать теоретически количество кислоты можно, но необходимо обосновать данные, необходимые для расчета: радиус обрабатываемой зоны, которую надо обработать, пористость, проницаемость, химико-минералогический состав породы в призабойной зоне пласта и т.п.

Для порового коллектора объем кислоты приблизительно можно определить из выражения [3]

$$V_k = m \frac{\pi D^2}{4} h \quad (1)$$

где m - средневзвешенная пористость, части ед.;

D - диаметр зоны, которую требуется обработать, м;

h - толщина пласта, м.

Можно решить обратную задачу: по заданному расходу кислоты определить радиус проникновения R_k ее в пласт. Для определения радиуса используют выражение

$$R_k = \sqrt{\frac{Q_k t}{3600 h m} + r_c^2} \quad (2)$$

где Q_k - расход при нагнетании кислотного раствора в пласт, м³/ч;

t - время нейтрализации раствора, с;

r_c - радиус скважины, м.

Эффективность обработок и их стоимость отображают уровень техники и технологии процессов и степень изученности коллектора. Для обеспечения экономической эффективности обработок стараются получить большую отдачу при меньших объемах и расходах.

Рассмотрим некоторые типы кислот. Ингибированная синтетическая соляная кислота (ВТУ МХП 2345-50) соответствует ГОСТ 157, имеет концентрацию HCl 19-25 %. Чтобы придать ей антикоррозионные свойства, к ней добавляют 0,8-0,9 % ингибитора ПБ-5 и 0,01-0,015 % хлористого мышьяка.

Ингибированная соляная кислота (ТУ МХП 3354-52) имеет концентрацию 18-22 %. К ней также прибавляют 0,8-1,0 % ингибитора ПБ-5 и 0,01-0,015 % хлористого мышьяка [5].

Общим для обоих видов ингибированной кислоты является уменьшенное содержание HCl (в среднем 20 %). Поэтому необходимо определять в лабораторных условиях концентрацию HCl перед поступлением ингибированной кислоты на промышленные объекты, чтобы при кислотной обработке пласта концентрация HCl отвечала расчетной. По техническим условиям допускается объемное содержание железа, в ингибированных кислотах соответственно 0,02 и 0,03 % и серной кислоты для ингибированной синтетической - не более 0,005 % от объема соляной кислоты.

Ингибированная кислота может отрицательно влиять на призабойную зону, особенно порового пласта. Ингибитор ПБ-5 после полной нейтрализации кислоты может оставаться в поровом пространстве пласта в виде хлопьевидной объемной органической массы. При использовании 15-20 % ингибированной кислоты может выпасть 5-7 кг осадка на 1 м³ закачанного в пласт раствора. При неполной нейтрализации кислоты такой осадок не извлекается из пласта. При обработке поровых коллекторов нецелесообразно выдерживать кислоту в пласте до ее полной нейтрализации. Серная кислота, присутствующая в ингибированной кислоте, может при взаимодействии с карбонатными породами образовывать гипс Ca₅O₄·2H₂O, и хотя он растворяется в соляной кислоте, в поровом пространстве могут оставаться кристаллы гипса, ухудшающего проницаемость пласта. Для уменьшения содержания серы ингибированную кислоту можно обрабатывать хлористым барием.

Уксусная кислота, добавленная в соляную, принимает участие в процессе обработки и выполняет некоторые функции:

замедляет взаимодействие соляной кислоты с породой (замедлитель);

предотвращает выпадение оксидов железа (стабилизатор);

взаимодействует с породой, растворяя ее (активный реагент).

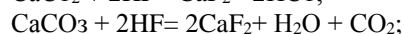
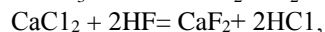
Фтористоводородную (плавиковую) кислоту применяют для обработки призабойной зоны пластов с терригенными коллекторами (кварцевые песчаники, алевролиты) для растворения силикатных и глинистых частичек, содержащихся в породе или попавших в нее из бурового раствора.

Обработка глинокислотой более всего распространены следующие соединения глинокислоты [6,7]:

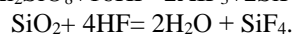
8 % HCl + 4 % HF; 10 % HCl + (4÷5) % HF; 12% HCl + 6 % HF.

Химическое взаимодействие глинокислоты с породами записывают формулами:

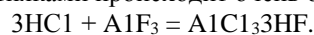
для известняков



для глинистых песчаников



Реакция взаимодействия глинокислоты с известняками происходит очень быстро:



Хлористый алюминий растворяется в воде с выделением большого количества теплоты. Вторая реакция происходит очень медленно. Выделенный при этом газ SiF_4 взаимодействует с водой и фтористой кислотой:



При этом образуются кремний фтористоводородная (H_2SiF_6) и кремниевая (H_2SiO_3) кислоты.

Кислотный раствор, а также кислоты, образовавшиеся во время химических реакций, вступают во взаимодействие с другими веществами. Как видно из приведенных формул, разложение смесью фтористоводородной и соляной кислот породообразующих алюмосиликатов и растворение кварца обуславливает образование растворимых солей кремний фтористоводородной кислоты, хлористых

и фтористых солей металлов, кремниевой кислоты. Последняя в кислой среде преимущественно находится в виде геля, но при достижении определенной концентрации или вследствие полной нейтрализации может превратиться в состав, крепко закупоривающий поровое пространство пласта.

Список литературы

1. Schramm LL, editor. Emulsions – fundamentals and applications in the petroleum industry. Washington DC: American Chemical Society, 1992. – 365 p.
2. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти. /Под ред. В.А. Матишева. – Москва: ЦНИИТ-Энефтехим, 2000. – 224 с.
3. Кокорышкина И.Ю., Пантелеев А.В., Хохлов С.Л., Галлиев В.Л. Исследование деэмульгирующей эффективности новых реагентов для обезвоживания нефти легкого и среднего типа. // Тезисы докл. 29-ой научно-технической конференции Пермского гос. ун-та. Пермь. 1998. С. 67 – 68.
4. Аббасов В.М., Сеидов З.Д., Назаров И.Г., Мамедов Д.Н., Абдуллаев Е.Ш., Исмаилов Т.А., Магеррамов Р.С. Промышленное испытание деэмульгатора «Хазар» на ПО «Азернефтянаджак» // Процессы нефтехимии и нефтепереработки. 2000. С. 31 – 35.
5. Нурабаев Б.К. Становление и развитие национальной нефтяной политики РК за 10 лет независимости // Нефть и Газ. - 2002 г. - №2. - С. 32-37.
6. Мадиджан А.Т., Нурабаев Б.К., Тойпасова У.М., Ахметжнова К.М. Обессоливание и обезвоживание нефти Западно-казахстанского региона // Тезисы докл. междунар. тех. конф. КазНТУ. – г. Алматы, 2007г. - С.235-237.
7. Камысбаева Р.У., Нурабаев Б.К., Тойпасова У.М. Математическая модель процессов улесочивания легких фракций «сырой» нефти // Тезисы докл. междунар. тех. конф. КазНТУ. – г. Алматы, 2007г. - С. 323-326.

POLISH JOURNAL OF SCIENCE

№47 (2022)

VOL. 1

ISSN 3353-2389

Polish journal of science:

- has been founded by a council of scientists, with the aim of helping the knowledge and scientific achievements to contribute to the world.
- articles published in the journal are placed additionally within the journal in international indexes and libraries.
- is a free access to the electronic archive of the journal, as well as to published articles.
- before publication, the articles pass through a rigorous selection and peer review, in order to preserve the scientific foundation of information.

Editor in chief – Jan Kamiński, Kozminski University

Secretary – Mateusz Kowalczyk

Agata Żurawska – University of Warsaw, Poland

Jakub Walisiewicz – University of Lodz, Poland

Paula Bronisz – University of Wrocław, Poland

Barbara Lewczuk – Poznan University of Technology, Poland

Andrzej Janowiak – AGH University of Science and Technology, Poland

Frankie Imbriano – University of Milan, Italy

Taylor Jonson – Indiana University Bloomington, USA

Remi Tognetti – Ecole Normale Supérieure de Cachan, France

Bjørn Evertsen – Harstad University College, Norway

Nathalie Westerlund – Umea University, Sweden

Thea Huszti – Aalborg University, Denmark

Aubergine Cloez – Université de Montpellier, France

Eva Maria Bates – University of Navarra, Spain

Enda Baciú – Vienna University of Technology, Austria

Also in the work of the editorial board are involved independent experts

1000 copies

POLISH JOURNAL OF SCIENCE

Wojciecha Górskiego 9, Warszawa, Poland, 00-033

email: editor@poljs.com

site: <http://www.poljs.com>