

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES



p-ISSN 2308-5258

e-ISSN 2308-1996

II(3), Issue 21, 2014

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

Natural and Technical Sciences

www.seanewdim.com

Editorial board
Editor-in-chief: Dr. Xénia Vámos

Honorary Senior Editor:
Jenő Barkáts, CSc **Nina Tarasenkova, Dr. habil.**

Andriy Myachykov, PhD in Psychology, Senior Lecturer, Department of Psychology, Faculty of Health and Life Sciences, Northumbria University, Northumberland Building, Newcastle upon Tyne, United Kingdom

Edvard Ayvazyan, Doctor of Science in Pedagogy, National Institute of Education, Yerevan, Armenia

Ireneusz Pyrzyk, Doctor of Science in Pedagogy, Dean of Faculty of Pedagogical Sciences, University of Humanities and Economics in Wrocław, Poland

Irina Malova, Doctor of Science in Pedagogy, Head of Department of methodology of teaching mathematics and information technology, Bryansk State University named after Academician IG Petrovskii, Russia

Irina S. Shevchenko, Doctor of Science in Philology, Department of ESP and Translation, V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

Kosta Garow, PhD in Pedagogy, associated professor, Plovdiv University „Paisii Hilendarski”, Bulgaria

László Kótis, PhD in Physics, Research Centre for Natural Sciences, Hungary, Budapest

Marian Wloshinski, Doctor of Science in Pedagogy, Faculty of Pedagogical Sciences, University of Humanities and Economics in Wrocław, Poland

Melinda Nagy, PhD in Biology, associated professor, Vice-Rector, J. Selye University in Komarno, Slovakia

Anatolij Morozov, Doctor of Science in History, Bohdan Khmelnytsky National University in Cherkasy, Ukraine

Nikolai N. Boldyrev, Doctor of Science in Philology, Professor and Vice-Rector in Science, G.R. Derzhavin State University in Tambov, Russia

Olga Sannikova, doctor of psychological sciences, professor, Head of the department of general and differential psychology, South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D. Ushynsky, Odesa, Ukraine

Oleg Melnikov, Doctor of Science in Pedagogy, Belarusian State University, Belarus

Riskeldy Turgunbayev, CSc in Physics and Mathematics, associated professor, head of the Department of Mathematical Analysis, Dean of the Faculty of Physics and Mathematics of the Tashkent State pedagogical University, Uzbekistan

Roza Uteeva, Doctor of Science in Pedagogy, Head of the Department of Algebra and Geometry, Togliatti State University, Russia

Seda K. Gasparyan, Doctor of Science in Philology, Department of English Philology, Professor and Chair, Yerevan State University, Armenia

Svitlana A. Zhabotynska, Doctor of Science in Philology, Department of English Philology of Bohdan Khmelnytsky National University in Cherkasy, Ukraine

Tatyana Prokhorova, Doctor of Science in Pedagogy, Professor of Psychology, Department chair of pedagogics and subject technologies, Astrakhan state university, Russia

Valentina Orlova, CSc in Economics, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine

Vasil Milloushev, Doctor of Science in Pedagogy, professor of Department of Mathematics and Informatics, Plovdiv University „Paisii Hilendarski”, Plovdiv, Bulgaria

Veselin Kostov Vasilev, Doctor of Psychology, Professor and Head of the department of Psychology Plovdiv University „Paisii Hilendarski”, Bulgaria

Vladimir I. Karasik, Doctor of Science in Philology, Department of English Philology, Professor and Chair, Volgograd State Pedagogical University, Russia

Volodimir Lizogub, Doctor of Science in Biology, Head of the department of anatomy and physiology of humans and animals, Bohdan Khmelnytsky National University in Cherkasy, Ukraine

Zinaida A. Kharitonchik, Doctor of Science in Philology, Department of General Linguistics, Minsk State Linguistic University, Belarus

Zoltán Poór, CSc in Language Pedagogy, Head of Institute of Pedagogy, Apáczai Csere János Faculty of the University of West Hungary

Managing editor:

Barkáts N.

© EDITOR AND AUTHORS OF INDIVIDUAL ARTICLES

The journal is published by the support of Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Eastern Europe
BUDAPEST, 2014

Statement:

By submitting a manuscript to this journal, each author explicitly confirms that the manuscript meets the highest ethical standards for authors and coauthors. Each author acknowledges that fabrication of data is an egregious departure from the expected norms of scientific conduct, as is the selective reporting of data with the intent to mislead or deceive, as well as the theft of data or research results from others. By acknowledging these facts each author takes personal responsibility for the accuracy, credibility and authenticity of research results described in their manuscripts. All the articles are published in author's edition.

The journal is listed and indexed in:

INNO SPACE SCIENTIFIC JOURNAL IMPACT FACTOR: 2.642

DIRECTORY OF RESEARCH JOURNAL INDEXING

ULRICHS WEB GLOBAL SERIALS DIRECTORY

UNION OF INTERNATIONAL ASSOCIATIONS YEARBOOK

SCRIBD

ACADEMIA.EDU

GOOGLE SCHOLAR

Contents

BIOLOGY, BIOTECHNOLOGY AND ECOLOGY	7
<i>Lyzogub V.S., Chernenko N.P., Kozhemyako T.V., Dziuban I.O.</i> Individual reactions of cerebral hemodynamics and heart rate during mental activity with high rate of information presentation	7
<i>Bogdanovskaya N.V., Malikov N.V.</i> Evaluation of Dynamics of Changes in Different Ways Arginine Metabolism Activity under Adaptation to Physical Stress.....	12
<i>Barkáts N.</i> A palmaris longus izom rendellenességei, orvosi jelentőségük, és az izom felhasználása a sebészetben.....	16
<i>Golish D.</i> A Troglodytes troglodytes gyakoriságának változása Munkács területén – öt év megfigyelései alapján.....	20
<i>Kurtyák Á., Csoma Z.</i> A Vérke-csatorna vízminőségének térbeli változása	22
<i>Myronchuk K.V.</i> Determination of decorative value of green hedges in Chernivtsi region	26
<i>Starovoitova S.A., Skrotska O.I.</i> Technological aspects of probiotics obtaining.....	29
<i>Богдановська Н.В., Голубенко А.В.</i> Застосування антиоксидантів при виконанні навантажень високої інтенсивності.....	34
MEDICINE, REHABILITATION AND SPORTS	38
<i>Зубченко С.А.</i> Прогностическое значение регуляторных Т-лимфоцитов при Епштейна-Барр вирусной инфекции.....	38
<i>Дуло О.А., Гузак А.Ю., Мелега К.П., Мальцева О.Б., Качанова В.В.</i> Особенности дифференцированного похода в комплексной реабилитации больных остеохондрозом шейного отдела позвоночника (ОШОП) с симптомами психоэмоциональных нарушений.....	41
<i>Дуло О.А., Фурман Ю.М.</i> Вивчення рівня фізичного здоров'я юнаків гірських районів Закарпаття за метаболічним рівнем аеробного енергозабезпечення	44
CHEMISTRY	48
<i>Брем В.В., Кожухарь В.Я., Савич С.Л., Буга С.П., Дмитренко И.В.</i> Электрохимическое легирование переплавляемых сталей гидридообразующими элементами	48
<i>Брем В.В., Кожухар В.Я., Савич С.Л., Буга С.П., Дмитренко І.В.</i> Десорбція водню із флюсів фторидно-оксидних систем	53
<i>Ерайзер Л.М., Иванченко Л.В.</i> Галургійне перероблення полімінеральних калійних руд в метод сульфатного вилуговування оборотними розчинами на основі шеніту.....	58
PHYSICS.....	63
<i>Пецко В., Міца О., Боркач Є.</i> Проектування просвітлюючих покриттів з невеликого числа шарів при падінні світла під кутом	63
<i>Borkach E.I., Ivanitsky V.P., Kovtunen V.S.</i> Amorphous state in the substance hierarchy classification....	66

TECHNICAL SCIENCES.....	70
<i>Цвиркун С.Л.</i> Применение фильтра Калмана в системе идентификации крупнокусковой руды на конвейерной ленте.....	70
<i>Мещанинов С.К., Гулеца Е.М., Багрий В.В., Устищенко В.О.</i> Электронная система биометрического контроля и управления надежностью функционирования человеко-машинной системы.....	75
<i>Волошин Н.В.</i> Проектирование автоматизированных систем распознавания с использованием математического аппарата сетей Петри.....	79
<i>Воронюк Ю.Ю., Беспалько Р.І.</i> Методико-технологічний аспект забезпечення раціонального використання земель сільськогосподарського призначення Карпатського регіону.....	83

BIOLOGY, BIOTECHNOLOGY AND ECOLOGY

Lyzogub V.S., Chernenko N.P., Kozhemyako T.V., Dziuban I.O.

Individual reactions of cerebral hemodynamics and heart rate during mental activity with high rate of information presentation

Lyzogub Volodymyr Sergiyovych, Doctor of Biological Sciences, professor, head of department, director Institute Chernenko Nataliya Pavlovna, assistant professor Kozhemyako Tatyana Vladimirona, assistant Dziuban Iuriy Aleksandrovich, assistant M. Bosyj Scientific Research Institute, department of Anatomy, Physiology and Physical Rehabilitation B. Khmelnytskyj Cherkasy National University, Cherkasy, Ukraine

Abstract. Analysis of parameters of heart rate variability (HRV), wave structure of heart rate (WSHR) and cerebral hemodynamics (CH) during differentiation and information processing at high rate of its presentation allowed to distinguish three types of individual reactions dependent on functional mobility of nervous processes (FLNP). Normoreactive type of reaction determined in 61% of subjects with high FLNP was characterized by optimal and coordinated reaction of intracranial vessels tonus and systemic sympathicoadrenal mechanisms of heart rate regulation. Another type, hyperreactive, was determined in 63% subjects with low FLNP. This type of vegetative support control of mental activity was characterized by marked activation of systemic sympathicoadrenal and minor activation of regional control mechanisms. The third type of reaction, hyporeactive, was characterized by minor changes of regional and absence of compensatory reactions of systemic control mechanisms and was detected in 6% of subjects with high FLNP and in 10% of subjects with low FLNP.

Keywords: *mental activity, information processing, functional mobility of nervous processes, heart rate variability, cerebral hemodynamics*

Introduction. The question of psychophysiological control of mental capacity in terms of types, volume and intensity of load only began to be studied [6, 9, 15]. Increase of significance of study of peculiarities of influence of increased informational load on organism in global science is evidenced by discovery of several phenomena, including Karoshi syndrome (sudden death on work position [27]) and “burnout disease” (“burnout” [3, 5]), which affect up to 60% of workers exposed to high informational and psychoemotional load. Thus researches demonstrate notable interest in searching reliable indices informative of mental activity control and predicting [1, 20, 25].

Brief summary of relevant publications. Discussion of peculiarities of cardiac function and cerebral hemodynamics (CH) regulation during intensive mental activity has been quite active during the last decade. One researchers think that mental activity is accompanied by increase of hemodynamic support of encephalon [19, 28]. At the same time reduction in cerebral blood supply has been demonstrated during intense mental activity [22, 23]. It was shown that multidirectional reactions of cerebral hemodynamics take place during mental work [6]. We think that multidirectional cerebral hemodynamics changes to a great extent can be explained by the hypothesis of influence of individually-typological characteristics of higher nervous activity (HNA) on such reactions. But the question about connection between individually-typological characteristics of higher segments of central nervous system and vegetative reactions during mental activity is quite debatable. Data has been received showing that individually-typological characteristics of HNA are not connected with parameters of vegetative reactions in resting state and during short mental work load [4, 16]. Some authors in resting state already observed differences in activation of vegetative control systems of heart activity in people with different

individually-typological characteristics of HNA [13]. Peculiarities of fatigue development during mental activity are also well described in literature [8, 21]. But individual differences in cerebral hemodynamics and cardiac activity during long-term hard mental activity with high rate of information processing have not been established. Such a study is quite promising for understanding fundamental processes of brain functioning and hemodynamics, and for development of measures for prevention of mental tiredness and diseases of nervous and cardiovascular system.

Research objective - to establish the role of individually-typological characteristics of higher nervous activity in peculiarities of heart rate and cerebral hemodynamics regulation during processing of information with high rate of its presentation.

Materials and methods. In total 158 students of Computer Technologies department have been tested (age: 18-21 years). Individually-typological characteristics of main nervous processes (functional lability [FLNP]), heart rate variability (HRV), wave structure of heart rate (WSHR), rheoencephalography parameters (REG) and mental capacity were determined.

Mental capacity was diagnosed during work on a computer during 30 minutes with high rate of information presentation, which was individual for each subject. Volume of information processed during 30 minutes and quantity of mistakes at the beginning, in the middle and at the end of work were determined.

FLNP was measured using M.V. Makarenko methods [11] on a computer complex “Diagnost-1” in forced pace mode (constantly increasing load). The highest speed of differentiation of positive and inhibitory stimuli which were presented randomly one after another was determined. Quantitative parameter of FLNP used was the maximum speed of stimuli presentation at which subject was making not more than 5-5.5% mistakes.

Immediately before the main test and during 30 minutes of processing of information with high rate of stimuli presentation HRV, WSHR and REG were determined.

Parameters of HRV and WSHR were measured using software "Caspico" [9]. Main characteristics of HRV and WSHR were established. During HRV analysis mean cardiointerval (R-R), standard deviations of NN intervals (SDNN), mode (Mo), mode amplitude (aMo), regulatory systems tension index (IN) and heart rate (HR). Power of WSHR in high-frequency (0.15-0.4 Hz; HF), low-frequency (0.04-0.15 Hz; LF) and very low-frequency (<0.04 Hz; VLF) ranges, total spectrum power (TP), indices of vagosympathetic tension (LF/HF), vegetative nervous system reactivity (ratios of LF/HF and IN during task fulfillment to baseline values) were calculated. The latter characterised the reaction of systemic mechanisms of regulation [2].

REG was measured using fronto-mastoidal (FM) electrode layout. REG parameters were determined using computer diagnostic complex ReoCom XAI, which allows registering of electrocardiogram (ECG) and reogram (RG), and blood pressure was measured. The following indices were determined: reographyc systolic index (RSI, Ohm), large arteries tonus (Tl, cu), medium and small arteries tonus (Tms, cu), bisferious index (BI, %), cerebral vessels reactivity index (CVRI), which was calculated as ratio of BI during task fulfillment to baseline value [26]. The latter characterised the reaction of intracranial resistance vessels and regional vasomotor control mechanism [14].

Statistic analysis was done in software Excel-2003 and Statistica for Windows. Parametric and nonparametric methodics of analysis were used.

Results and discussion

By FLNP values all subjects were divided into 3 groups: with low, medium and high FLNP. During mental activity with individually high rate of stimuli presentation subjects with low FLNP processed from 2400 to 2700 stimuli and made on average 134.1 ± 12.09 mistakes (5.59%). At the same time their agemates with high level of FLNP demonstrated much higher volume of information processed, from 3600 to 4500 stimuli, and mean

number of mistakes was 307.6 ± 13.00 (9.32%; $p < 0.05$). Subjects with medium FLNP showed intermediate values.

So mental capacity in differentiating positive and inhibitory signals presented at maximum speed was dependent on typological characteristics of HNA. Subjects with high FLNP demonstrated higher values of volume of information processed and mistakes in comparison to subjects with low FLNP ($p < 0.05$).

Our results show that activation of cardiac activity control mechanisms and cerebral hemodynamic reactions during information processing with high speed of stimuli differentiation depends on FLNP. Analysis of parameters of REG, HRV and WSHR allowed to measure the tension level and to distinguish main variants of vegetative control mechanisms participation in maintenance of mental activity.

During 30-min task fulfillment only subjects with low FLNP showed increase in aMo and IN and decrease in SDNN in comparison to baseline values ($p < 0.05$). Subjects with low FLNP during mental activity with individually high rate of information presentation showed increased activation of sympathetic and decrement in activation of parasympathetic segments of VNS and increase in centralisation of HR control. Subjects with low FLNP had higher aMo and IN, and lower SDNN values in comparison to subjects with high FLNP ($p < 0.05$). For example, in the middle of 30-min period of mental activity aMo was 55.7% (49.9; 60.4%) and 43.1% (39.9; 51.0%) in subjects with low and high FLNP, accordingly ($p < 0.05$). Regulatory systems tension index (IN) in these conditions was 233.4 (202.9; 314.3) and 94.8 (74.5; 152.3) conditional units (cu) in subjects with low and high FLNP, accordingly ($p < 0.05$), which indicates higher activation of central, suprasegmentary levels of control in subjects with low FLNP [2, 12].

Thus subjects with low and high FLNP during information processing demonstrated different level of vegetative control mechanisms involvement. Changes of HRV and WSHR parameters during information processing at high speed of its presentation in subjects with different FLNP are shown on radar chart (Fig. 1).

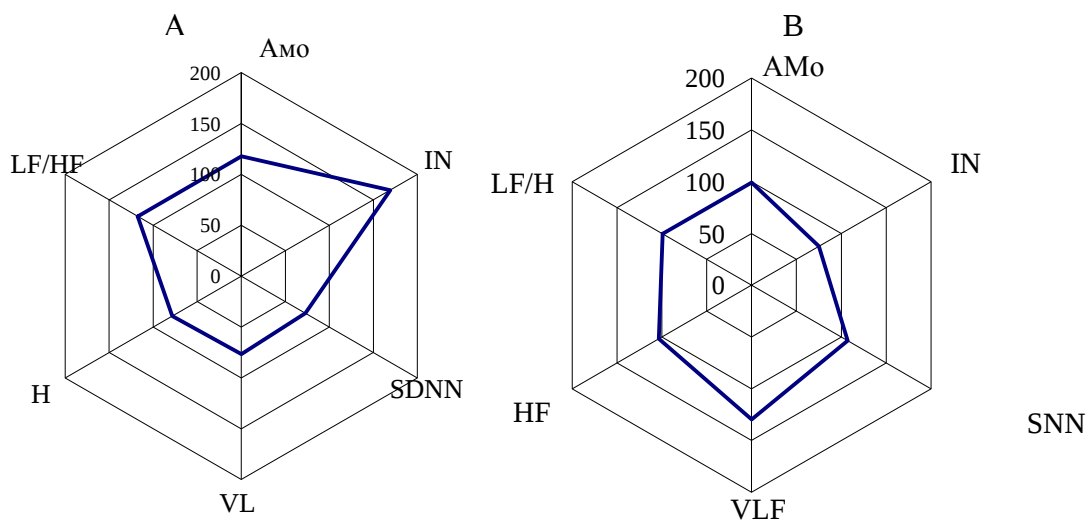


Fig. 1. Changes of HRV and WSHR parameters during information processing in comparison with baseline; A - subjects with low FLNP, B - subjects with high FLNP.

It can be seen that parameters of HRV and WSHR in these groups have the following peculiarities. Firstly, comparison of values in groups with low and high FLNP show that changes of some parameters (aMo, IN, SDNN, VLF) are opposite and do not coincide. Secondly, parameters HF, LF/HF change in the same direction but in varying degrees. It can be stated that mechanisms of vegetative support of heart activity during information processing differ in subjects with different FLNP.

WSHR in subjects with high FLNP during information processing was characterised with much higher HF, VLF and TP and with lower LF-norm ($p < 0.05$). For example, in the middle of 30-min period of mental activity HF was 126.4 (70.3; 281.9) ms^2 and 237.3 (158.5; 331.5) ms^2 in subjects with low and high FLNP, accordingly ($p < 0.05$). VLF was 373.02 (262.1; 457.6) ms^2 and 562.1 (420.7; 1003.8) ms^2 in subjects with low and high FLNP, accordingly ($p < 0.05$). TP in these conditions was 834.9 (755.5; 982.8) ms^2 and 1567.3 (1092.2; 2048.3) ms^2 in subjects with low and high FLNP, accordingly ($p < 0.05$). LF power in normalised units (LF-norm) was equal to 35.6 (21.1; 65.02) ms^2 and 21.4 (18.9; 57.7) ms^2 in subjects with low and high FLNP, accordingly ($p < 0.05$). Subjects with medium FLNP showed intermediate spectral power values. Such results may indicate that subjects with high FLNP have higher level of activation of central and peripheral mechanisms of HR control. Results of subjects with high FLNP are indicative of domination of supra-segmental influences and show higher activation of cen-

tral and metabolic levels of HR control [2, 15]. That is why higher TP values along with high VLF during mental activity in subjects with high FLNP should be considered as one of specific mechanisms of cerebral hemodynamics (CH) and HR control [7].

So features of main nervous processes not only present neurodynamic base of highest possible rate of faultless response but form peculiarities of control of vegetative mechanisms that create corresponding background for mental activity.

During information processing with high rate of differentiation of positive and inhibitory stimuli statistically significant ($p < 0.05$) changes of RSI relative to baseline values were detected only in the left cerebral hemisphere in subjects with high FLNP. Baseline RSI in this group was 0.43 (0.399; 0.59) Ohm and during load rose by 18.5% ($p < 0.05$). Comparison of CH in groups demonstrated much higher blood filling of both right and left hemispheres during mental work in subjects with high FLNP compared to low FLNP.

At the same time redistribution of blood in favour of the left cerebral hemisphere was seen. Subjects with high FLNP showed significantly higher (by 25%) RSI in the left hemisphere in comparison to subjects with low FLNP ($p < 0.05$).

During high speed of information presentation CVRI and IPAHC depended on individually-typological characteristics of HNA (Fig. 2).

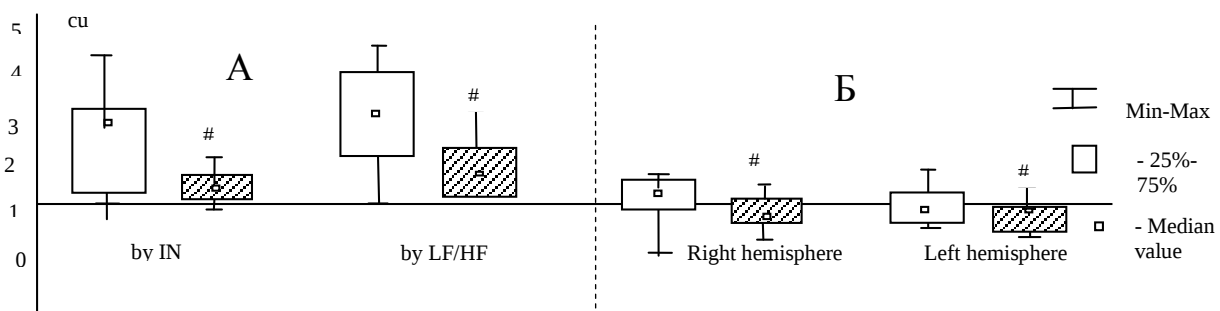


Fig. 2 Cerebral vessels reactivity index (CVRI) - B (in the right and left cerebral hemispheres) and vegetative nervous system reactivity - A (by IN and LF/HF) during individually high speed of information processing in subjects with low (□) and high FLNP (▨): $p < 0.05$ - statistically significant differences between groups with low and high FLNP.

Comparison of CVRI and IPAHC values in subjects with different FLNP showed that during high speed of information processing 61% subjects with high FLNP demonstrated coordinated normoreactive changes of both indices of CH and HR. 63% subjects with low FLNP had hyperreaction of LF/HF and minor changes in CVRI. Hyporeactive reaction type was characterized by marginal changes of regional and absence of compensatory systemic control mechanisms. Such reaction type was detected in 6% of subjects with high FLNP in comparison to 10% of subjects with low FLNP. Probably, subjects with low FLNP have lower threshold level of vegetative reactivity of limbic-reticular complex, and thus we sooner see discoordination of cortico-subcortical interwork that plays substantial role in development of adverse reactions

of intracranial vessels. Normoreactive reaction to mental work typical for subjects with high FLNP is achieved by activity of two interconnected control mechanisms - a systemic (nonspecific) sympathoadrenal and a regional (specific) vasomotor. The first one provides mobilisation of energy reserves required and the second one controls their effective use [12, 20, 26].

Thus CH and HR regulation during mental activity with high rate of information processing is connected with individually-typological characteristics of HNA and depends not only on complexity of the task but also on basic characteristics on main nervous processes.

During mental work with high rate of information processing subjects with different FLNP demonstrate vegetative reactions in mechanisms of HR and CH control that

differ in magnitude and direction. Subjects with low FLNP during information processing with high rate are characterized by lower brain working capacity and higher activation of mechanisms of vegetative control of HR (mainly due to sympathetic segment of VNS), and also by lower CH values.

Integral analysis of variational and spectral cardiointervalography and rheoencephalography parameters, along with characteristics of main nervous processes represents an important component in systemic approach to determination of role of individually-typological characteristics of higher nervous activity in vegetative support of mental activity. Presented work substantiates rationale of using individually-typological characteristics of higher segments of central nervous system for objective evaluation of mental activity results and vegetative mechanisms of control of heart rate and cerebral hemodynamic reactions.

Conclusions

1. So long-term mental activity in differentiating positive and inhibitory signals presented at maximum speed is dependent on individually-typological characteristics of HNA. Subjects with high FLNP processed more infor-

mation and were making less mistakes in comparison to subjects with low FLNP.

2. 61% of subjects with high FLNP in comparison to subjects with low FLNP showed coordinated normoreactive decrease in intracranial vessels tonus on the background of minor exertion of systemic mechanisms of heart rate regulation.

3. Hyperreactive type of vegetative support control of mental activity was characterized by marked activation of systemic sympathoadrenal and minor activation of regional control mechanisms. Such type of individual reactions of vegetative support of mental activity was found in 63% of subjects with low FLNP.

4. Detected relationships between FLNP and mechanisms of vegetative control of heart function and cerebral hemodynamics serve as evidence of their coordinated action in forming individual reactions of adaptation to specific mental activity. Typologic characteristics of main nervous processes form the psychophysiological basis of mental activity during information processing and determine different contribution of vegetative mechanisms of regulation of heart rate and cerebral hemodynamics.

ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Ахметов И.И. Молекулярная генетика спорта: монография / И.И. Ахметов. – М.: Советский спорт, 2009. – 268 с.
Akhmetov Y. Y. Molekulyarnaya genetyka sporta: monohrafiya / Y. Y. Akhmetov. – M.: Sovet-skiy sport, 2009. – 268 s.
2. Баевский Р.М. Оценка уровня здоровья практически здоровых людей (методическое руководство) / Баевский Р.М., Берсенева А.П., Берсенев Е.Ю. – М.: Изд-во «Слово», 2009. – 100 с.
Baevskiy R.M. Otsenka urovnya zdorov'ya praktichesky zdorovykh lyudey (metodycheskoe rukovodstvo) / Baevskiy R.M., Berseneva A.P., Bersenev E.Yu. – M.: Yzd-vo «Slovo», 2009. – 100 s.
3. Бодров В.А. Информационный стресс / Бодров В. А. – М.: ПЕР СЭ, 2000. – 352 с.
Bodrov V.A. Ynformatsyonniy stress / Bodrov V.A. – M.: PER SЭ, 2000. – 352 s.
4. Вікові особливості швидкості центральної обробки інформації у осіб з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів / М.В. Макаренко, В.С. Лизогуб, Т.В. Кожемяко [та ін.] // Фізіологічний журнал. – 2011. – Т. 57, № 1. – С. 88 – 93.
Vikovi osoblyvosti shvydkosti tsentral'noyi obrobky informatsiyi u osib z riznym rivnem funktsional'noyi rukhlyvosti nervovykh protsesiv / M.V. Makarenko, V.S. Lyzohub, T.V. Kozhemyako [ta in.] // Fiziologichnyy zhurnal. – 2011. – T. 57, # 1. – S. 88 – 93.
5. Водопьянова Н.Е. Психическое «выгорание» и качество жизни / Н.Е. Водопьянова Е.С. Старченкова // Психологические проблемы самореализации личности. – 2002. – Вып. 6. СПб. – С. 140 – 154.
Vodopyanova N.E. Psykhycheskoe «vyhoranye» y kachestvo zhyzny / N.E. Vodopyanova, E.S. Starchenkova // Psykhologicheskyye problemy samorealizatsyy lychnosti. – 2002. – Vyp. 6. SPb. – S. 140 – 154.
6. Волянский О.М. Визначення індивідуальних рівнів фізіологічних затрат при розумовій праці / О.М. Волянський // Фізіологічний журнал. – 2005. – Т.51, № 2. С. 104 – 109.
Volyans'kiy O.M. Vyznachennya indyvidual'nykh rivniv fiziologichnykh zatrat pry rozumoviy pratsi / O.M. Volyans'kiy // Fiziologichnyy zhurnal. – 2005. – T.51, # 2. S. 104 – 109.
7. Демидов В.А. Особенности гемодинамики и потребность миокарда в кислороде у молодых здоровых лиц / В.А. Демидов // Материалы XX съезда физиологического общества им. И.П. Павлова. – М., 2007. – 463с.
Demydov V.A. Osobennosti hemodynamiky y potrebnost' myokarda v kyslorode u molodykh zdorovykh lyts / V.A. Demydov // Materyaly KhKh siezda fyziologicheskoho obshchestva im. Y.P. Pavlova. – M., 2007. – 463s.
8. Кальниш В.В. Зміни розумової працездатності операторів за умов добової трудової діяльності / Кальниш В.В., Швець А.В., Єщенко О.І. // Фізіологічний журнал. – 2011. – Т. 57, № 2. – С. 49 – 57.
Kal'nysh V.V. Zminy rozumovoyi pratsezdatsnosti operatoriv za umov dobovoyi trudovoyi diyal'nosti / Kal'nysh V.V., Shvets' A.V., Yeshchenko O.I. // Fiziologichnyy zhurnal. – 2011. – T. 57, # 2. – S. 49 – 57.
9. Коробейников Г.В. Психофизиологическая организация деятельности человека / Коробейников Г.В. – Белая Церковь, 2008. – 138 с.
Korobeynikov H.V. Psykhofyziologicheskaya orhanyzatsyya deyatel'nosti cheloveka / Korobeynikov H.V. – Belaya Tserkov', 2008. – 138 s.
10. Коваленко С. О. Аналіз варіабельності серцевого ритму за допомогою методу медіанної спектрограми / С. О. Коваленко // Фізіологічний журнал. – 2005. – Т. 51, №3. – С. 92 – 95.
Kovalenko S.O. Analiz variabel'nosti sertsevoho rytmu za dopomohoyu metodu mediannoyi spektrohamy / S.O. Kovalenko // Fiziologichnyy zhurnal. – 2005. – T. 51, #3. – S. 92 – 95.
11. Макаренко М.В. Основы професійного відбору військових спеціалістів та методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми / Ін-т фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Науково-дослідний центр гуманітарних проблем Збройних сил України. – Київ, 2006. – 395с.
Makarenko M.V. Osnovy profesynoho vidboru viys'kovykh spetsialistiv ta metodyky vyvchennya indyvidual'nykh psykhofiziologichnykh vidminnostey mizh lyud'my / In-t fiziologiyi im. O.O. Bohomol'tsya NAN Ukrayiny, Naukovo-doslidnyy tsentr humanitarnykh problem Zbroynykh syl Ukrayiny. – Kyiv, 2006. – 395s.
12. Один из взглядов на управление сердечным ритмом: Интракардиальная регуляция / А.Д. Ноздрачев, С.А. Котель-

- ников, Ю.П. Мажара [та ін.] // Физиология человека. – 2005. – Т.31, №2, – С. 116 – 129.
- Odyn yz vz-hlyadov na upravlenye serdechnym rytmom: Yntrakardyal'naya rehulyatsiya / A.D. Nozdachev, S.A. Kotel'nykov, Yu.P. Mazhara [ta in.] // Fyzyolohyya cheloveka. – 2005. – T.31, #2, – S. 116 – 129.*
13. Опанасенко В.В. Властивості психофізіологічних функцій людини в умовах переробки інформації різного ступеню складності та їх роль в успішності операторської діяльності: дис. ... канд. мед. наук : 14.02.01 / В.В. Опанасенко – К., 2004. – 143 с.
- Opanasenko V.V. Vlastyosti psykhofiziologichnykh funktsiy lyudyny v umovakh pererobky informatsiyi riznoho stupenyu skladnosti ta yikh rol' v uspishnosti operators'koyi diyal'nosti: dys. ... kand. med. Nauk : 14.02.01 / V.V. Opanasenko – K., 2004. – 143 s.*
14. Ронкин М.А. Особенности состояния сосудов мозга при мозговых инфарктах / М.А. Ронкин // Биомед. технол. и радиоэлектрон. – 2004. – №8 – 9. – С. 11 – 16. Тимофеева М.А., 2008; Ахметов И.И., 2009;
- Ronkyn M.A. Osobennosti sostoyaniya sosudov mozga pry mozgovykh ynfarktakh / M.A. Ronkyn // Byomed. tekhnol. y radyoelektron. – 2004. – #8 – 9. – S. 11 – 16. Tymofeeva M.A., 2008; Akhmetov Y.Y., 2009;*
15. Хаспекова Н.Б., Мамий В.И. О природе низкочастотной составляющей вариабельности ритма сердца и роли симпатико-парасимпатического взаимодействия / Н.Б. Хаспекова, В.И. Мамий // Российский физиологический журнал. – 2002. – № 2. – С. 237 – 247.
- Khaspekova N.B., Mamyy V.Y. O pryrode nyzkochastotnoy sostavlyayushchey varyabel'nosty rytma serdtsa y roly sympatyko-parasympatycheskoho vzaymodystviya / N.B. Khaspekova, V.Y. Mamyy // Rossyskiy fyziolohicheskiy zhurnal. – 2002. – # 2. – S. 237 – 247.*
16. Хоменко С.М. Розумова діяльність за умов переробки зорової інформації різного ступеня складності та успішність навчання учнів з різними типологічними властивостями вищої нервової діяльності: дис. ... канд. біол. наук: 03.00.13 / Сергій Миколаєвич Хоменко – К., 2005. – 154 с.
- Khomenko S.M. Rozumova diyal'nist' za umov pererobky zorovoyi informatsiyi riznoho stupenya skladnosti ta uspishnist' navchannya uchniv z riznymy typolohichnymy vlastyvostyamy vyshchoyi nervovoyi diyal'nosti: dys. ... kand. biol. nauk: 03.00.13 / Serhiy Mykolayevych Khomenko – K., 2005. – 154 s.*
17. Хомская Е.Д. Нейропсихология: 4-е издание / Хомская Е.Д. – СПб.: Питер, 2005. – 496 с. 180.
- Khomskaya E.D. Neyropsykhologyya: 4-e yzdanye / Khomskaya E.D. – SPb.: Pyter, 2005. – 496 s. 180.*
18. Цицеровин М.Н. Становление интегративной функции мозга / М.Н. Цицеровин, А. Н.Шеповальников– СПб.: “Наука”, 2007. – 235 с.
- Tsytsyeroshyn M.N. Stanovlenye yntehratyvnoy funktsyy mozga / M.N. Tsytsyeroshyn, A.N.Shepovall'nykov– SPb.: “Nauka”, 2007. – 235 s.*
19. Boas D.A., Chen K., Grebert D. Improving the diffuse optical imaging spatial resolution of the cerebral hemodynamic response to brain activation in humans / Boas D.A, Chen K., Grebert D. // Optics Letters – 2004. – V.29, №13 – P. 1506-1508.
20. Deary S.S. Genetic foundations of human intelligence / S.S. Deary, W. Johnson, & L. Houlihan // Human Genetics. – 2009. –P. 215–232.
21. Disturbed sleep and fatigue in occupational burnout / Ekstedt M., Söderström M., Akerstedt T., Nilsson J., Søndergaard H.P., Aleksander P. // Scand J Work Environ Health. – 2006. – 32, №2. – P.121-131.
22. Gender characteristics of cerebral hemodynamics during complex cognitive functioning / M. Misteli, S. Dushek, A. Richter [et al.] // Brain and cognition. –2011. – V. 76, №1. – P. 123 – 130.
23. Improved sensitivity to cerebral hemodynamics during brain activation with a time-gated optical system: analytical model and experimental validation / J. Selb, J.J. Stott, M.A. Franceschini // Journal of Biomedical Optics – 2005 – V. 10(1) –P. 54-68
24. Karemaker J.M. Analysis of blood pressure and heart rate variability: theoretical consideration and clinical applicability / J.M. Karemaker // Clinical autonomic disorders. Evaluation and management / Ed. P.A. Low. – Boston etc.: Little Brown and Co., 1993. – P. 315 – 330.
25. Lippi G. Epidemiological association between C-reactive protein and prostate-specific antigen / G. Lippi, M. Montagnana, G.C. Guidi// Cancer, – V. 115 – 2009. – P. 1002 – 1132
26. Perez J.J. Spatiotemporal pattern of the extracranial component of the rheoencephalographic signal / J.J. Perez, E. Guizarro, J. Sancho // Physiol. Meas. – 2005. – Vol. 26, № 6. – P.925 – 938.
27. Schafe G.E. Neural and molecular mechanisms of fear memory. In: Learning & Memory / G.E. Schafe, J.E. LeDoux // A comprehensive reference: Molecular mechanisms (Sweatt J.D., ed): Academic Press. – 2008. – P. 151 – 168.
28. Study of local cerebral hemodynamics by frequency domain near-infrared spectroscopy and correlation with simultaneously acquired functional magnetic resonance imaging / V. Toronov, A. Webb, J.H. Choi [et al.] // Opt. Express – 2001. – № 9. – P. 417–427.

Лизогуб В.С., Черненко Н.П., Кожемяко Т.В., Дзюбан Ю.А. Индивидуальные реакции гемодинамики головного мозга и сердечного ритма во время умственной деятельности с высокой скорости предъявления информации

Аннотация. Анализ показателей вариабельности (ВСС) и волновой структуры сердечного ритма (ХССР) и гемодинамики головного мозга (ГТМ) при дифференцировании и переработке информации на высокой скорости ее предъявления позволил выделить три типа индивидуальных реакций, которые находились в зависимости от функциональной подвижности основных нервных процессов (ФРНП). Нормореактивный тип реакции обнаружен у 61% обследуемых с высокой ФРНП, характеризовавшийся оптимальной и согласованной реакцией тонуса интракраниальных сосудов и системных, симпатoadреналовых механизмов регуляции сердечного ритма. Второй тип – гиперреактивных, обнаружили в 63% лиц с низкой ФРНП. Он сопровождался выраженной активацией системных, симпатoadреналовой и незначительной - регионарных механизмов регуляции. Третий тип реакций - гипореактивный отличался незначительными изменениями регионарных и отсутствием компенсаторных реакций системных механизмов регуляции был зарегистрирован в 6% с высокой и 10% лиц с низкой ФРНП.

Ключевые слова: умственная деятельность, переработка информации, функциональная подвижность нервных процессов, вариабельность сердечного ритма, церебральная гемодинамика головного мозга

Bogdanovskaya N.V., Malikov N.V.
Evaluation of Dynamics of Changes in Different Ways Arginine Metabolism Activity
under Adaptation to Physical Stress

Bogdanovskaya Nadezhda Vasilyevna, D.Sc. in Biology, professor
Malikov Nikolay Vasilyevich, D.Sc. in Biology, professor
Zaporizhzhya National University, Zaporizhzhya, Ukraine

Abstract. A survey of 29 trained and untrained youths aged 18 to 20 years was carried out. It has been shown that the optimal level of adaptation of a trained body to prolonged and intense physical exercise is provided by the activation of not only the constitutive calcium-dependent nitric oxide synthesis, but also by oxidative arginase metabolism of arginine, which yields a range of important low-molecular bioregulators and antioxidants, including urea. Significant reduction in the functionality of the body of trained youths at the end of competition period and as a consequence the manifestation of disadaptation signs correlates with increased oxidative calcium independent nitric oxide synthesis and its non-oxidative synthesis due to reutilization of stable circulating NO metabolites.

Key Words: *metabolism, arginine, nitric oxide, physical exercise, adaptation, youths*

Introduction. It is proved that nitric oxide plays an important role in the adaptation of the organism to physical exercise in particular through the regulation of the functional state of the cardiovascular system [4, 5, 6]. A number of authors identified the restructuring of the functional status of endothelium and nitric oxide system in humans under the influence of muscular work, which relates primarily to the increase in nitric oxide (NO) synthesis and as a consequence to the severity of vascular vasodilator responses [7-10]. It should also be noted that in almost all studies metered and nondurable physical exercises were exclusively used.

As we have shown earlier, young sportswomen performing prolonged physical work of great intensity and amount in either the mode of training, or in aggravated by psychological stress mode of competition manifested significant changes in nitric oxide synthesis: among the women, at transition from training load up the same one, but in terms of psychological stress the intensity of the oxidative degradation of arginine with the participation of cNOS reduced significantly, as well as arginase pathway of its metabolism by which such important low-molecular bioregulators as urea, polyamines and GABA are synthesized; and conversely the oxidation of arginine by calcium independent iNOS enhanced [1, 2].

The goal was to study the characteristics of changes in the exchange of L-arginine including oxidative nitric oxide synthesis in healthy persons under the influence of prolonged exercise of significant amount and intensity. It was important to examine the intensity of nitric oxide synthesis both inducible and constitutional, the intensity of its reutilization (salvage) synthesis through the restoration of stable circulating metabolites – nitrite and nitrate, as well as the intensity of a non-oxidizing degradation of arginine by arginase.

Methods. The experiment involved 17 untrained students, young men (control group) and 12 trained young men, handball players (experimental group) aged 18 to 20 years. Youths of the experimental group systematically performed muscular work of large amount and intensity during 11 months. The first three months were training period, over the next 8 months (competition period) training exercises (25 – 30% of the total load of the training period) were carried out in parallel with the competition in accordance with the schedule of a team.

In the study, biochemical parameters that characterize the rate of metabolism of L-arginine by two alternative

pathways of metabolism (non-oxidative arginase way and oxidative NO synthase one) were determined in blood plasma of youths in both groups.

The intensity of non-oxidative metabolism was assessed by determining the activity of arginase and urea amount formed when using this enzyme. The intensity of the oxidative degradation of arginine to synthesize nitric oxide was assessed by the activity of different isoenzymes of NO-synthases – calcium dependent constitutive one, cNOS (it was determined as the total activity of endothelial and neuronal NOS: eNOS + nNOS = cNOS) and calcium independent inducible one (iNOS), as well as the level of stable oxidized metabolites of nitric oxide, namely: nitrite (NO_2^-) and nitrate (NO_3^-) anions.

We also estimated the intensity of nitrate anions salvage for re-synthesis of nitric oxide by determining NADPH-dependent nitrate reductase activity in the blood plasma. All those indicators were determined according to previously described methods [1, 2].

We also calculated relative changes (D,%) in biochemical parameters with respect to certain investigated period, or control according to such a formula:

$$D = 100 \cdot (X_i - X_n) / X_n,$$

where X_i is the final value of a parameter; X_n is the initial value of the parameter.

All biochemical parameters were measured in leukocyte enriched plasma of untrained young men of the control group at the beginning of survey and in trained young men of the experimental group three times: at the end of the training period (or beginning of competition period), in the middle and late period of competition period. In the process of the training period (3 months), physical activity was performed in the absence of factors of psychological stress, and within the competitive period (8 months) it was performed in both a stress-free mode, and in stressful conditions of the responsible competitions.

Chosen scheme for determining these biochemical parameters was based on the fact that we tried to evaluate the changes in the activity of different pathways of arginine and nitric oxide synthesis in the late training period (at the peak of physical fitness, achieved during the training sessions), in mid-competition period (after 7 months after the start of training or 4 months after the start of the competitions), and at the end of competition period (within 11 months after the start of training or 8 months after the start of the competitions).

In untrained young men of the control group at baseline of the survey and in trained ones of the experimental group after the training period, in the middle and late period of competition period we determined simultaneously the overall physical work capacity (PWC_{170}) by means of sub maximal test PWC_{170} , and maximal oxygen consumption (VO_{2max}) relative to body weight by Karpman's [3]:

$$PWC_{170} = \frac{N_1 + (N_2 - N_1) \cdot (170 - HR_1)}{(HR_2 - HR_1)} / BW,$$

where N_1 is capacity of the first load, kgm / min ; N_2 is capacity of the second load, kgm / min ; HR_1 is heart rate at the end of the first load, min^{-1} ; HR_2 is heart rate at the end of the second load, min^{-1} ; BW is body weight, kg .

$$VO_{2max} = 1.7 \cdot PWC_{170} \cdot BW + 1240,$$

where PWC_{170} is relative value of the overall physical work capacity, $kgm \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$; BW is body weight, kg ; 1.7 and 1240 are constant coefficients.

All results were processed by variational statistics method, using t Student's test. Mean value (M), standard deviation (m) and coefficient of reliability (P) calculations

was performed using Calc (OpenOffice.org), STATISTICA '99 ("StatSoft. Inc").

Results and their Discussion. In the investigation we analyzed the dynamics of biochemical and functional parameters of surveyed and trained youths. Table 1 shows the results of a preliminary survey of both the control and experimental youth groups. Examination of the latter group was held at the end of the preparation for the competitive season, at a kind of a peak of their functional readiness, which was confirmed by their sufficiently high values of the general physical working capacity PWC_{170} and maximal oxygen consumption (VO_{2max}). The young men who trained regularly and intensively for 3 months at that stage manifested values of almost all the studied biochemical parameters significantly higher than those in untrained youths of the same age in control group. This showed the importance of the studied biochemical markers of NO-synthase and arginase pathways of arginine metabolism, as well as oxidative and (by NOS) non-oxidative salvage (by nitrate reductase) synthesis of nitric oxide for youths' adaptation to prolonged and considerable physical exercises [7-10].

Table 1. Biochemical and functional parameters of the surveyed (control group $n = 12$) and trained (experimental group $n = 17$) youths (M $\pm$ m)

Parameters	Control	Trained
NO_2^- , $\mu mol \cdot mg^{-1}$ of protein	177.1 ± 18.1	$323.70 \pm 24.70^*$
NO_3^- , $\mu mol \cdot mg^{-1}$ of protein	7.74 ± 0.82	$1.67 \pm 0.20^*$
Arginase, $nmol \cdot min^{-1} \cdot mg^{-1}$ of protein	1.21 ± 0.16	$2.09 \pm 0.25^*$
Urea, $nmol \cdot mg^{-1}$ of protein	56.68 ± 5.40	$75.80 \pm 6.20^*$
Constitutive NO-synthase, $\mu mol \cdot min^{-1} \cdot mg^{-1}$ of protein	40.04 ± 3.24	$58.6 \pm 7.90^*$
Inducible NO-synthase, $\mu mol \cdot min^{-1} \cdot mg^{-1}$ of protein	14.44 ± 4.08	12.3 ± 2.45
Total NO-synthase, $\mu mol \cdot min^{-1} \cdot mg^{-1}$ of protein	54.48 ± 7.48	70.95 ± 9.85
Nitrate reductase, $nmol \cdot min^{-1} \cdot mg^{-1}$ of protein	3.17 ± 0.15	3.47 ± 0.41
General physical working capacity, $kgm \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$	12.86 ± 0.97	$26.64 \pm 1.31^*$
Maximal oxygen consumption, $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$	48.32 ± 1.24	$70.24 \pm 2.84^*$

* – $P < 0,05$.

However, analysis of the results made it possible to ascertain the presence of a specific hierarchical organization of arginine exchange and nitric oxide synthesis in the experimental group of surveyed youths at the highest (maximum) level of their functional readiness. So, at the end of the training period with the maximum values of PWC_{170} (twice higher than in the control) and VO_{2max} (statistically significant excess of VO_{2max} control values by 50%) the dominant role in providing the necessary content of nitric oxide and as a consequence, the maximum level of functional parameters of trained youths fully adapted to the implementation of a long and significant physical activity is provided by a sufficiently high activity of constitutive nitric oxide synthesis (+46.35% compared with the control) in combination with high levels of arginase activity (+72.73%). In addition, the importance of achieving optimal functional fitness may also have a contribution of nitric oxide re-synthesized from its circulating stable metabolites (nitrite anion content was by 82.78% higher, and nitrate anion content by 78.44% lower than those in the controls), although significant differences in nitrate reductase activity were not recorded. Significantly lower (by 14.82%) values of iNOS in young men compared with the control group also testified in favor of an optimal state of nitric oxide synthesis

in young men of the experimental group at the beginning of the training period.

In general, we can say that more expressed constitutive de novo nitric oxide synthesis in trained youths, combined with a relatively moderate increase in salvage pathway, increased intensity of arginase pathway and decreased activity of calcium-independent (by iNOS) NO synthesis were observed against the background of increased values of their overall physical working capacity and aerobic efficiency as compared to control. It is a convincing proof of the important role of nitric oxide synthesized by constitutive way rather than inducible one to ensure an adequate level of functional fitness of the body.

We also evaluated the changes in nitric oxide synthesis in various stages of training and competitive activity of trained youths in the dynamics of adaptation to changes in the nature and extent of external impact on their body in the form of muscle work.

As it is seen from the results presented in Table 2, long-term combination of training and competitive pressures in trained youths of the experimental group resulted in decreased level of their physical work capacity and maximal oxygen consumption by the middle of competition period, which fully confirms the published data on this question. In this connection, significant changes were

observed in the system providing the body with nitric oxide.

It has been found that under conditions of prolonged muscular work a dominant role in ensuring the optimal level of the system of nitric oxide synthesis belongs not only to oxidative constitutive synthesis of NO but also to its non-oxidative re-synthesis from stable metabolites.

Thus, in the middle of competition period some plasma parameters reached maximum values: the content of ni-

trite anion (+16.77%), cNOS activity (+22.30%), and especially nitrate reductase activity (+112.68%), while on the contrary, content of the nitrate anion (-38.92%) and the activity of arginase (-37.32%) reached the minimum. It is possible that increased activity of cNOS was due to decreased activities of both arginase and iNOS (-15.20%) competing with cNOS for the common substrate – L-arginine.

Table 2. Changes in the absolute values of the biochemical and functional parameters in trained youths, depending on the duration of regular physical exercises and psychological stress during competitions ($M \pm m$)

Parameters	Middle of competitive period	End of competitive period
NO_2^- , $\mu\text{mol} \cdot \text{mg}^{-1}$ of protein	378.0 ± 46.90	$299.2 \pm 16.00^{**}$
NO_3^- , $\text{nmol} \cdot \text{mg}^{-1}$ of protein	$1.02 \pm 0.13^{**}$	$1.33 \pm 0.05^{**}$
Arginase, $\text{nmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ of protein	$1.31 \pm 0.29^*$	1.89 ± 0.06
Urea, $\text{nmol} \cdot \text{mg}^{-1}$ of protein	57.60 ± 9.60	65.80 ± 2.70
Constitutive NO-synthase, $\text{pmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ of protein	71.67 ± 6.42	$37.65 \pm 3.00^{**}$
Inducible NO-synthase, $\text{pmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ of protein	10.43 ± 1.36	$20.20 \pm 1.30^{**}$
Total NO-synthase, $\text{pmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ of protein	82.1 ± 2.42	57.85 ± 8.03
Nitrate reductase, $\text{nmol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ of protein	$7.38 \pm 0.87^{***}$	$4.80 \pm 0.45^{**}$
General physical working capacity, $\text{kgm} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$	23.77 ± 0.57	$19.85 \pm 0.61^*$
Maximal oxygen consumption, $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$	63.61 ± 1.20	$60.25 \pm 1.92^{**}$

* – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

It is known that the end of competition period in sportsmen is characterized by a powerful growth of the natural fatigue, decreased physical ability and physical fitness. In accordance with the results presented in Table 2, in trained youths at the final stage of the study we actually showed marked significant decrease in PWC_{170} (by 25.49% compared to baseline values) and VO_2max (-14.22%). At the same time, the need for continued competitive activity and performance of physical activities at the appropriate level requires the mobilization of functional reserves and the formation of new physiological mechanisms of its adequate adaptation to regular muscular work.

As it was shown by the results of our study, adaptive adjustments in the synthesis of nitric oxide in the boundary phase and even above-threshold external influences are reflected in the change in the hierarchy of the individual components. In the survey of youths in the experimental group at the end of competition period, we found significant changes in the intensity of oxidative de novo and non-oxidative "salvage" nitric oxide synthesis. At that time, the main role in the synthesis of nitric oxide was owned by its calcium-independent synthesis (significant increase in iNOS activity from baseline values was 64.23%). Thus, the calcium-dependent synthesis of NO decreased reciprocally (-35.76%).

The results of survey made it possible to identify some significant features in the organization of nitric oxide synthesis in young men aged 18 – 20 during their prolonged training and competitive activities. It has been shown that the transition from the relatively favorable conditions of the training period to the extreme conditions of the competitions was accompanied by a change in the

values of the main ways to ensure their body's nitric oxide – from the dominant role of oxidative constitutive de novo NO synthesis from L-arginine and non-oxidative arginase metabolism of the latter with the formation of intermediate low-molecular bioregulators and antioxidants (urea, polyamines, GABA) to the predominance of oxidative calcium-independent inducible nitric oxide de novo synthesis and its non-oxidative "salvage" synthesis. Thus, we can assume the paradoxical possibility of participation of non-oxidative arginase pathway of arginine degradation ($\text{arginine} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{urea} + \text{ornithine} \rightarrow \text{putrescine} \rightarrow \text{GABA} \rightarrow \text{guanidine butyric acid (GBA)} \rightarrow \text{NO}$ or $\text{arginine} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{urea} + \text{ornithine} \rightarrow \text{glutamate} \rightarrow \text{GABA} \rightarrow \text{GBA} \rightarrow \text{NO}$), and not just oxidative NO synthase degradation ($\text{arginine} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{citrulline} + \text{NO}$) in maintaining high levels of nitric oxide synthesis as evidenced by a high content of nitrite anion in the blood plasma of untrained young men. Perhaps it is a necessary and important condition for their effective adaptation to the implementation of large amount of training loads for a long time. Obviously, high arginase activity in trained young men may provide additional nitric oxide formation during the oxidation of different isozymes of GBA along with the classical arginine oxidation by NOS. In addition arginase metabolism of arginine can consistently provide the body with urea as an antioxidant and regulator of NO synthesis, putrescine as a regulator of cell proliferation and antioxidant, GABA as a regulator of mitochondrial pore and inhibitory neurotransmitter in the CNS, which is also very important to adapt to the intense and prolonged physical exercise of a training period in the absence of psychological stress factors. Within the competition period when the effects of these factors are enhanced, the

intensity of the non-oxidative exchange of arginine is gradually reduced to the level of untrained young men, that is, from a biochemical point of view there is almost complete body deadaptation at the end of competition period according to non-oxidative exchange of arginine.

The data obtained are not only evidence of the importance of both oxidative and non-oxidative arginine metabolism for adaptation to prolonged physical exercise of large intensity, but also the important role of non-oxidative (constitutive calcium-dependent and calcium-independent inducible ones) and non-oxidative "salvage" pathways of nitric oxide synthesis, which is an essential complement to the existing information on the subject.

Conclusion.

1. The end of training sessions within the training period for young men performing regularly muscular work is characterized by high levels of both oxidative and non-oxidative metabolism of L-arginine on account of both calcium-dependent constitutive NO synthase (synthesis of

nitric oxide and citrulline) and non-oxidative metabolism of arginine (synthesis of ornithine and urea). The high portion of nitrite anion content in the total pool of circulating in plasma stable metabolites of nitric oxide corresponds to body adaptation to prolonged and intensive physical exercise.

2. An increase in the degree of adverse effects of intensive training (physical) and competitive (both physical and psychological) stress is accompanied by a pronounced adaptive changes in the hierarchy of constitutive oxidative (decrease) and inducible (increase) de novo nitric oxide synthesis, as well as non-oxidative salvage nitric oxide synthesis (increase) and non-oxidative degradation of L-arginine (decrease).

3. Physical deconditioning of young men at the end of competition period is accompanied by a significant increase in the activity of oxidative calcium-independent de novo synthesis of NO and in a less degree

REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED

1. Bohdanovs'ka NV, Sviatodukh HM, Kotsiuruba AV, Korkach IuP, Malikov MV. [Nitric oxide synthesis during long-term adaptation to intensive muscular work in female sportsmen]. *Fiziol Zh.* 2009;55 (3):94-9.
2. Bohdanovskaya NV, Svyatodukh AN, Malykov NV. [Evaluation of the role of vascular endothelium in the physical fitness of female volleyball players during an intense competitive activity]. *Visn Zaporizk Nat Univ Bio.sciences.* 2008;1:40-3.
3. Karpman VL. Testing in sports medicine. Moscow: FIS; 1988.
4. Moybenko OO, Sagach VF, Shapoval LM, Solovyov AI, Bazilyuk OV, Zhukova AV, Tkachenko MM, Marchenko SM. [Role of endothelium and biologically active substances of endothelial origin in the regulation of circulation and the heart activity]. *Fiziol Zh.* 1997;43 (1):2-3.
5. Moïbenko AA, Pavliuchenko VB, Datsenko VV, Maïskii VA. [Role of nitric oxide in the mechanisms of formation of reflex vasomotor responses]. *Usp Fiziol Nauk.* 2005;36 (4):3-12.
6. Sagach VF. The role of nitric oxide in the regulation of blood circulation. Regulatory function in the body. In: Purines and nitrogen monoxide. Minsk: Tehnoprnt;2003. p. 110-3.
7. Bowles DK, Woodman CR, Laughlin MH. Coronary smooth muscle and endothelial adaptations to exercise training. *Exerc Sport Sci Rev.* 2000;28 (2):57-62.
8. Clarkson P, Montgomery HE, Mullen MJ, Donald AE, Powe AJ, Bull T, Jubbs M, World M, Deanfield JE. Exercise training enhances endothelial function in young men. *J Am Coll Cardiol.* 1999;33 (5):1379-85.
9. Green DJ, Maiorana A, O'Driscoll G, Taylor R. Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans. *J Physiol.* 2004;561 (Pt 1):1-25.
10. Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, Linke A, Hofer J, Erbs S, Schoene N, Schuler G. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med.* 2000;342 (7):454-60.
11. Kingwell BA. Nitric oxide-mediated metabolic regulation during exercise: effects of training in health and cardiovascular disease. *FASEB J.* 2000;14 (12):1685-96.

Богдановская Н.В., Маликов Н.В. Оценка динамики изменения активности различных путей обмена аргинина при адаптации к физическим нагрузкам

Аннотация. Проведено обследование 29 тренированных и нетренированных юношей в возрасте 18-20 лет. Доказано, что оптимальный уровень адаптации их организма к продолжительным и интенсивным физическим нагрузкам обеспечивается превалированием многостадийного недоокисленного аргиназного метаболизма аргинина и его окислительного метаболизма при участии конститутивных кальцийзависимых NO-синтаз (eNOS и nNOS), при которых образовывается несколько важных низкомолекулярных биорегуляторов и антиоксидантов (мочевина, полиамины, ГАМК) над одностадийным кальцийнезависимым окислением аргинина, из которого образовывается лишь оксид азота. Значительное снижение функциональных возможностей организма тренированных юношей в конце соревновательного периода и, как следствие, проявление признаков дезадаптации, связано с экспрессией активности индуцибельной кальцийнезависимой NO-синтазы, что не компенсирует потребности организма в оксиде азота.

Ключевые слова: метаболизм, аргинин, оксид азота, физические упражнения, адаптация, юноши

Barkáts N.

A palmaris longus izom rendellenességei, orvosi jelentőségük, és az izom felhasználása a sebészetben

Barkáts Norbert, postgraduate student,

Department of biological anthropology, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

Abstract. A palmaris longus egy anatómiai és élettani szempontból jelentéktelen izom, ami az emberi evolúció során elvesztette a szerepét, amit eredetileg a főemlősökben betöltött. Viszont az izom, funkcióvesztésének köszönhetően, igen nagy jelentőségre tett szert a plasztikai és rekonstruktív sebészetben, mint az egyik leggyakoribb indonor az íngraftokhoz, a rekonstruktív és plasztikai sebészeti eljárásokhoz. Ugyanez eredményezte a palmaris longus szokatlanul nagy variabilitását, ami tovább növeli az izom egészségügyben és sebészetben játszott szerepét, mivel az izom különböző variációi számos patológiás folyamat okozói lehetnek. Ezek közül a leggyakoribbak az ideggyulladások, melyeket az vált ki, hogy a rendellenes palmaris longus nyomást gyakorol az idegekre. A fentebb említett adottságai miatt a palmaris longus izom gyakori tárgyává vált az élettani, morfológiai és anatómiai kutatásoknak.

Kulcsszavak: *palmaris longus, agenézis, izom, ideggyulladás.*

Bevezetés. A palmaris longus izom hiányáról szóló első jelentés Colombo Matteo Realdo nevéhez fűződik, aki 1559-ben a De Re Anatomica Libri c. művében írta le a megfigyeléseit [10]. A palmaris longus agenézisének tanulmányozása már akkor meglehetősen nagy vizsgálati csoporton volt kivitelezve. Ezt követően a palmaris longus izom agenézisével foglalkozó irodalomban hosszú ideig nem találunk semmilyen jelentősebb kutatást, egészen 1909-ig. Ekkor jelenik meg J.P. Schaeffer munkája, ami a palmaris longus izom variációjával foglalkozik. Egyúttal itt kerül leírásra a Schaeffer-féle teszt, ami a palmaris longus izom agenézisének kimutatására szolgál. A tesztet azóta is folyamatosan – szinte minden jelentősebb vizsgálat során – alkalmazzák. Jelentőségét az is mutatja, hogy az irodalomban gyakran egyszerűen csak standard tesztként emlegetik.

A tudományos folyóiratokban azóta rendszeresen jelennek meg munkák, amelyek a palmaris longus izommal foglalkoznak, ám az izom, annak agenézise, további lehetséges változatai és kutatásuk csak az utóbbi évtizedekben kaptak igazán komolyabb szerepet.

Az utóbbi két évtized szakirodalmában egyre gyakoribbak a palmaris longus izommal foglalkozó cikkek. E tanulmányok szükségességét a plasztikai és a rekonstruktív sebészetben az izom iránti kiemelt érdeklődés indukálta, melynek eredményeképpen az utóbbi évtizedekben jelentős mértékben nőtt a palmaris longus-szal foglalkozó anatómiai, morfológiai, fiziológiai, sebészeti és más tanulmányok száma. A plasztikai és rekonstruktív sebészet további fejlődésével a PLI morfológiájával, fiziológiájával és alkalmazásával foglalkozó kérdések mind aktuálisabbak lesznek. [53]

Az utóbbi években a palmaris longus izom agenézisével, többek közt a fent említett okok miatt, mind több kutató foglalkozik. A jelenkori kutatások azonban gyakran nem korlátozódnak csupán a palmaris longus hiányának vagy meglétének kimutatására, hanem az izom agenézisének más anatómiai és élettani rendellenességeinek, illetve különlegességeinek kapcsolatával is foglalkoznak. Több kutatás is ismert, amely a palmaris longus izom funkcióvesztésének mértékével foglalkozik, illetve azzal, hogy mennyire örítte meg eredeti funkcióit az izom, vagy milyen funkciói léteznek egyáltalán.

Több olyan vizsgálat is készült, amely a szorító erőt és a PLI izom hiányát vagy meglétét próbálja kapcsolatba hozni. A többség ilyen kutatás azt mutatja, hogy nincs kapcsolat a PLI meglété és a szorító erő között, ugyanúgy, mint ahogy nincs összefüggés a palmaris longus hiánya és a kétujjas szorító erő között. Bár Cetin és társai 2013-ban

6-11 éves gyerekekkel végzett méréseinek eredményei arra utalnak, hogy az izomnak talán mégis van valamilyen jelentősége ebben a korban, mivel azok a gyerekek, akiknél hiányzott a palmaris longus izom, szignifikánsan kisebb kétujjas szorító erőt tudtak kifejteni egyes ujjjaikkal, mint azok, akiknél regisztrálták az izom meglétét [39; 47; 17; 8; 16; 21].

A palmaris longus izom jelentősége az orvostudományban és alkalmazása a plasztikai és rekonstruktív sebészetben. A témával foglalkozó kutatók körében általánosan elfogadott ténynek számít, hogy a palmaris longus hiánya örökletes. Viszont idáig az izom agenézisének az öröklődésmenete is, az agenézis genetikai háttere is tisztázatlan.

Az első kutatást, mely a palmaris longus izom agenézise öröklődésének vizsgálatát tűzte ki célul, 2013-ban Brazíliában végezték Morais és társai. Ennek alapján a palmaris longus izom agenézise recesszíven öröklődik, ám sajnos a vizsgálatot csak kisszámú mintán (99 ember 25 családból) végezték [34].

Többen is felvetették, hogy az orvosi diagnosztikában nagy jelentőséggel bírna, ha valamilyen kapcsolatot vagy összefüggést sikerülne kimutatni a palmaris longus izom agenézise és más (nehezebben diagnosztizálható) rendellenességek vagy betegségek között. Egy hasonló kapcsolatot kimutatása már csak azért is fontos lenne, mert a palmaris longus agenézisét könnyebb kimutatni, mint más anatómiai vagy élettani rendellenességek többségét. Így, ezáltal, lehetőség nyílna az adott (palmaris longus agenézisével kapcsolatos öröklődő) anomália meglétének könnyebb előrejelzésére. Ez jelentősen segíthetné az orvosok munkáját az adott szakterületen. Sajnos idáig a fent leírt dolgok csak elméleti szinten léteznek, mivel igen kevés olyan munka született, amelyben a palmaris longus más rendellenességekkel való kapcsolatát vizsgálták volna. Általában ezek is elsősorban az olyan – orvosi szempontból kevésbé jelentős – rendellenességekkel való kapcsolatokat vizsgálták, mint a plantaris longus izom hiánya vagy a gyenge flexor digiti minimi izom. 2002-ben Elizabeth O'Sullivan és Barry S Mitchell kimutatták, hogy kapcsolat van a palmaris longus hiánya és a rendellenesen fejlődő felszínes artériás tenyéri ív között [3].

Mivel a kéz teljes értékű funkcionálásához nem szükséges az izom működése, hiánya pedig nem fejt ki semmifajta észlelhető negatív hatást a csukló, illetve a metakarpofalangeális ízületek működésére, a palmaris longus a plasztikai és rekonstruktív sebészet egyik kulcsfontosságú izmává vált. Mivel az alkaron felületesen helyezkedik el, sebészeti úton az ín és az izom könnyen

hozzáférhető, eltávolítása pedig nem jár semmiféle hátránnyal a kéz működésére nézve, ezenkívül az ín megfelel a rekonstruktív és plasztikai sebészetben alkalmazott kritériumoknak. Ez tökéletessé teszi az ortopédiában, kézsebészetben, illetve rekonstruktív sebészetben való alkalmazására.

A fent leírt tulajdonságoknak köszönhetően vált a palmaris longus izom a sebészek elsőszámú választásává olyan műtéteknél, ahol íngraftok készítése, sérült ín rekonstrukciója és más, hasonló feladatok állnak az orvos előtt. Az ilyen műtéteknél általában csak olyan esetekben alkalmaznak más inakat, amikor a palmaris longus izom hiányzik a páciens mindkét karjáról, vagyis bilaterális agenézis áll fenn, vagy egy olyan vastagságú ín sérült meg, amelynek a helyrehozásához nem elegendő a palmaris longus izom inának a vastagsága, például az achilles-ín sérülése.

A palmaris longus izom inát a plasztikai és rekonstruktív sebészetben illetve az ortopédiában a következő eljárásokban alkalmazzák:

- a kézsebészetben sérült ín helyreállítására, íngraftok készítésére [22],
- ín-transzplantációra, az ujjak funkciócsökkentésének korrigálására inszertáció következtében [13],
- a plasztikai sebészetben ajaksérülések helyreállító műtétei során [3],
- ptózis korrekciók során [26, 35],
- arcbénulás következtében bekövetkezett funkcionális és esztétikai defektusok helyreállítása során stb. [5].

Míndezek mellett a palmaris longus izom elsődleges támpontként szolgál a n. medianus gyulladásánál felállítandó blokádnál, illetve számos kézműtét során kivitelezendő anesztéziai eljárásnál.

Sok sebész azon a véleményen van, hogy a palmaris longus izom ina a legalkalmasabb alapanyag donorinként való felhasználásra, mivel az izom ina tökéletesen elegendő szinte minden kötelezően betartandó követelménynek a donor ín hosszúságát, átmérőjét, szilárdságát és hozzáférhetőségét tekintve, ezenkívül felhasználása nem eredményez semmifajta funkcionális hiányosságot a végtagban, amelyből eltávolították [50; 51].

1. táblázat. A palmaris longus izom agenézis rátája egyes népcsoportoknál

Szerző	Ország/régió	Pop/csoport	Agenézis
Machado és Didio (1967) [29]	Brazília	amazonasi indiánok	3,7%
Troha és társai (1990) [51]	USA	kaukázusi ncs.	5,5%
Ceyhan és Mavt (1997) [9]	Törökország	török	63,8%
Thompson és társai (2001) [50]	Észak-Írország	ír	25%
Sebastin és társai (2006) [47]	Kína	kínai	4,6%
Roohi és társai (2007) [42]	Malajzia	maláj, indiai kínai	11,3% 6% 6%
Kose és társai (2009) [25]	Törökország	török	26,6
Kapoor és társai (2008) [23]	India	indiai	17,2%
Mbaka és Ejiwunmi (2009) [31]	Nigéria	yoruba	6,7%
Erić és társai (2010) [14]	Szerbia	szerb	37,5%
Sater és társai (2010) [45]	Bahrein	bahreini	36,8%
Doğramaci és társai (2010) [12]	Afganisztán	afgán	21,9%
Agarwal (2010) [2]	India	indiai	20,2%
Ertem és társai (2011) [15]	Törökország	török	34,5%
Hiz és társai (2011) [19]	Törökország	török	15,1%
Alves és társai (2011) [4]	Kína	kínai	20%
Sankar és társai (2011) [44]	India	andharai	28%
Mehul Tandel és társai (2012) [32]	India	indiai	13,08%
Morais és társai (2012) [33]	Brazília	brazil	26,5%
Osonuga és társai (2012) [38]	Ghána	ghánai	3,1%
Sharma és társai (2012) [48]	India	indiai	16,25%
Kyung és társai (2012) [27]	Korea	koreai	4,1%
Barkáts és Nagy (2013) [7]	Szlovákia	magyar	30,1%
Barkáts (2013) [6]	Magyarország	magyar	32,2%
Lahiji és társai (2013) [28]	Irán	iráni	22,8%
Sangeeta Rajani és társai (2013) [43]	India	indiai	16%
Hojjatollah Karimi-Jashni és társai (2014) [20]	Dél-Írán	iráni	30,7%
Tejaswi (2014) [49]	India	indiai	27,44%

A palmaris longus izom morfológiai elváltozásainak jelentősége az alkar patológiáiban. Ugyan a palmaris longus nem szükséges az alkar tökéletes funkcionálásához, és ezért teljes hiánya nem befolyásolja az alkar megfelelő működését, de esetleges variációi gyakran jelenthetnek problémát. A palmaris longus izom ugyanis gyakran okozhat ideggyulladást azáltal, hogy nyomást gyakorol a n. medianus-ra vagy (sokkal ritkábban) a n. ulnaris-

ra [1]. A n. medianus lefutásának az alsó szakaszán a palmaris longus izom ina részben fedi a n. medianus-t. Ennek a következménye az, hogy azok az elváltozások, melyek az izom disztális részét érintik, hatással lehetnek a n. medianus-ra. Így azoknál az elváltozásoknál, melyeknél az izmos has helyzete disztális irányba tolódik, vagy az imos rész mérete olyan mértékben megnő, hogy eléri a n. medianus-t, az izmos rész nyomást gyakorolhat az idegre.

Ez a nyomás számos tünetet idézhet elő, de leggyakrabban a carpal tunnel syndrome tünetei jelentkeznek.

A tünetek, melyeket a rendellenes palmaris longus kiválthat a n. medianus-ra gyakorolt nyomás által, a következők lehetnek: csiklandozó, zsibbadt, égető vagy szűrő érzés a mutató- és a középső ujjban és a gyűrűsujj radiális irányba néző felében, szűrő fájdalom a csuklóban és a tenyérben, a szorító erő csökkenése, a csukló és az érintett ujjak mozgékonyságának a csökkenése.

A fenti tüneteket a témával foglalkozó irodalomban fellelhető esetjelentések alapján a következő palmaris longus rendellenességek okozhatják:

- reverz palmaris longus izom [3; 11; 18; 46];
- járulékos PLI, ami a palmaris longus izom alatt helyezkedik el [54];
- rendellenes lefutású PLI, aminek a lefutása radiális irányba tolódott el és a tenár fasciájába sugárzott [24];
- mediális izmos hasú, két innal (egy proximális és egy disztális) bíró palmaris longus izom [30].

Az olyan esetekben, amikor a rendellenes palmaris longus izom a n. ulnaris-ra gyakorol nyomást, a Guyon szindróma tünetei jönnek elő a betegben. Ezek a következők lehetnek: zsibbadtság, szűrő vagy égető fájdalom a kisujjban és a gyűrűsujj ulnaris felében, érzékesztetés az említett ujjakban.

A fenti tüneteket a témával foglalkozó irodalomban fellelhető esetjelentések alapján a következő palmaris longus rendellenességek okozhatják:

- accessorius palmaris longus izom

Ramavath A. és Lal, Sakamuri Raj 2009-es jelentésükben beszámolnak egy elváltozásról, melyben a palmaris longus izom ináról egy járulékos izom vált le, ami áthaladva a Guyon csatornán keresztezte a n. ulnaris-t, nyomást gyakorolt rá, ezáltal kiváltva a Guyon szindróma tüneteit [40].

– a palmaris longus ináról eredő járulékos izom, ami az ötödik metakarpus bázisán tapad, és lefutása közben nyomást gyakorolt a n. ulnaris-ra. [41]

A fent leírt esetek és a palmaris longus lehetséges variációinak ismerete fontos jelentőséggel bír a radiológusok és sebészek munkájában differenciáldiagnosztikai szempontból. A palmaris longus izom variációi és agenézise ismeretének fontosságára világít rá az eset, amit R.V. Weber és S.E. Mackinnon írnak le, miszerint egy rekonstrukciós műtét során a sebész a palmaris longus in helyett a n. medianus egy részét vágta ki és használta fel íngrafthoz egy rekonstrukciós műtét során [52].

A palmaris longus izom agenézis rátája egyes népcsoportoknál. Az adott témával foglalkozó kutatók körében köztudott ténynek számít, hogy a palmaris longus agenézisének gyakorisága kapcsolatban áll a vizsgált csoport genetikai háttérével és etnikai hovatartozásával. A vizsgált csoport genetikai háttérétől és etnikai hovatartozásától függően meglehetősen nagy különbségek tapasztalhatóak a palmaris longus agenézisének gyakoriságában.

Az alábbi táblázat néhány kutató vizsgálatának eredményeit foglalja össze.

REFERENCES

1. Acikel C., Ulkur E., Karagoz H., Celikoz B. Effort-related compression of median and ulnar nerves as a result of reversed three-headed and hypertrophied Palmaris longus muscle with extension of Guyon's canal. *Scan J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 2007; 41: 45-47.
2. Agarwal P. Absence of the Palmaris longus tendon in Indian population // *Indian Journal of Orthopaedics.* – 2010; 44(2): 212-215.
3. Ahmed Bahaa El-Din. Total Lower Lip and Commissure Reconstruction Using a Composite Radial Forearm Palmaris longus Free Flap. *Egypt. J. Plast. Reconstr. Surg.* 2007; 31(1): 73-78.
4. Alves N., Ramirez D., Figueiredo Deana N. Study of Frequency of the Palmaris longus Muscle in Chilean Subjects // *Int. J. Morphol.* 2011; 29(2): 485-489.
5. Atiyeh B.A., Hashim H.A., Hamdan A.M., Kayle D.I., Mousharafieh R. S. Lower reconstruction and restoration of oral competence with dynamic Palmaris longus vascularized sling // *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 1998; 124: 1390-1392.
6. Barkats N. The prevalence of the Palmaris longus muscle's agenesis in hungarian students. *Papers on Anthropology.* 2013; XXII, 28–33
7. Barkats N., Nagy M. Agenesis of Palmaris longus muscle in representatives of Hungarian population of Slovakia. *Science nad Education a New Dimension.* 2013; 2: 184-186
8. Cetin A., Genc M., Sevil S., Coban Y. K. Prevalence of the Palmaris longus muscle and its relationship with grip and pinch strength: a study in a Turkish pediatric population. *HAND.* June 2013; 8(2): 215-220
9. Ceyhan O., Mavt A. Distribution of agenesis of Palmaris longus muscle in 12 to 18 years old age groups // *Indian J. Med. Sci.* 1997; 51: 156–160.
10. Colombo M.R. *De Re Anatomica Libri.* – Venetiis: Ex typographia Nicolai Beuilacquæ, 1559. – Interneten: 2014.06.22. http://shinku.nichibun.ac.jp/NOMA/new/books/34/pageview/pageview.html?page_num
11. Cope J.M., Looney E.M., Craig C.A., Gawron R., Lampros R., Mahoney R. Median nerve compression and the reversed Palmaris longus. *International Journal of Anatomical Variations* 2009; 2: 102-104.
12. Doğramaci Y., Kalaci A., Savaş N., Esen E., Uçar E., Duman I.G., Kanatli U., Yanat A.N. The Prevalence of the Palmaris longus Agenesis: A Study in Afghan Population. *Türkiye Klinikleri J Med Sci.* 2010; 30(5): 1561-1565.
13. Enye L. A., Saalu L.C., Osinubi A.A. The Prevalence of Agenesis of Palmaris longus Muscle amongst Students in Two Lagos-Based Medical Schools. *Int. J. Morphol.* 2010; 28(3): 849-854.
14. Erić M., Krivokuća D., Savović S., Leksan I., Vucinić N. Prevalence of the Palmaris longus through clinical evaluation. *Surg Radiol Anat.* 2010; 32(4): 357-361.
15. Ertem K., Karakoc Y., and Pepele D. The absence of Palmaris longus tendon and its contribution to pinch strength in the Anatolian population. *J Hand Surg Eur Vol.* 2011; 36: 517-518.
16. Fahrner M. Proceedings: the role of the Palmaris longus muscle in the abduction of the thumb. *J Anat.* 1973; 116: 476.
17. Gangata H., Ndou R., Louw G. The contribution of the Palmaris longus muscle to the strength of thumb abduction. *Clin Anat.* 2010; 23: 431-436.
18. Green M. B. Median Nerve Compression At The Wrist Caused By A Reversed Palmaris longus Muscle. *Internet Journal of Surgery.* 2006; 7 (2): 9.
19. Hiz Ö., Ediz L., Fethi Ceylan M., Gezici E., Gülcü E., Erden M. Prevalence of the absence of Palmaris longus muscle assessed by a new examination test (Hiz-Ediz Test) in the population residing in the area of Van, Turkey // *Journal of Clinical and Experimental Investigations.* 2011. 2(3): 254-259.
20. Hojjatollah Karimi-Jashni, Karamatollah Rahmadian and Abdolreza Sotoodeh Jahromi. Agenesis of Palmaris longus in southern of Iran: a population based study. *OnLine Journal of Biological Sciences.* 2014; 14(1): 8-11.

21. Hürmüz Ko, Kenan A. Hand grip strength in individuals with and without the Palmaris longus. *Isokinetics and Exercise Science*. 2011; 19(4): 305-309
22. In Sok Yi, Keykhosrow Firoozbakhsh, Racca J., Yuji Umeda, Moheb S. Moneim. Treatment of Scapholunate Dissociation With Palmaris longus Tendon Graft: A Biomechanical Study // The University of Pennsylvania Orthopaedic Journal. 2000; 13: 53-59.
23. Kapoor S.K., Tiwari A., Kumar A., Bhatia R., Tantuway V., Kapoor S. Clinical relevance of Palmaris longus agenesis: common anatomical aberration. *Anat. Sci. Int.* 2008; 83(1): 45-48.
24. Ken-ichi Nakamichi, Shintaro Tachibana. Median nerve compression by a radially inserted Palmaris longus tendon after release of the antebachial fascia: A complication of carpal tunnel release. *Journal of Hand Surgery*. 2000; 25(5): 955-958
25. Kose O., Adanir O., Cirpar M., Kurklu M., Komurcu M. The prevalence of absence of the Palmaris longus: a study in Turkish population. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2009; 129(5): 609-611.
26. Kurihara K., Kojima T., Marumo E. Frontalis suspension for blepharoptosis using Palmaris longus tendon // *Ann. Plast. Surg.* 1984; 13: 274-278.
27. Kyung D.S., Lee J.H., Choi I.J., Kim D.K. Different frequency of the absence of the Palmaris longus according to assessment methods in a Korean population. *Anat Cell Biol.* 2012; 45(1): 53-56.
28. Lahiji F.A., Ashoori K., Dahmardehei M. Prevalence of Palmaris longus agenesis in a hospital in Iran. *Arch Iran Med.* 2013; 16(3): 187-188.
29. Machado A. B., Didio L. J. Frequency of the musculus Palmaris longus studied in vivo in some Amazon Indians. *AmJ phys Anthropol* 1967; 27: 11-20
30. Markeson D., Basu I., Kulkarni M. K. The dual tendon Palmaris longus variant causing dynamic median nerve compression in the forearm. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2012; 65(8): 220-222.
31. Mbaka G.O., Ejiwunmi A.B. Prevalence of Palmaris longus absence – a study in the Yoruba population // *Ulster Med. J.* 2009; 78(2): 90-93.
32. Mehul Tandell, Daxa Kanjiya, Lajja Sutaria, Brijesh Patel, Viras Patel, Pensi C. A. Prevalance of agenesis of Palmaris longus muscle in gujarat population. *Int J Biol Med Res.* 2012; 3(4): 2597-2602.
33. Morais M.A., Gomes M.S., Helrigle C., Malysz T. Prevalence of agenesis of the Palmaris longus muscle in Brazil and its clinics correlation. *J. Morphol. Sci.* 2012; 29(4): 238-242
34. Morais M.A., Santos W.G., Malysz T. Agenesis of Palmaris longus muscle: is this a phenotype of variable expressivity? *J. Morphol. Sci.* 2013; 30(4): 249-253.
35. Naugle T.C. Jr., Faust D.C. Autogenous Palmaris longus tendon as frontalis suspension material for ptosis correction in children. *Am. J. Ophthalmol.* 1999; 127: 488-489.
36. Ninković M., Hefel L., Ohler K. Acute median nerve compression produced by reversed Palmaris longus muscle *European Journal of Plastic Surgery.* 1995; 18(2-3): 129-130
37. O'Sullivan E., Mitchell B. S., Association of the absence of Palmaris longus tendon with an anomalous superficial palmar arch in the human hand. *J. Anat.* 2002; 201: 405-408.
38. Osonuga A., Mahama H.M., Brown A.A., Osonuga O.A., Serbeh G., Harding A.N., Hormeku A.K. The Prevalence of Palmaris longus agenesis among the Ghanaian population. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease.* 2012; 887-889.
39. Özkan Köse, Oktay Adanr, Murat Oto, Mustafa Kürklü, Mahmut Kömürçü. The contribution of the Palmaris longus muscle to the grip strength. *El ve Mikrocerrahi.* 2012; 1(1): 7-9.
40. Ramavath A. Lal, Sakamuri Raj. Guyons canal syndrome due to accessory Palmaris longus muscle: aetiological classification: a case report. *Cases Journal* 2009, 2: 9146
41. Regan P.J., Feldberg L., Bailey B.N. Accessory Palmaris longus muscle causing ulnar nerve compression at the wrist. *J Hand Surg Am.* 1991; 16(4): 736-738.
42. Roohi S.A., Choon-Sian L., Shalimar A., Tan G.H., Naicker A.S. A Study on the Absence of Palmaris longus in a Multiracial Population. *Malaysian Orthopaedic Journal.* 2007; 1(1): 26-28.
43. Sangeeta Rajani, Shital Patel, Jitendra Rajani, Amit Ganasva, Jivraj Damor. Study of Palmaris longus tendon agenesis through clinical examination in Gujarat region of India. *Int J Res Med.* 2013; 2(1): 83-87.
44. Sankar K.D., P. Bhanu Sh., John S.P. Incidence of agenesis of Palmaris longus in the Andhra population of India. *Indian Journal of Plastic Surgery.* 2011; 44(1): 134-138.
45. Sater M.S., Dharap A.S., Abu-Hijleh M.F. The prevalence of absence of the Palmaris longus muscle in the Bahraini population. *Clin Anat.* 2010; 23(8): 956-61.
46. Schuurman A.H., van Gils A.P. Reversed Palmaris longus muscle on MRI: report of four cases. *Eur Radiol.* 2000; 10(8): 1242-1244.
47. Sebastin S.J., Lim A.Y., Bee W.H., Wong T.C., Methil B. V. Does the absence of the Palmaris longus affect grip and pinch strength. *J Hand Surg Br.* 2005; 30: 406-408.
48. Sharma D.K., Shukla C.K., Sharma V. Clinical Assessment of Absence of Palmaris longus Muscle and its Association with Gender, Body Sides, Handedness and Other Neighboring Anomalies in a Population of Central India. *Journal of Anatomical Society of India.* 2012; 61(1): 13-20.
49. Tejaswi H.L., Shilpashree Y.D. Clinical Assessment of Agenesis of Palmaris longus and Flexor Digitorum Superficialis in Indian Population. *International Journal of Recent Trends in Science And Technology.* 2014; 10(3): 492-494.
50. Thompson N.W., Mockford B.J., Cran G.W. Absence of the Palmaris longus muscle: a population study // *The Ulster Medical Journal.* 2001; 70(1): 22-24.
51. Troha F., Baibak G.J., Kelleher J.C. Frequency of the Palmaris longus tendon in North American caucasians *Ann. Plast. Surg.* 1990; 25: 477-478.
52. Weber R.V., Mackinnon S.E. Median Nerve Mistaken for Palmaris longus Tendon: Restoration of Function with Sensory Nerve Transfers. *Hand.* 2007; 2(1): 1-4.
53. Schaeffer J. P. On the variations of the Palmaris longus muscle. *Anat Rec* 1909; 3: 275-278.
54. Sánchez Lorenzo J., Cañada M., Díaz L., Sarasúa G. Compression of the median nerve by an anomalous Palmaris longus tendon: a case report. *J. Hand Surg Am.* 1996; 21(5): 858-860.

Barkáts N. Anomalies of palmaris longus muscle, their significance in medicine, the use of muscle in surgery

Abstract. The palmaris longus is one of the most variable muscles in human body. Its variability was caused by the loss of anatomical and physiological function it had in the primates, during the evolution of human hand. Though the muscle lost its function, this function loss made it an important muscle in plastic and reconstructive surgery as the most frequently used tendon donor. Also this function loss made it an important muscle in medicine and surgery, since different variations of palmaris longus may cause various pathological processes. Most frequently nerve inflammation, caused by nerve compression by an anomalous variation of palmaris longus muscle. The described above features made the palmaris longus a frequent subject of the anatomical, morphological, and physiological studies.

Keywords: *palmaris longus, agenesis, muscle, nerve inflammation*

Golish D.

A *Troglodytes troglodytes* gyakoriságának változása Munkács területén – öt év megfigyelései alapján

Golish Diana, ökológia szakos MSc hallgató
Debreceni egyetem, TTK, Ökológiai tanszék, Debrecen, Magyarország

Összefoglaló. A *Troglodytes troglodytes* a verébalakúak (Passeriformes) rendjébe tartozik. Ukrajna központi, nyugati és északnyugati részén állandó jelleggel tartózkodik, itt költ és neveli fel a fiókáit. Kutatásom során az ökörszem megfigyelését az elmúlt öt évben Munkács területén végeztem. A munka az ökörszemállomány számbeli változását írja le, valamint a madarak teljes eltűnését a város területéről a 2013-as év során.

Kulcsszavak: *Troglodytes troglodytes*, ökörszem, Munkács, Latorca.

Bevezetés. A *Troglodytes troglodytes* – ökörszem – a verébalakúak (Passeriformes) rendjébe tartozik. Hossza: 9-10,5 cm. Erdők sűrű aljnövényzetű részein, elgazosodott tisztásain, illetve cserjésekben, buja patakpartokon, kertek sűrűjében költ, de akár kopár szigeteken is, ha sövényeket, cserjéseket, kőfalakat stb. talál. Európa északi részéről télen elvonul [Mullarney et al. 2007]. Hangja: izgatott állapotban kemény „cserrrrr” hangon cserreg vagy egytagú csettegetést „csett!” hallat, néha hosszasan, ezeket váltogatva szól. Éneke természetéhez képest meglepően erős, ha az egy egységnyi testsúlyra produkált hangmennyiséget nézzük, akkor az érték tízszer nagyobb, mint amire egy kakas képes, kissé a kanáriára emlékeztető, fémesen csengő, magas hangok és trillák keveréke, pl. rendszerint takarásban énekel. [National Geographic Society 1999] A *Troglodytes troglodytes* tipikusan holoarktikus madárfaj, mely mind Euráziában, mind Észak-Amerikában szélesen elterjedt az észak-déli irányban, de csak a kontinensek keleti és nyugati részein figyelhető meg ez az elterjedés. A kontinensek központi részein a *Troglodytes troglodytes* elterjedésében nagy hézagokat fedezhetünk fel [Drovetski et al. 2004]. A nearktikumban a *Troglodytes troglodytes* által lakott keleti és a nyugati részeket egy szűk központi rész köti össze, ami Manitobán, Saskatchewan tartományon és Albertán át halad. A palearktikumban a keleti és nyugati részeket egy szűk rés választja el, ami Türkmenisztánon halad keresztül. A *Troglodytes troglodytes* az egyik legkomplexebb és filogenetikailag legdiverzebb taxon [Brewer 2001], amely hivatalosan 39 alfajt számlál, de ettől több alfaj is leírásra került a nearktikus régióban.

Mindkét kontinensen vannak területek, melyek a madarak számára állandó lakhelyül szolgálnak, valamint olyanok, ahol a madarak csak csak a szaporodási időszakot töltik vagy éppen a hidegebb telek során vándorolnak oda, hogy azokat átveszeljék. Ukrajna keleti és délkeleti részén tipikusan a téli vendégnek számít, míg Ukrajna központi, nyugati és északnyugati része tipikusan a madár állandó lakhelyéül szolgáló területek kategóriájába sorolható, ahol a madár az egész évet tölti, és ott is szaporodik.

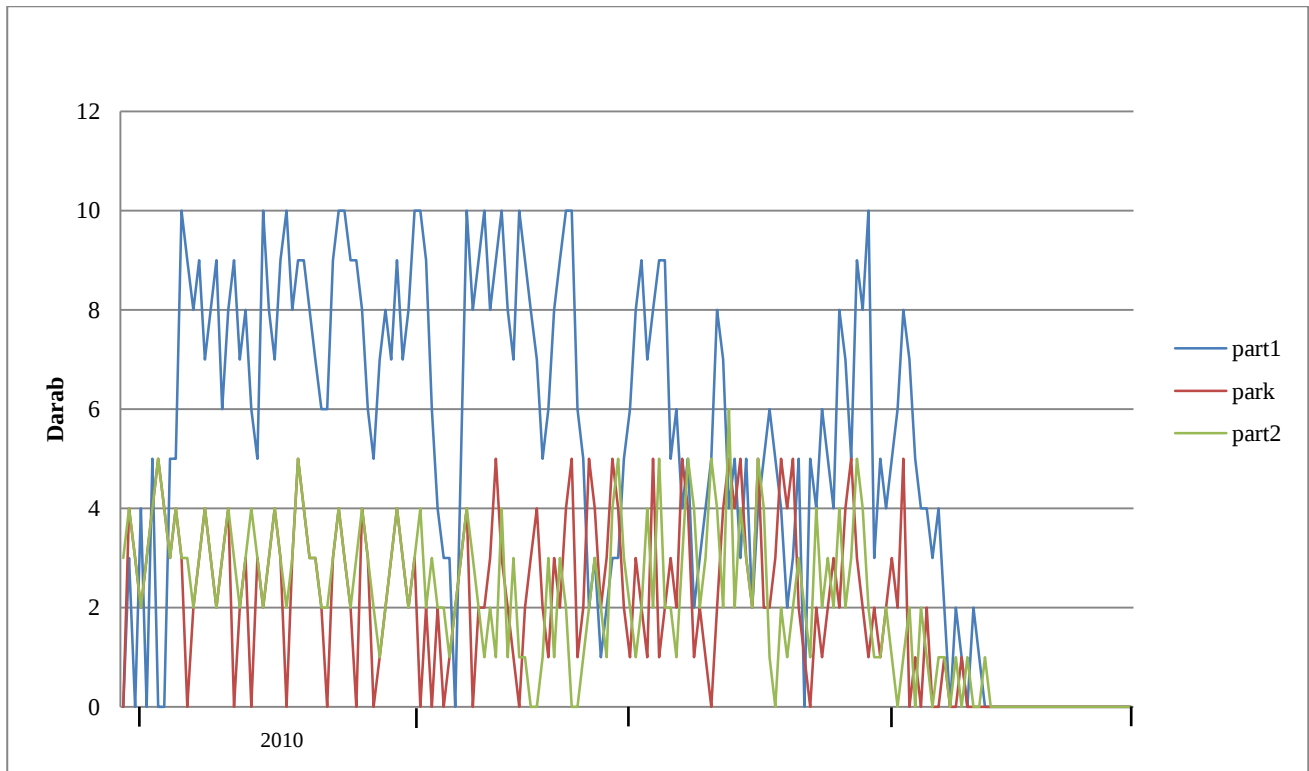
A vizsgált terület jellemzése. Munkács Kárpátalja központi részén terül el az Északkeleti-Kárpátok aljában, az Alföld és a hegyvidék találkozásánál. Gazdasági potenciálja, továbbá a lakosság száma szerint a megye második legnagyobb városának számít. Ungvártól 42 km-re délkeletre, a Latorca partján fekszik. Koordinátái: 48° 27' 0" N, 22° 43' 0" E. Tengerszint feletti magassága: 128 m, területe 27 km². Munkácsra keresztül folyik a Latorca. Munkács éghajlata mérsékelt. A tél enyhe, a középhőmérséklet -2 és -5 °C között változik, tartós hótakaró nem

mindig alakul ki. A meleg időszak meghaladja a 9 hónapot. A júliusi középhőmérséklet +20–+21 °C. Az évi csapadékmennyiség 600–700 mm, a csapadék zöme nyáron hullik. Tavasszal a sarki eredetű légtömegek fagyokat okoznak, az őszt rendszerint meleg, száraz és napos. Élővilága nagyon gazdag és változatos, nagyon sok itt a: csiga, kagyló, pókszabású, százlábú, ikerszelvényes, rák, rovar, körszajjú, hal, kételtű, hüllő, madár és emlős. Nem térek ki sem különböző jellemzésekre, sem másra, csak egy felsorolásra, amibe beletartozik a fajnak a magyar és a latin neve.

A megfigyeléseket a város három különböző részén végeztem. A városon átfolyó Latorca két szakaszán, melyek közül az egyik bozótos, nehezen hozzáférhető, emberek által nem vagy csak nagyon ritkán bolygatott terület, a másik egy strandolásra alkalmassá alakított része a folyópartnak. Ezenkívül, egy – a város belsejében elhelyezkedő – parkos részen is végeztem megfigyeléseket.

Eredmények és következtetések. A leírt területen öt évben keresztül végeztem az ökörszemek megfigyelését. Megfigyeléseim első éveiben a *Troglodytes troglodytes* egész évben mindhárom kutatási területen megtalálható volt. Egyedszáma változó volt, de nem mutat összefüggést az évszakokkal. Ebben valószínűleg szerepet játszhatott az is, hogy a madarakat a téli hónapok során folyamatosan etetik a városban. Az ökörszem általában nehezen hozzáférhető bozótokban fészkel, és ideje nagy részét is ott töltötte. A Latorca bozótos partszakaszán egyedszáma sokszorosan meghaladta a strandterületnek kialakított partrészen, illetve a parkban megfigyelhető.

A 2013-as évben a madarak állománya drasztikus csökkenésnek indult. 2013 májusára az összes egyed eltűnt a vizsgált területről. Azt, hogy mi okozhatta az állomány ilyen hirtelen csökkenését és végül a madarak teljes eltűnését, nem sikerült megállapítani. A vizsgált területen a vizsgálati idő alatt nem fedeztem fel jelentős antropogén hatást, amely negatívan hatott volna a madarakra. A bozótos, mely éveken keresztül lakóhelyül szolgált számukra, továbbra is érintetlen. Úgyszintén kizárható az új ragadozók megjelenése, mivel a terület folyamatos megfigyelés alatt állt, és ez alatt az idő alatt egyetlen olyan állatot sem detektáltam, amely ne lett volna korábban is jelen a területen és veszélyt jelenthetett volna az ökörszemek populációjára. Betegség fellobbanását is valószínűtlennek tartom, mivel nem találtam egyetlen madártetemet sem. Az összes fióka elérte a röpképes kort, és sikeresen elhagyta a fészket. Sehol nem találtam olyan maradványokat vagy nyomokat, melyek elpusztult ökörszemekre utaltak volna, legyen az akár betegség, akár ragadozó által okozott pusztulás.



1. ábra. A *Troglodytes troglodytes* gyakoriságának változása az egyes vizsgálati területeken

Az egyetlen számottevő változás, ami a területen megfigyelhető volt: a hőmérséklet és az időjárás változása. Az utóbbi években a nyári hőmérséklet szokatlanul magas értékeket ért el. A téli időjárás pedig az állatok számára teljességgel szokatlan és kiszámíthatatlan módon alakult.

Mindezeket számításba véve azt tartom a legvalószínűbbnek hogy a *Troglodytes troglodytes* összes példányának az eltűnése a vizsgált területről az időjárásváltozás eredménye lehetett, ami azt eredményezte hogy a teljes populáció elhagyta a területet.

REFERENCES

1. Brewer, D. 2001 Wrens, dippers and thrashers. New Haven, CT: Yale University Press.
2. National Geographic Society 1999 Field guide to the birds of North America, 3rd edn. Washington, DC: National Geographic Society.
3. Drovetski S.V., Zink R.M., Rohwer S., Fadeev I.V., Nesterov E.V., Karagodin I., Koblik E.A., Red'kin Ya.A. Complex biogeographic history of a Holarctic passerine, No. 271, 545-551 Proc. R. Soc. Lond. B (2004).
4. Mullarney K., Svensson L., Zetterström D., Grant P.J. Madárhatározó // Park könyvkiadó / Budapest, 2007.

Golish D. Changes in the frequency of *Troglodytes troglodytes* in the city of Mukachevo - a study based on five years of observation

Abstract. The *Troglodytes troglodytes* belongs to the order of perching birds or, less accurately, the songbirds (Passeriformes). In the central, western and north-western parts of Ukraine the *Troglodytes troglodytes* resides as a constant resident. I carried out a five years long observation of *Troglodytes troglodytes* in the city Mukachevo. The paper describes drastic change in the rate of the birds and in the end the total disappearance of the *Troglodytes troglodytes* in the city area during the year 2013.

Keywords: *Troglodytes troglodytes*, Eurasian wren, Mukachevo, Latorca

Kurtyák Á., Csoma Z.
A Vérke-csatorna vízminőségének térbeli változása

Kurtyák Ádám, MSc student, University of Debrecen, Hungary
Csoma Zoltán, PhD in Crop Sciences and Horticulture
Ferenc Rákóczi II. Transcarpathian Hungarian Institute, Berehove, Ukraine

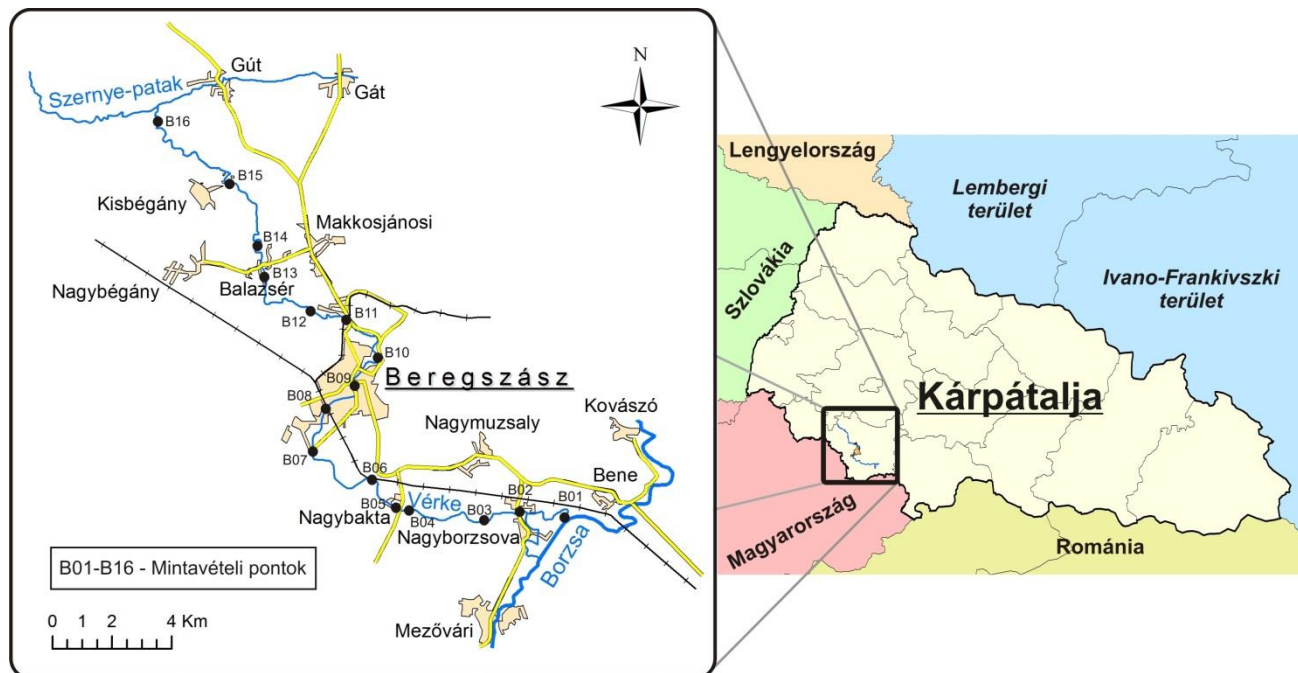
Abstract. Kutatásunk a Beregszászi járást (Ukrajna, Kárpátalja) délkeletről északnyugat felé átszelő Vérke-csatorna vízminőség-vizsgálatán alapszik. Az elmúlt években a Vérke-csatorna ökológiai állapota szembeötlő negatív jelenséggé vált a környéken élők, valamint a Beregszászba látogatók számára. Tanulmányozva az aktuális helyzetet azt szeretnénk volna megtudni, hogy a Vérke egyes szakaszain milyen eredetű és mértékű szennyezés van jelen. Mindezt eddig viszonylag kevés kutatás foglalkozott a témával, eredményeink így hozzájárulhatnak a probléma részletesebb feltáráshoz. Eredményeink szerint egyes helyeken több vízminőségi paraméter is meghaladja az Ukrajnában érvényes határértékeket. A terepi bejárások alátámasztják, hogy mindezt erős antropogén hatások okozzák, úgy mint: kommunális szennyvizek, illetve termálfürdőkből származó oldott sók. Komoly problémát jelent, hogy Beregszász esetében a szennyvízhálózat csupán 40%-os lefedettségű [10]. A megfelelő csatornarendszer, valamint a termásvíz körülmények felhasználása hiányában a helyzet mindmáig megoldatlan a környéken élők számára.

Kulcsszavak: Vérke, vízminőség, Ukrajna

Bevezetés. A Kárpátaljai Ökológiai és Természeti Erőforrások Hivatala rendszeres méréseket végez a kárpátaljai folyókon, így a Vérken is [3]. Vizsgálataik a beregszászi szakaszon 6 db mintavételi pontra korlátozódik. A hivatalos monitoring rendszer mellett mások is kutatták a Vérke vízminőségét: Hluch O. and Boriszova N. [1], Csoma Z.–Hadnagy I. [6], Vince T. [13]. Az általunk vizsgált mintaterület a Vérke teljes szakaszát lefedi, lehetőséget nyújtva a vízminőség változásának eddiginél részletesebb megismerésére.

A vizsgált terület. A Vérke-csatorna a Borzsa folyó jobboldali mellékága, korábban a nagy kiterjedésű Szernye-mocsár legfőbb táplálója volt. A szervezett vízszabályozási munkálatok megjelenésével medrén jelentős munkálatokat hajtottak végre, s vizét a Szernye-patak által a Latorcába terelték [9]. A Nagyborzsova közelében eredő vízfolyás Beregszászon áthaladva Gút mellett egyesül a Szernye-pattakkal (1. ábra). Jelenlegi hossza 33 km, amely

179 km² területű vízgyűjtő területtel párosul. Folyása lassú: esése csupán 0,3 m/km [4]. A Vérke-csatornára vonatkozó vízminőség-vizsgálatainkat 2011 április 10-én kezdtük. Az akkor még a beregszászi szakaszra korlátozódó mintaterületen (hossza 9 km) 6 db mintavételi pontot jelöltünk ki. A következő, 2011. november 30-i mintabeiggyűjtés során újabb 6 db helyszínt került bevizsgálásra a Vérke forrásától a Beregszász elhagyásáig tartó szakaszon (21,5 km), melyhez Nagyborzsova és Nagybakta is hozzátartozik. A kibővítéssel azt szeretnénk volna megtudni, hogy milyen hatást gyakorolnak ezek a kisebb települések a városba érkező folyóvízre. A harmadik mintavételre 2012. október 29-én került sor újabb 4 db helyszínt bevonásával, melyek a Vérke alsó szakaszán találhatók. Itt arra voltunk kíváncsiak, hogy képes-e a víz az öntisztulásra vagy további szennyezések érik Balazsér, illetve Kisbégány közelében. A vizsgálati területet és a mintavételi pontok elhelyezkedését az 1. ábra mutatja be.



1. ábra. A mintavételi pontok elhelyezkedése a vizsgált területen (a szerző szerk.)

Anyag és módszer. Kutatási módszerünk mind helyszíni, mind pedig laboratóriumi vizsgálatokat magába foglal. A helyszíni mintavételezést erre a célra kialakított

vízmerítő edénnyel végeztük. A korábban desztillált vízzel átmosott, majd a helyszínen a vizsgált vízzel többször

átöblített felcímkézett palackokat színültig megtöltöttük vízzel – kiszorítva ezzel a levegőt.

A laboratóriumi munkát a begyűjtést követő 24 órán belül megkezdjük. A kapott adatokat az Ukrajnában hatályos határértékeknek megfelelően értékeltük [4]. A főbb paraméterek a következők:

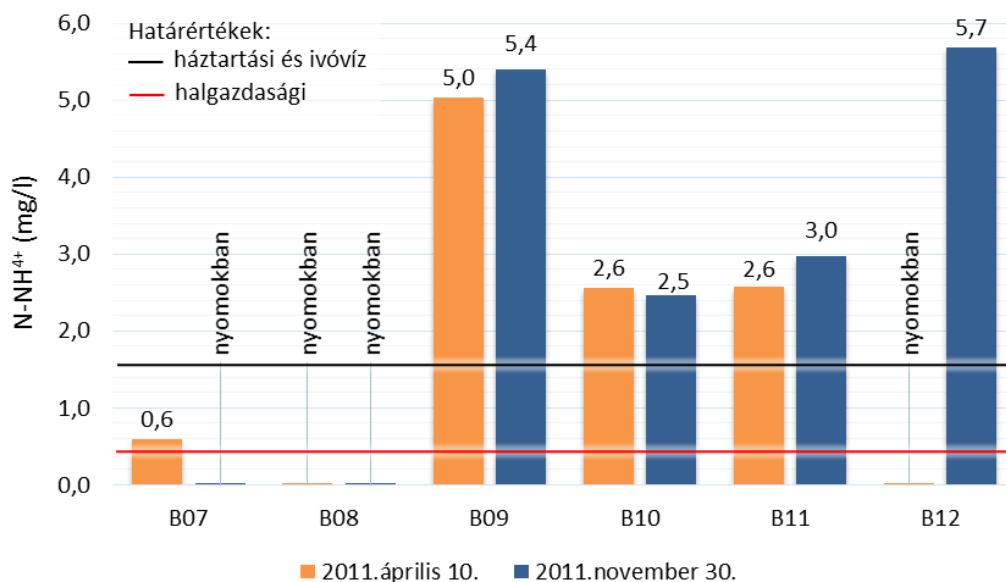
A víz pH értéke. A pH a vízminőség fontos tényezője, értékétől más egyéb minősítő jellemzők is függenek. Az általunk alkalmazott analitikai műszer az inoLab pH/ION Level 2 típusú pH-mérő készülék.

Fajlagos vezetőképesség. Az elektromos vezetőképesség a vízben oldott összes ion (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , stb.) mennyiségéről tájékoztat. A vízben oldott sótartalom meghatározásának rutin elvégzésére különösen alkalmas a víz fajlagos elektromos vezetőképességének módszere [7]. A mérést WTW inoLab Cond 730P típusú konduktométerrel végeztük.

Nitrát-ion koncentráció. A víz nitrát-ion koncentrációját pV-150 MI típusú készülékhez csatlakoztatott nitrát-ion szelektív elektródával mértük.

A víz N-NH_4^+ tartalma. Az ammónia (NH_3) mennyiségének meghatározása a vizek anyagforgalmának vizsgálatában és a különböző öntisztulási folyamatok meghatározásában igen fontos. Az $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ komponensek arányát elsősorban a pH-érték szabja meg. A pH növelésével nő a szabad ammónia aránya. Ha a felszíni vizekben nagyobb ammóniatartalom mérhető, akkor ez elsősorban a kommunális szennyvizek, illetve bizonyos ipari szennyvizek bejutására enged következtetni [11]. Az ammónium-ion meghatározását Spekol 11 Carl Zeiss Jena típusú spektrofotométert használtunk. A módszer pontossága $\pm 0,02 \text{ mg/l NH}_4^+$.

Eredmények és értékelés. A víz N-NH_4^+ koncentrációja. Az ammónium-nitrogén megengedett koncentrációja tiszta vízben a halfauna szempontjából $0,39 \text{ mg/l}$, míg a háztartási és ivóvízfelhasználás esetén $1,5 \text{ mg/l}$ [4]. A város külső, déli pereméhez tartozó minták (B07-B08) csak egy esetben haladtak meg határértéket 2011 folyamán (2. ábra).



2. ábra. Az N-NH_4^+ koncentráció változása a Vérke beregszászi szakaszán

Ahogy azonban a Vérke eléri a belvárost, az N-NH_4^+ koncentráció a sokszorosára nő. A rövid, mindössze $1,8 \text{ km}$ -es szakaszon a víz kiváló (I.) besorolása átmenet nélkül válik erős szennyezetté (V.) [4]. A B09–B11-es mintavételi pontoknál a szennyezés mindkét időpontban közel azonos mértékben, csupán kb. 8%-os eltéréssel jelentkezik. A N-NH_4^+ mennyiségének többszörös megemelkedését a város központi részén az állami hivatali adatai is alátámasztják [3].

Az N-NH_4^+ csak nagyon magas koncentrációban káros az élőlényekre, azonban a hőmérséklet emelkedésével és lúgos kémhatás mellett ammóniává alakulhat. Az értékelésénél ezért figyelembe kell venni, hogy a víz kémhatása a megengedettnél nagyobb koncentrációban ammónium-nitrogént tartalmazó B09–B12-es minták esetében enyhén lúgos ($\text{pH} \approx 7,14$). A $\text{pH} > 7$ érték mellett már megindulhat az ammónium ammóniává való átalakulása, ami nagyfokú veszélyt jelent az élővilágra a kanális ezen a szakaszán. A folyamat a tavaszi-nyári időszakban, a hőmérséklet emelkedésével tovább fokozódhat [8].

A víz fajlagos vezetőképessége. Beregszászban a szennyvízelvezetés mellett a termálfürdőkől származó elhasznált hévíz elhelyezése sem megoldott. A különböző ásványi sókban feldúsult termálfvíz közvetlen mederbe terelése során a Vérke ökológiai állapota ezen a szakaszon tovább romlik. A beregszászi termálfvízes uszoda környezetre gyakorolt hatása mindhárom mintavétel során kimutatható volt az elektromos vezetőképesség kiugró értékein keresztül. Az egymástól $1,4 \text{ km}$ -re lévő B09 és B10-es mintavételi pontok között elhelyezkedő létesítmény tevékenysége kihat a Vérke teljes további szakaszára, mely a 4. ábrán jól érzékelhető.

Korábbi méréseink alapján a Nagybakta belső lakóövéhez tartozó B05-ös mintavételi ponton is tapasztalható volt kisebb kiugrás a vezetőképesség terén, azonban ez határértéken belül maradt, illetve Nagybakta elhagyásával fokozatosan csökkent.

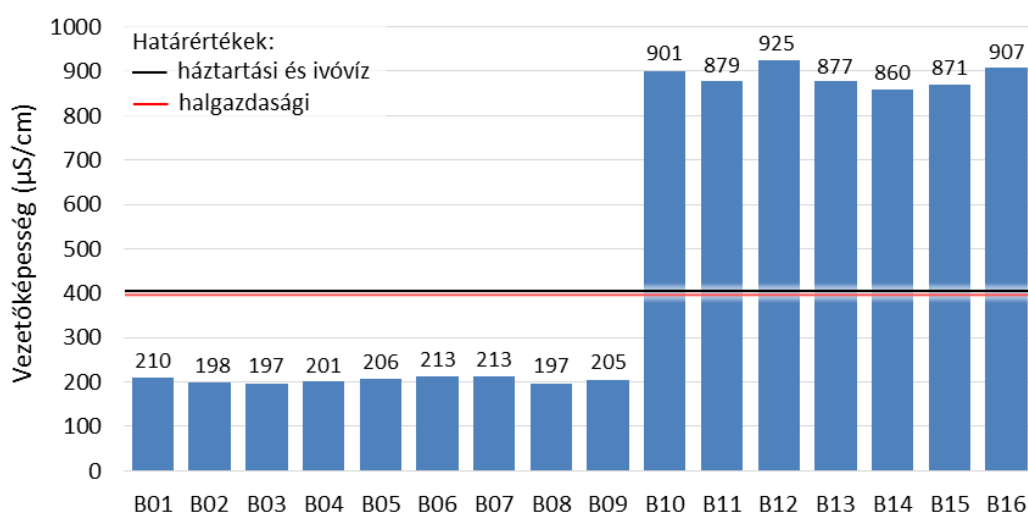
Korábbi, mások által elvégzett mérések a vezetőképességre vonatkozóan csak 2007 és 2009 között állnak rendelkezésre, ezért ezt a paramétert nem tudjuk egy időben

összehasonlítani saját, újabb méréseinkkel. A hivatalos adatok alapján a vezetőképesség Beregszászban nem lépi túl a $400 \mu\text{S}/\text{cm}$ -es megengedett értéket [3]. Eredményeink azonban azt mutatják, hogy a vezetőképesség Beregszász központi részén hirtelen megemelkedik és jelentős mértékben meghaladja a határértéket. A két mérőszorozat között eltelt egy évben nincs tudomásunk olyan eseményről, ami magyarázattal szolgálhat a vezetőképesség ilyen mértékű megemelkedésére (a termáluszoda 1972-es fennállása óta szinte változatlan feltételek mellett üzemel és bocsát ki termálvizet a Vérkébe).

A mérések során a víz ion-összetételét is vizsgáltuk, hogy feltárjuk azokat az összetevőket, amelyek jelentősebb mértékben emelik a vezetőképességet. A kationok közül a K^+ hatszorosára, a Na^+ tizenegyszeresére, az anionok közül a Cl^- ötvénszeresére, a PO_4^{3-} pedig a négyszeresére emelkedett a B09 és B10-es pontok között.



3. ábra. A termáluszoda vizének leeresztése a B09 és B10-es pontok között (a szerző felvétele)

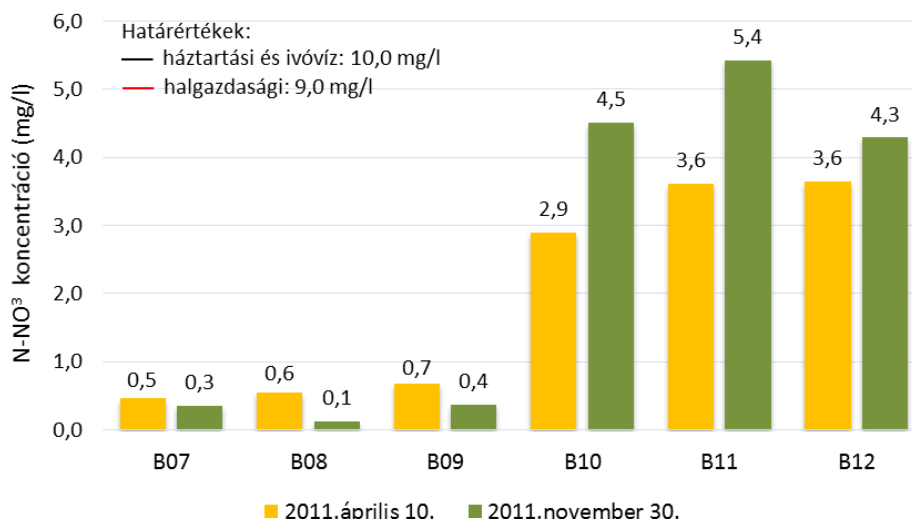


4. ábra. A vezetőképesség változása a Vérke teljes szakaszán (2012.10.29.)

A víz N-NO_3 koncentrációja. A nitrátos nitrogén megengedett határértéke a halgazdaság szempontjából $9 \text{ mg}/\text{l}$, háztartási felhasználás esetén pedig $10 \text{ mg}/\text{l}$ [4]. Ennek megfelelően a Vérke beregszászi szakaszának nitráatterhelése határértéken belül marad. A vezetőképességhez hasonlóan azonban itt is megfigyelhető jelentő-

sebb vízkémiai változás a B09 és B10-es mintavételi pontok között.

A N-NO_3 koncentráció mértéke a két időpont között nem változott számottevően. Eredményeink 2011-es hivatalos adatoktól abban térnek el a, hogy rámutatnak az alsóbb szakaszon bekövetkező nitráatterhelésre [3].



5. ábra. A N-NO_3 tartalom változása a Vérke beregszászi szakaszán

Összegzés. Terepi bejárásaink során szembesültünk a Vérkét sújtó ökológiai problémával, mely a laboratóriumi vizsgálatok alapján pontos számadatokkal is alátámasztható. Az ammónium-nitrogén és a vezetőképesség esetében többszörös megemelkedést és határértékek-túllépést tapasztaltunk Beregszász központjában. A vezetőképességet befolyásoló kationok közül a K^+ hatszorosára, a Na^+ tizenegyszeresére, az anionok közül a Cl^- ötvenszerezésére, a PO_4^{3-} pedig a négyszeresére emelkedett, amit a beregszászi termálvizes uszoda tevékenységével hozunk összefüggésbe. Más vízminőségi paraméterek is azt mutatják,

hogy a Vérke vizét elsősorban Beregszász központi részén, illetve a Beregszászhoz tartozó Beregdobban éri erős szennyezés. A víz ezután nem képes az öntisztulásra – a szennyezettség mértéke állandósul a Vérke alsó szakaszán egészen a torkolatig. A legnagyobb problémát a háztartási és építőipari hulladék, a szennyvíz, valamint a termálvíz beáramlása okozza. A Vérke teljes hosszát lefedő és több vízminőségi paraméter vizsgálatát magába foglaló kutatási eredmények birtokában az eddigieknél részletesebb képet alkothatunk a kanális környezeti állapotról.

REFERENCES

1. Глух О.С., Борисова Н.С. (2011): Динаміка зміни деяких гідрохімічних показників річки боржави і каналу Верке In: Науковий вісник Ужгородського ун-ту (Сер. Хімія), № 2 (26).
2. Hlukh O.S., Borysova N.S. (2011): *Dynamika zminy deyakikh hidrokhimichnykh pokaznykiv richky borzhavy i kanalu Verke* [Dynamics of change of some hydrochemical parameters Borzhava river and canal Werke] In: *Naukovyy visnyk Uzhhorods'koho un-tu (Ser. Khimiya)*, № 2 (26).
3. Лурье Ю.Ю. (1984): Аналитическая химия промышленных сточных вод, Москва, Химия
4. Lur'ye Yu.Yu. (1984): *Analitycheskaya khimiya promyshlennykh stochnykh vod, Moskva, Khimiya* [Analytic chemistry of industrial wastewater].
5. Система державного моніторингу якості поверхневих вод Закарпатської області <http://www.ecozakarp.net.ua/> (letöltés dátuma: 2014.01.21.)
6. Systema derzhavnoho monitorynhu yakosti poverkhnevyykh vod Zakarpats'koyi oblasti [Monitoring system of surface water quality in Transcarpathian region] <http://www.ecozakarp.net.ua/>
7. Стандарт Водної Рамкової Директиви ЄС та вимог ICPDR. <http://www.icpdr.org/>
8. Standarti Vodnoyi Ramkovoyi Dyrektyvy YES ta vymoh ICPDR [EU Water Standard Framework Directive and the requirements of the ICPDR.]. <http://www.icpdr.org/>
9. Українська Річкова Мережа: Основні характеристики деяких малих річок України <http://77.121.11.22/ecolib/3/4/20.pdf> (letöltés dátuma: 2014.01.21.)
10. Ukrayins'ka Richkova Merezha: Osnovni kharakterystyky deyakikh malykh richok Ukrayiny [Ukrainian Rivers Network: Main characteristics of some small rivers of Ukraine] <http://77.121.11.22/ecolib/3/4/20.pdf>
11. Csoma Z.–Hadnagy I. (2009): A felszíni és a felszín alatti vizek nitráttelhelése Makkosjánosi községben és környékén In: Acta Beregsasiensis VIII. évfolyam, 2. kötet, PoliPrint Kft. Ungvár
12. Donászy E. (1955): Helyszíni vízvizsgálat, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
13. Francis-Floyd, R.–C. Watson (1990): Ammonia in Aquatic Systems, FA-16. Fisheries and Aquatic Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/fa031> (letöltés dátuma: 2014.01.21.)
14. Kész P. (2011): Folyószabályozás Bereg vármegyében (1846–1914) In: Galambos S.–Kujbusné Mecsei É. (szerk.): Szabolcszatmár-beregi Levéltári Évkönyv 19, Nyiregyháza <http://www.szabarchiv.hu/> (letöltés dátuma: 2014.01.21.)
15. Molnár B. (2012): És a tiszta ivóvíz szolgáltatásban. Beregszász hetilap <http://www.beregovo.uz.ua/> (letöltés dátuma: 2014. 01.21.)
16. Percsich K. (2005): Bevezetés a vízanalitikába. A gyakorlat elméleti háttere környezetmérnök hallgatóknak. <http://w3.mkk.szie.hu/> (letöltés dátuma: 2014. 01.21.)
17. Vermes L. (2001): Vízgazdálkodás mezőgazdasági, kertész-, tájépítész-, és erdőmérnök hallgatók részére. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
18. Vince Timea (2010): Ásott talajvízkutak és a Vérke-csatorna szennyezettségének vizsgálata Beregszászban In: Kertész Ádám–Kovács Alexandra (szerk.): IV. Magyar Tájökológiai konferencia. Absztrakt kötet, Budapest

Kurtyák Á., Csoma Z. Spatial changes in water quality of Verke-channel

Abstract. Our research is based on the water quality measurements of the Vérke canal which flows from south-east to north-west in the Beregszász district. Our results may contribute to a deeper understanding of the problem, since very few investigation dealt with this topic. Unlike previous researches we can form a much more detailed picture of the ecological state of the canal, as the area of the research covers the whole length of the Vérke. According to the results in some sections several water quality parameters crossed the official Ukrainian permissible limits. The field works confirm that it is caused by strong anthropogenic effects such as: communal wastewater and dissolved salts from thermal baths. The serious problem is that in Beregszász the sewage network has a coverage of 40% only and due to the lack of the proper drainage system and the appropriate use of thermal water the problem is still unsolved.

Keywords: Vérke, water quality, Ukraine

Куртяк А., Чома З. Пространственные изменения качества воды канале р. Верке

Аннотация. Приведены материалы исследования качества воды канала Верке, который пересекает Береговский район в направлении от юго-востока на северо-запад. Цель данной работы – оценить пространственные изменения загрязненности канала и раскрыть её причины. Пробы воды были отобраны в 16 точках на всей 33 км протяженности канала. Химические анализы показали значительные превышения гранично допустимых норм содержания аммиачного азота, а также электропроводности воды. По результатам экспедиционных и лабораторных исследований установлено, что основными причинами загрязненности воды канала Верке есть выбросы в неё сточных вод и использованных термальных вод.

Ключевые слова: Верке, качество воды, Украина

Myronchuk K.V.

Determination of decorative value of green hedges in Chernivtsi region

Myronchuk Kateryna Vasylivna, graduate student
Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine

Abstract. The decorative value of the most common varieties of green hedges in Bukovyna has been determined. Green hedges with a high degree of decorative value have been distinguished. A number of species have been proposed as candidates for planting of greenery for amenity and decoration.

Keywords: hedges, aesthetic evaluation, decorative, evaluation criteria

The objective of the study is to analyse green hedges growing within Chernivtsi region for the purpose of establishing their decorative value, to distinguish specific and individual decorative peculiarities, as well as to reveal prospects for using green hedges in Bukovyna.

One of the decorative components of any greenery in populated areas is the green hedge, this is especially true once there is a relationship between functionality and decorative value. While the functionality of each green hedge can be determined reasonably well [1, 5], the decorative value determination is a matter of individual opinion.

There is a variety of procedures to determine the decorative values of trees and shrubs: N. Kotelova, N. Grečko, 1969; N. Kotelova, O. Vinogradova, 1974; H. Å kubov, 2005; A. Kalmykova, 2009. They are all based on the merit point system. When making a general assessment of decorative value of green hedges in Bukovyna, T. Andruško and A. Tereškin scale of value was used to determine decorative features of shrubs (Andruško, 2012).

The procedure involves the analysis of decorative features for free-growing shrubs such as architectonics of shrubs; the colour of shoots; the terms and duration of the foliage cover; texture, colour, seasonal foliage colour change; the terms and duration of flowering; the size of inflorescence; the inflorescence colour set-off against the background of foliage; the mode of fruit dispersal and preservation; the size and decorative value of fruits; colour set-off; the density of fruits in the crown; the fragrance and acceptance of shrubbery on the background of landscape.

Since the given procedure is used to assess separately growing shrubs, while we are to assess green hedges (continuous shrub row planting), it was modified and supplemented with decorative features: the integrity of green hedge; the height of bareness from below; its contour; assessment of evergreen hedge; the division of phenophases of flowering and fruiting. Depending on the manner of creation, all the hedges were classified into shaped (specially pruned and trimmed) and free-growing (a complete analysis and tables are to be presented in the dissertation work).

The species composition of green hedges in Chernivtsi region is of a great diversity: about thirty plant species are on record (Table 1); however, no more than seven of them are used more frequently than others. That is why an analysis was done to find out the most frequently used plant species (Table 2). [7, 8]

Table 1. Analysis of green hedges in Chernivtsi region for their plant species used.

Name of species	Number of pieces	%
Acer Ginnala	1	0.36
Acer platanoides	3	1.07
Buxus sempervirens	52	18.5
Carpinus betulus	55	19.6
Cotoneaster melanocarpa	4	1.4
Crataegus monogyna	1	0.36
Forsythia suspense	2	0.71
Juniperus Sabina	1	0.36
Juniperus virginiana	1	0.36
Ligustrum vulgare	32	11.4
Parthenocissus quinquefolia	10	3.56
Philadelphus coronaries	1	0.36
Physocarpus opulifolius	16	5.69
Picea abies	3	1.07
Robinia pseudoacacia	1	0.36
Spiraea media	9	3.2
Spiraea salicifolia	2	0.71
Spiraea Vanhouttei	16	5.69
Symphoricarpus albus	7	2.49
Syringa vulgaris	6	2.13
Thelycrania alba	48	17.1
Thelycrania sanguinea	4	1.4
Thuja occidentalis	4	1.4
Tilia cordata	1	0.36
Tilia platyphyllos	1	0.36
Total	281	100

Based on the modified scale, distinguished were green hedges of various degrees of decorative value: of very high degree – 40- 49 points; high degree – 31-39 points; medium degree – 22-30 points; low degree (less than 21 points) (Fig. 1).

Based on the data from Fig.1 and Table 2, we can see that the decorative value of green hedges that are specially shaped are rated higher in most cases as compared to free-growing hedges. Buxus sempervirens and Ligustrum vulgare-formed hedges are best amenable to shaping, these are small-leaved species that are able to withstand heavy pruning to form different figures of regular and irregular shape. Therefore they get the highest decorative rating only when they are subjected to pruning.

There is little difference, up to 2 points, between the trimmed and free-growing hedges of lovely flowering and broadleaved species. The best example of this are Symphoricarpus albus-formed and Thelycrania alba-formed hedges which have the same or approximately the same decorative rating both in shaped and free-growing conditions.

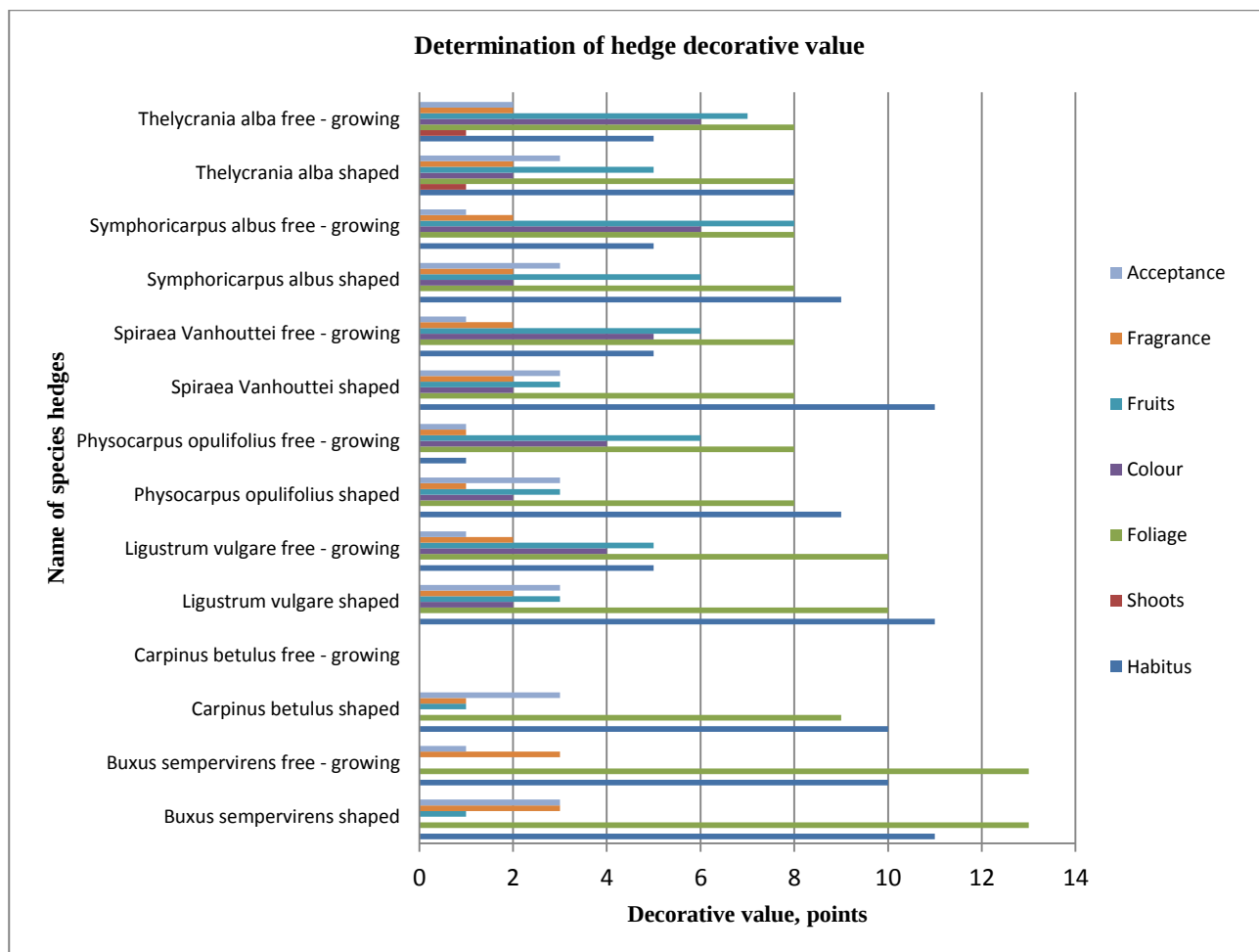


Table 2. Decorative value of green hedges

No. order	Name of species	Type of green hedge	Decorative value of hedge	
			Points	Degree
1	Buxus sempervirens	Shaped	31	High
		Free-growing	27	Medium
2	Carpinus betulus	Shaped	24	Medium
		Free-growing	-	-
3	Ligustrum vulgare	Shaped	31	High
		Free-growing	27	Medium
4	Physocarpus opulifolius	Shaped	26	Medium
		Free-growing	21	Low
5	Spiraea Vanhouttei	Shaped	29	Medium
		Free-growing	27	Medium
6	Symphoricarpus albus	Shaped	30	High
		Free-growing	30	High
7	Thelycrania alba	Shaped	29	Medium
		Free-growing	31	High

Buxus sempervirens-formed green hedge is worthy of special attention, this hedge keeps up its decorative value all the year round, giving off sweet aroma when flowering. Also, of some unconventional appearance in winter-time is Thelycrania alba-formed hedge due to its red-brown shoots and architectonics, while in autumn it puts on violet-red foliage.

During the flowering period, the most attractive is a free-growing Spiraea Vanhouttei-formed hedge. Its tassel-assembled flowers are arranged along the whole length of the shoots, which endows the hedge with highly aesthetic attractiveness (Fig.2).

Noteworthy is also Symphoricarpus albus-formed hedge (30 points) that is valued for its long-term preservation of fruits which remain on the plants until the next season. The white-coloured fruits are most conspicuous in late autumn and early spring in the absence of snow.

During the flowering and fruiting periods Carpinus betulus-formed hedge does not change the degree of its decorative value. This is due to its inexpressive small flowers of green-reddish catkins and fruits that blend in with the leaves or they are not conspicuous at all in the shaped hedge. Also, the colour of the foliage differ little in autumn and wintertime.

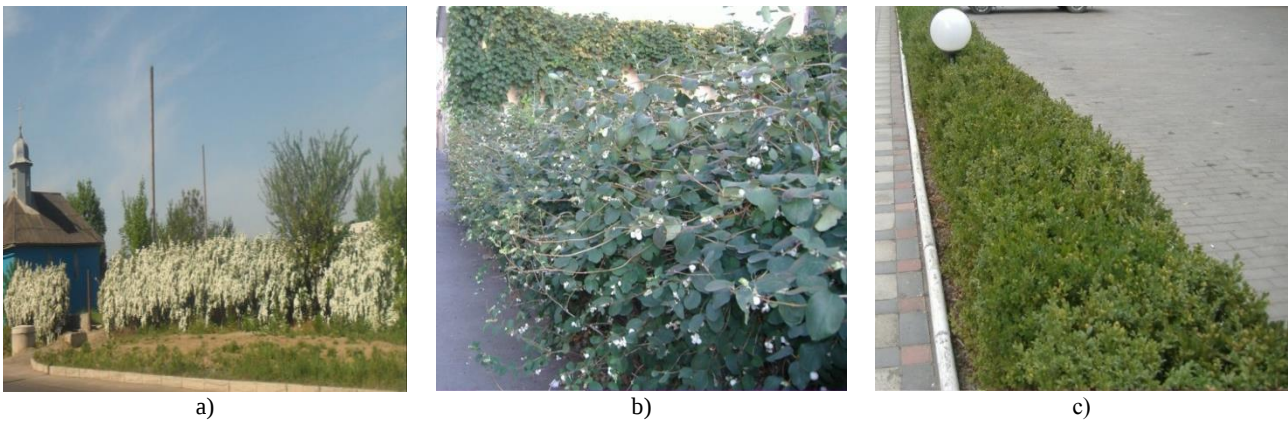


Figure 2. a) free-growing *Symphoricarpos albus*-formed green hedge in Lesia Ukrainka street, the city of Chernivtsi; b) free-growing *Spiraea Vanhouttei*-formed green hedge in Vorobkevych street, the city of Chernivtsi; c) *Buxus sempervirens*-formed hedge in Chervonoarmiyska street, the city of Chernivtsi.

This type of hedge has a marked advantage: it is possible to form hedges of various height (1–3 m) and length; also this is the least expensive species to use.

In general, proper tending green hedges always yields good results regardless of which species is used.

As a result of the assessment of green hedges conducted by the scale of decorative values, the following species have been found to be of highly decorative value throughout the whole growing season: *Buxus sempervirens*, *Ligustrum vulgare*, *Symphoricarpos albus*.

The species *Spiraea Vanhouttei*, *Carpinus betulus* are found to be of medium decorative value.

In our opinion, the assortment of species used for green hedges in Chernivtsi region can be qualitatively and quantitatively increased by using highly decorative species such as *Berberis thunbergii*, *Taxus bacata*, *Laurocerasus officinalis*, *Cotinus coggygria* and many others.

REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED

1. Andruško T.A. 2012. Ocenka dekorativnyh svojstv kustarnikov. // Aktualnye problemy sadovo-parkovogo iskusstva. Materialy Meždunarodnoj naučno-praktičeskoj konferencii. – Saratov: KUBik, 110ss.
2. Horošyh O.G., Horošyh O.V. 1999. Škala kompleksnoï ocinky dekorativnyh oznak dekorativnyh Roslyn. - L'viv: Vyd-vo UkrDLTU, 197-170.
3. Kolesnikov A.I. 1974. Dekorativnaâ dendrologiâ. Moskva: Lesnaâ promyšlennost'. 372.
4. Kotelova N.V., Grečko N. 1969. Ocenka dekorativnosti. V kn. Cvetovodstvo. – Moskva : “Kolos”. Izd. 10, 11-12.
5. Kotelova N.V., Vinogradova O.N. 1974. Ocenka dekorativnosti derev'ev i kustarnikov po sezonam goda / Naučnye trudy. Fiziologiâ i selekciâ rastenij i ozelenenie gorodov. – Moskva: Vyp. 52, 37-41
6. Koval' I. 2009. Dekorativne značennâ roslyn rodu Rosa L. V ozelenenenni terytorij rıznoho pryznačennâ // Visnyk KN im. T. Ševčenko. Introdukciâ ta zberežennâ roslynnogo rıznomannitâ. – K. : VPC “Kyivskyj universytet”, Vyp. 19/21. 125-127.
7. Kurnyc'ka M.P., Myrončuk K.V. 2011. Stan žyvoplotiv u sučasnomu misti // Naukovyj visnyk NLTU Ukraïny: zb. nauk.-tehn. prac'. L'viv, 21.3, 8-11.
8. Myrončuk K.V. 2012. Osoblyvosti struktury, budovy ta âkisnogo stanu žyvoplotiv naselenyh punktiv Bukovyny // Naukovyj visnyk NLTU Ukraïny: zb. nauk.-tehn. prac'. L'viv, 22.3, 45-49.
9. Sydorenko I.O. 2008. Metodyka ocinûvannâ dekorativnosti Roslyn vydiv rodu Rhododendron L. // "Naukovi dopovidi NAN Ukraïny". Vyp.3 (11), 2-16.

Мирончук К.В. Оценка декоративных качеств живых изгородей в Черновицкой области

Аннотация. Проведено общую оценку декоративности наиболее распространенных видовых живых изгородей Буковины. Выделены живые изгороди с высокими показателями декоративности для будущего использования в озеленении.

Ключевые слова: живая изгородь, эстетическая оценка, декоративность, критерии оценки

Starovoitova S.A., Skrotska O.I.
Technological aspects of probiotics obtaining

*Starovoitova Svetlana Alexandrovna, PhD in Biology, assistant professor,
Skrotska Oksana Igorevna, PhD in Biology, assistant professor,
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine*

Abstract. Current groups of drugs using for correction of the humans normal microflora were reviewed. The types of problems and promising directions for improving probiotics were shown. Different probiotic's drug-forms were considered, and the possible aspects of the efficiency of bacterial agents were shown. Technological methods to improve technologies of obtaining and extending the shelf life of probiotic were analyzed. The technology of polystrain substance of probiotic with high therapeutic properties and spread spectrum of therapeutic action were shown.

Keywords: *probiotic, probiotic microorganisms, multiprobiotic, technology*

Introduction. The term "probiotic" is widely used for over 50 years. Defining it clarified during the accumulation of experimental data. The latest was proposed by Canadian professor of microbiology and immunology Gregor Reid (2003): Probiotics – is living microorganisms, using of which in adequate doses leads to improving the health of the host [4, 9].

Modern methods for correcting violations in human microbial ecosystem based on the use of a wide range of bacterial products and functional food enriched with probiotic microorganisms.

Despite a broad range of imported and domestic probiotics, problems remain in their improvement, which are as follows:

- study of the physiology of perspective industrial strains to match nutrient media for their cultivation;
- determining the sorption processes of probiotic bacteria as general biological process;
- study of the role of metabolic products and biologically active substances of microbial cells to determine the nature of adhezyns, as mechanism of antagonistic activity;
- development of technology of integrated products based on consortium of bacteria with a wide range of antagonistic activity;
- study of synergistic and inhibitory effects of various species and strains of probiotic bacteria;
- development of optimal drug release forms (powder, tablet with protective coating, capsules, granules, suppositories, ointments, gels, etc.) that would ensure the preservation of the biological properties of probiotics and ease of use;
- improvement of methods of determining antagonistic activity of preparations containing viable microbial cells and developing methods for the determination of living organisms [8, 9, 11].

Among the scientific and practical areas related to microbial ecology, promising for development and implementation are:

- development of express molecular methods for determining of the composition and activity of the humans and animals microflora;
- search for new functional prebiotic substances;
- research and detailed molecular, biochemical and other mechanisms of the effectiveness of probiotics, prebiotics and synbiotic medications in the prevention, treatment and increase in terms of remission caused by various diseases associated with imbalance of the microbial ecology of the digestive tract;

– in-depth assessment of harmlessness probiotic preparations and functional food enriched by probiotic microorganisms;

– explore the possibility of using representatives of normal microflora as carriers for constructing various bacterial and viral vaccines;

– creation of modern biotechnology companies for production probiotics, prebiotics and synbiotic medications, antibiotics, immunomodulators, vitamins, peptides, biosensors and others from representatives of normal anaerobic microflora of humans and animals [6-9].

Presently probiotics are available in following forms: freeze-dried biomass in vials or ampoules, lyophilized biomass in gelatin capsules, rectal and vaginal suppositories with lyophilized biomass; freeze-dried biomass pressed in tablets, coated with soluble in gut membrane substances, lingual tablets that dissolve under tongue [1-5, 10, 11].

Improving efficiency of domestic probiotics is an actual problem, whose solution requires development of elements of technological unification. The main stages of probiotic technologies associated with accumulation of microbial biomass and its stabilization is the object of intense research. Development and practical application of the same type culture media for cultivation of industrial strains of bacteria and protective media for lyophilization products reflect the current level of harmonization of technology of probiotics.

Microbiological practice shows that effective medium for the cultivation of industrial strains of bacteria can be prepared using nutrient bases with a fairly wide range of interchangeable substrates of animal, plant or other origin. Nutritional basis that contains the necessary nutrients for the metabolism of various microorganisms can be used as a universal base component in the design of culture media for various purposes. It is possible to develop standardized systems of nutrient media for industrial applications. Culture media as a structural unit of a unified set shall consist of two parts: constant (universal), which includes the base substrate and the variable (specific), depending on the specific needs of the production strain of bacteria. Making such medium may include separate preparing of both parts, and their mixing can be carried out immediately before or during the cultivation of microorganisms [4, 8, 13].

As an example of this approach in the practice of receiving probiotics are casein-yeast medium. It is due to the fact that they largely meet the requirements of industrial production on the set of biological, technological and economic parameters [8].

Most probiotics come in lyophilized form (powders, tablets, capsules, suppositories). The dry form is characterized

by a high shelf life, easy of transportation and storage, requires strict adherence to temperature. More efficient use of hardware freeze equipment in the traditional production of probiotics in the form of dry biomass in vials and ampoules involves using protective mediums, allowing maintaining cell viability to provide the necessary structure (appearance) of dry product in a short and intense mode of drying. Practice of developing protective mediums suggests to minimize cell death and waste products in the physical properties of cryoprotectant composition for each species of bacteria must include qualitatively and quantitatively balanced set of components [4, 6, 8, 11].

Unification of protective mediums used in the production of probiotics includes limiting the number of components required in the cryoprotectants for "hard" freeze mode. Under these modes of drying negative biological effects and deformation of structure are decreases by offset increasing concentration of cryoprotectant in the microbial suspension. At the same time achieve a better structure of dry biomass is much more complicated than getting the required number of living cells in a dry preparation. Working out the indicated problems was succeeded by using sucrose-gelatin-milk protective medium that are currently using in the production of most probiotic products [8, 13].

However lyophilized forms of probiotics have several disadvantages, including long term release of microbial cells from a state of anabiosis (8-10 hours in optimal conditions of cultivation, which can be achieved only in the laboratory). In the gastrointestinal tract (GIT) during this period of time much of probiotic cells can be eliminated, failing to activate. Therefore, the production of probiotics in dry form has more to do with business interests of manufacturers than to providing high quality products. In humans, much of lyophilized microorganisms are killed before reactivation in harsh conditions of GIT [4, 8].

Technological methods that are administering prebiotics to stimulate probiotic flora, can not always make a difference. Firstly, the amount of prebiotics that can be entered into the dose is too small for the display of significant effect. Secondly, during transit through the proximal GIT habitats in most cases prebiotic is metabolized [4, 10].

Use acid-soluble capsule does not solve the problem of increasing the effectiveness of oral probiotics as high acidity of the GIT tract is only one of obstacles. And the significance of this barrier disappears if oral probiotic is taken with food, which is a powerful factor in protecting microorganisms from gastric juice. Noteworthy and are increasingly being used rectal probiotics [4].

Much more effective is "live" probiotics in the form of a liquid suspension in a special protective environment. In these preparations the bacteria are in physiologically active form and can act immediately after ingestion. Probiotic microorganisms in a liquid form are active, viable in harsh conditions of GIT, do not require long-term reactivation, showing its effect upon entry into the body. In addition, this form of probiotics is best for children [8-10].

Innovation dosage form of probiotics is lingual (porous instant) tablets are prepared by freeze-forming technology. This allows to obtain bacterial preparations with highly internal surface (porosity). Advantages of freeze-forming technology is one-step formation of a probiotic tablet form with high biological activity, while traditional technology is multistage and includes drying and growing of biomass,

mixing biomass powder with excipients (fillers, baking powder, binders, dyes etc) and compaction under pressure. Technology of tablet form bacterial drug is reduced to one operation – freeze-drying cell suspension into matrices with complex protective medium adding to it at least 7 – 9% of ballast substances (structuremakers, bioprotectors). Production of porous tablets requires no special equipment for release from forms as a result of biomaterial compression during drying under vacuum is its detachment from the walls of shape matrix, which allows removing the dry tablet by shaking [4, 10].

Development of a method of designing probiotics in the form of strong mutualistic multisymbiosis represents significant progress in improving treatment of bacterial drugs. When receiving other complex probiotics a certain strains mixed in certain proportions under one condition – no antagonism between the strains. These combinations of strains grown under standard laboratory conditions, is not the rule but the exception to the existence of microorganisms. Getting in human biotops in the highly competitive conditions with other well-adapted microflora, they either die, turning into an edible substrate, or significantly reduce its activity [13].

Necessary condition in the development of technology and production of probiotics is to keep them stable for a long time. Bacterial drugs containing live microorganisms, is the least stable, since their activity may decrease as a result of cell death. Microorganisms because of low levels of biological organization remains viable even with complete dehydration, in which case only in cells inversely slowing or stopping metabolism. To prolong the viability of bacteria is advisable to freeze drying, which occurs at low temperature and high vacuum. Due to the hygroscopic sealing dry biologics engaged under vacuum or in inert gas flow [4, 8, 12].

Factors affecting the survival of microorganisms in dry probiotics during storage is regulated residual moisture content, the presence of protective mediums, storage drugs in dry oxygen-free atmosphere. In order to protect probiotics from stomach acid into tablets and encapsulated forms applied acidresistant coatings or immobilize bacteria on sorbent [4, 8].

Results. As an example of probiotics technology can lead technology, developed by author, of substance of polystrain bacterial probiotic with therapeutic properties and wide spectrum therapeutic effects through additional beneficial activities: antimutagenic, hypocholesterolemic, proteolytic action, sorption of heavy metals, immunomodulation and antiviral properties. Substance of polystrain probiotic developed on the basis of five pre-selected high-probiotic strains of bacteria genus *Lactobacillus*. Technology of the substances includes such stages:

- A culture first generation (all five strains of lactic acid bacteria cultured separately in flasks on MRS medium at 37 ± 1 °C during 48 hours);

- A culture of second generation (the first generation culture used as inoculum for obtaining appropriate cultures of the second generation, increasing the volume of culture medium in 10 times, after 24 hours carrying out microbiological control and determine the number of live cells of lactic acid bacteria – should be at least 10^9 CUO/ml);

- Carried separately each strain in fermenter on casein-yeast medium with parameters: temperature 37 ± 1 °C; pH

6.8–7.0 (regulated 5% solution of ammonia) overpressure 0.03–0.04 MPa, duration of 8–10 hours, periodically (every hour for 10 minutes) include mixing device (70 rev/min) and twice (after 2 and 5–6 h of cultivation) in fermentor served sterile glucose solution to final concentration in the medium 1.5–1.7%. Cultivation process is stopped when concentration of lactic acid bacteria - 10^9 CUO/ml.)

– Stabilization of culture broth (culture fluid of five strains of bacteria of genus *Lactobacillus*, obtained under industrial biosynthesis are combined in a ratio of 1:1:1:1:1 (in terms of optical density of cell suspension) and add milk-sucrose-gelatin protective medium;

– Freeze-drying [12].

Developed substance consist of – *Lactobacillus delbrueckii subsp. VKPM bulgaricus* LB86-B-5788; *Lactobacillus delbrueckii subsp. delbrueckii* DSM20074; *Lactobacillus rhamnosus* LB3 IMB B-7038; *Lactobacillus rhamnosus* V®; *Lactobacillus acidophilus* (C) – 1:2:1:1:1, the final concentration of strains in substance – 1×10^9 CFU/ml. This ratio of strains responsible for high rates of probiotic properties developed substance. All strains isolated from healthy people, resistant to harsh conditions of the gastrointestinal tract of human (gastric juice, low pH, digestive enzymes), and have a high probiotic properties listed in tabl. 1.

Table 1. Probiotic properties of strains genus *Lactobacillus* as base of polystrain substance

Property	Strains of genus <i>Lactobacillus</i>				
	<i>L. rhamnosus</i> LB3 IMB B-7038	<i>L. acidophilus</i> (C)	<i>L. delbrueckii subsp.</i> <i>bulgaricus</i> LB86 BKIM-B-5788	<i>L. delbrueckii subsp. delbrueckii</i> DSM20074	<i>L. rhamnosus</i> V®
Antagonistic activity, mm					
<i>E. coli</i>	42.3±0.51	36.1±1.05	37.9±1.23	36.6±1.21	31.2±1.25
<i>P. fluorescens</i>	30.4±1.0	24.2±0.83	27.8±0.94	268±0.97	29.8±1.03
<i>A. colcoaceticus</i>	35.3±0.73	32.3±0.99	20.9±0.71	21.2±0.83	31.3±1.18
<i>S. marcescens</i>	36.4±1.12	19.2±0.52	38.2±0.99	27.8±0.79	33.4±1.22
<i>B. linens</i>	30.7±1.09	28.8±0.74	22.8±0.85	23.1±0.67	34.2±1.07
<i>B. mycoides</i>	30.5±0.95	35.1±1.22	34.7±1.13	32.4±1.18	30.3±1.19
<i>B. megaterium</i>	33.2±1.21	20.1±1.07	26.1±0.97	34.3±1.21	24.3±0.98
<i>B. subtilis</i>	34.1±1.18	28.4±0.98	20.9±0.81	29.8±0.99	30.7±1.14
<i>B. cereus</i>	37.7±2.07	33.4±0.83	37.8±1.13	38.3±1.22	30.4±1.17
<i>S. citreus</i>	37.5±1.17	34.6±1.15	34.0±1.15	36.1±1.25	36.4±1.15
<i>S. aureus</i>	37.6±1.32	33.7±1.20	34.7±1.24	32.4±1.18	32.5±1.23
<i>N. carollina</i>	22.3±1.16	27.4±0.85	31.1±1.18	20.3±0.76	30.3±1.26
<i>S. flava</i>	20.3±0.92	28.6±0.91	34.1±1.11	33.9±1.08	33.4±1.29
Acid formation, °T	210.8±4.75	193.8±5.81	170.0±7.81	178.5±6.33	197.2±5.45
Lyzocime formation, mm	0	5	0	0	0
Adhesive activity					
Native erythrocyte	5.08±0.23	3.23±0.11	4.93±0.17	5.09±0.25	6.57±0.28
Formalize erythrocyte	4.21±0.18	3.34±0.08	4.16±0.18	4.93±0.22	6.0±0.29
Resistant for antibiotics, zone of growth delay, mm					
benzylpenicillin	2±0.07	0	0	11±0.52	3±0.12
ampicillin	0	0	0	0	0
amoxicillin	0	0	4±0.11	13±0.59	7±0.35
cefazollin	0	0	0	11±0.55	5±0.21
amiacin	0	0	0	6±0.28	0
gentamicin	4±0.13	0	9±0.44	11±0.49	7±0.36
streptomycin	7±0.34	0	3±0.08	7±0.31	0
linkomicin	17±0.75	5±0.22	9±0.24	25±1.14	13±0.54
doksiciklin	0	0	0	9±0.38	7±0.32
levofloclin	4±0.17	0	2±0.06	5±0.24	0
levomicitin	0	3±0.14	0	4±0.18	4±0.17
Antimutagenic activity,%	99.03±2.87	58.43±1.99	90.38±3.12	95.90±4.05	81.22±3.98
Protease, OD/mg	637.04±17.13	339.13±15.01	74.82±2.34	492.5±9.81	70.84±3.42

Also selected strains have hypocholesterolemic activity, the ability to reduce serum cholesterol. Strains with high level of accumulation of external proteolytic enzymes, indicating the possibility of their use in digestive disorders associated with lack of appropriate enzymes in the host, and to modify the immunogenicity of foreign proteins by proteolysis. The strains have high antimutagenic properties (at 58.43–99.03%). They exhibit high desmutagenic effect. Selected strains do not exhibit antagonistic activity against to each other, but rather characterized symbiotic relationship in the mixture.

Design of the polystrain bacterial substance based on the fact that for each person who uses the bacterial drug based on

it, creating favorable conditions for the selection of his representatives of those species of lactobacilli that his intestines are in short supply and polystrain probiotics concentrated in a wide range of biotherapeutic functions.

Designed substance is not toxic to cells monolayer pig testicles PTP, mouse fibroblast L-929 and splenocytes and is able to stimulate the functional activity of peritoneal exudate macrophages of mice, increase the cytotoxicity of natural killer cells and has antiviral activity. Characteristics of desined polystrain probiotic substance listed in table 2.

Table 2. Probiotic properties of the polystrain probiotic substance

Properties	Characteristic of the polystrain probiotic substance
Concentration of live bacterial cells, CFU / ml	1×10^9
Antagonistic activity (zone of growth retardation test cultures), mm	
<i>Staphylococcus aureus</i>	39.0±1.20
<i>Staphylococcus citreus</i>	38.0±1.15
<i>Salmonella typhimurium</i> TA100	41.0±1.22
<i>Klebsiella pneumonia</i>	39.0±1.15
<i>Serratia marcescens</i>	37.0±1.15
<i>Escherichia coli</i>	32.0±1.15
<i>Bacillus subtilis</i>	38.0±1.20
Adhesive index	5.31
Titer of serum interferon, units/ml	
on 6-th hour	3.7 log ₂
on 24-th hour	3.0 log ₂
Titer of circulating interferon, units/ml	4.2±0.5 log ₂
Concentration of Tumor necrosis factor- α , ng/ml	
on 6-th hour	1.1
on 24-th hour	0.8
Phagocytic number,%	
on the 1st day of observation	57.2±2.2
on the 3rd day of observation	57.5±2.3
5 th day of observation	57.4±2.2
Phagocytic index, conv	
on the 1st day of observation	5.8±1.6
on the 3rd day of observation	5.7±1.3
5 th day of observation	5.8±1.6
Cytotoxicity index, %	39.7
Index of effectiveness in experimental herpetic meningoencephalitis in mice	50.0

Conclusion. Due to the results of numerous medical studies, probiotics based on human physiological flora at present regarded as an effective method of restoring normal composition and function of different biotops, and the emergence of a new

science-based information on the subject creates huge opportunities for probiotics to replenish the arsenal of new effective bacterial drugs.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- Albertini B., Vitali B., Passerini N. et al. Development of microcapsulate systems for intestinal delivery of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* // Eur. J. Pharmac. Sci. – 2010. – Vol. 40. – P. 359–366.
- Anal A.K., Singh H. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial application and targeted delivery // Trends Food Sci. Technol. – 2007. – Vol.18. – P. 240–251.
- Bondarenko V.M., Rybalchenko O.V., Boldyrev A.G., Potokin I.L., Orlova O.G., Dobritsa V.P. The use of SpheroCell adsorbents to produce immobilized probiotic preparation // Научно-практический журнал. Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2009. – № 4. – С. А4.
- Chralampopoulos D., Rastall R.A. Preotics and Probiotics Science and Technology. –UK.: Springer, 2009. – 1265 p.
- Krastanov A., Blazheva D., Slavchev A., Denkova Z. Immobilized cell technology for probiotic and prebiotic production // Научно-практический журнал. Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2009. – № 4. – С. А13 – А14.
- Lacroix C., Yidirim S. Fermentation technologies for the production of probiotics with high viability and functionality // Curr. Opin. Biotechnol. – 2007. – Vol.18. – P. 176–183.
- Osipov G.A., Verkhovtseva N.B. Microecology of environment and human being: Mass-spectrometry and microbial markers approach // Научно-практический журнал. Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2009. – №4. – С. А18.
- Saarela M., Mongensen G., Fonden R., Matto J., Mattila-Sandholm T. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties // J. Biotechnol. – 2000. – Vol.84. – №3. – P. 197–215.
- Soccol C.R., Vandenberghe L.P., Spier M.R. et al. The potential of probiotics: a review // Food. Technol. Biotechnol. – 2010. – Vol.48. – №4. – P. 413–434.
- Гордиенко П.А., Чуешов В.И. Разработка таблетированного синбиотика с кишечнорастворимым покрытием // Научно-практический журнал. Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2009. – № 4. – С. М10.
- Gordienko P. A., Chuieshov B. I. Razrobotka tabletirovanoogo sinbiotika s kishechnorastvorimym pokrytiem // Ibid. – Peterburga. – 2009. – № 4. – S. M10.
- Мокин П.А., Семченко А.В., Несчислаев В.А. Капсулированная форма пробиотических препаратов // Научно-практический журнал. Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2009. – №4. – С. М28.
- Mokin P.A., Semchenko A.V., Neschisliaiev V.A. Kapsulirovanaia forma probioticheskikh preparatov // Nauchno – prakticeskii zhuurnal. Gastroenterologiya Sankt – Peterburga. – 2009. – №4. – S. M28.
- Пат. № 67205 Україна, МПК C12N 1/20. Поліштамова бактеріальна субстанція з пробіотичними властивостями / С.О. Старовойтова, Л.Б. Орябінська, В.Ю. Горчаков, О.М. Дуган – Заявлено 30.06.2011; Опубліковано 10.02.2012, Бюл. № 3.
- Pat. № 67205 Ukraine, MPK C12N 1/20. Polishtamova bacterialna substantstia z probiotichnymu vlastyvoistiamy/ S. O. Starovoitova et al. –Posted by 10.02.2012, Biul. № 3.
- Янковский Д.С., Моисеенко Р.А., Дымент Г.С. Особенности отечественных мультипробиотиков // Современная педиатрия. – 2009. – №3. – С. 79–86.
- Yankovskii D.S., Moiseenko R.A., Dyment G.S. Osobenosti otechestvenykh multiprobioticov // Sovremenaia pediatriia. – 2009. – №3. – P. 79–86..

Старовойтова С.А., Скроцкая О.И. Технологические аспекты получения пробиотиков

Аннотация. Рассмотрены современные группы препаратов, используемые для коррекции нарушений нормальной микрофлоры человека. Освещены проблемы и перспективные направления совершенствования пробиотиков. Рассмотрены формы выпуска пробиотиков, а также показаны возможные аспекты повышения эффективности производства бактериотерапевтических препаратов. Проанализированы технологические приемы, направленные на совершенствование технологии получения и продления срока хранения пробиотиков. Приведена технология получения субстанции полиштамового бактериотерапевтического препарата с широким спектром терапевтического действия.

Ключевые слова: *пробиотики, пробиотические микроорганизмы, мультипробиотики, технологии.*

Богдановська Н.В., Голубенко А.В.

Застосування антиоксидантів при виконанні навантажень високої інтенсивності

*Богдановська Надія Василівна, доктор біологічних наук,
завідувач кафедри здоров'я людини та фізичної реабілітації
Голубенко Анастасія Володимирівна, аспірант
Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна*

Анотація. Проведене вивчення показників антиоксидантної системи і фізичної працездатності спортсменок високої кваліфікації 18-20 років до і після прийому екдистерону на різних етапах змагального періоду. Найбільша оптимізація стану антиоксидантної системи екдистероном відзначалася в кінці змагального періоду, в умовах зниження їх фізичної працездатності.

Ключові слова: антиоксидантна система, оксид азоту, фізична працездатність, екдистерон

Вступ. Наразі відмічається підвищена увага фізіологів до вивчення фізіологічної ролі оксиду азоту (NO). Показана важлива роль системи синтезу оксиду азоту та її окремих компонентів в регуляції різноманітних фізіологічних функцій організму [3-7] та, зокрема, в забезпеченні необхідного рівня фізичної працездатності і, як наслідок, довготривалої адаптації до систематичних фізичних навантажень [1]. Доведено, що несприятливі зміни в стані системи синтезу оксиду азоту призводять до істотного погіршення загальної фізичної працездатності організму.

У зв'язку з цим досить актуальним є питання щодо пошуку факторів, які можуть сприяти оптимізації функціонального стану системи синтезу оксиду азоту і, тим самим, збереженню на належному рівні як фізичної працездатності організму, так і його загального функціонального стану. Особливо актуальним це питання є для спортсменів високого рівня у зв'язку з необхідністю підтримки високого рівня функціональної підготовленості на протязі досить тривалого часу.

Мета роботи полягає у дослідженні особливостей зміни стану системи синтезу оксиду азоту у тренуваних дівчат після прийому екдистерону на різних етапах змагального періоду

Останнім часом більшість дослідників привертають увагу до можливості застосування в процесі оптимізації стану системи синтезу оксиду азоту різних фітопрепаратів, які містять екдистерон [2]. На жаль, експериментальних досліджень стосовно оцінки ефективності застосування екдистерону в підвищенні синтезу NO в організмі, на даний час практично не має.

Актуальність представленої проблеми стала передумовою для проведення цього дослідження.

Матеріали і методи. В експерименті взяли участь 14 тренуваних дівчат 18-20 років, зі стажем заняття спортом понад 10 років (волейбольна команда суперліги чемпіонату України "Орбіта-Університет"). На початку, в середині і в кінці змагального періоду всі особи, що прийняли участь у дослідженні, приймали екдистерон (з розрахунку 1 крапля на 10 кілограм ваги) 1 раз на добу на 100 мл соку протягом 20 днів кожного етапу змагального періоду.

Для оцінки стану різних шляхів синтезу оксиду азоту у всіх обстежуваних на вказаних етапах змагального періоду в збагаченій білокрівцями плазмі крові визначали біохімічні показники які характеризують інтенсивність обміну аргініну за двома альтернативними (неокисному аргіназному й окисному NO-синтазному) шляхами метаболізму. Інтенсивність

неокисного метаболізму оцінювали, визначаючи активність аргінази й вміст сечовини, що утворюється при роботі цього ферменту. Інтенсивність окисної деградації аргініну (за якої утворюється оксид азоту шляхом de novo синтезу) оцінювали за активністю різних ізоферментів NO-синтаз – кальційзалежної конститутивної (визначалася сумарна активність eNOS + nNOS = cNOS,) і кальційнезалежної індукційної (iNOS) синтази оксиду азоту, а також за рівнем циркулюючих стабільних метаболітів оксиду азоту – нітрит- (NO_2^-) і нітрат- (NO_3^-) аніонів. Оцінювали також інтенсивність неокисної реутилізації нітрат-аніонів для ресинтезу оксиду азоту, визначаючи НАДФ-залежну нітратредуктазну активність.

Крім зазначених показників у дівчат, що взяли участь в дослідженні за допомогою велоергометричного субмаксимального тесту PWC_{170} визначали величину загальної фізичної працездатності (PWC_{170} , кгм/хв/кг) і аеробної продуктивності (МСК, мл/хв/кг) їхнього організму.

Всі отримані під час дослідження експериментальні матеріали були оброблені стандартними методами математичної статистики з використанням статистичного пакету Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення. Експериментальні дані, отримані в ході цього дослідження показали наступне. Початок змагального періоду характеризувався найбільш високим рівнем фізичної працездатності тренуваних дівчат 18-20 років, який за даними субмаксимального тесту PWC_{170} становив $1405,32 \pm 49,19$ кгм•хв⁻¹ і відповідав рівню "вище середнього".

Нам вдалося встановити (табл. 1), що навіть на етапі максимальних значень фізичної працездатності прийом екдистерону сприяв певній оптимізації функціонального стану системи синтезу оксиду азоту тренуваних дівчат: відзначалася виражена тенденція до підвищення інтенсивності конститутивного і нітратредуктазного шляхів утворення NO (відповідно на $11,92 \pm 1,50$ % і на $7,52 \pm 1,47$ % у порівнянні з величинами цих показників без прийому препарату), загальної NOS (на $8,58 \pm 1,47$ %) і, навпаки, до зниження інтенсивності індукційного й аргіназного шляхів метаболізму L-аргініну (відповідно на $10,18 \pm 1,34$ % і на $7,21 \pm 1,36$ %). Крім цього, відмічалася зниження в плазмі крові концентрації нітрат-аніонів (на $8,03 \pm 1,38$ %) при підвищенні змісту нітрит-аніонів і сечовини (відповідно на $4,29 \pm 1,44$ % і на $5,71 \pm 1,46$ %).

Разом з тим, зазначимо лише тенденційний характер представлених змін, відсутність статистично достовірних змін вивчених показників, що, на нашу думку, можна пояснити, по-перше, досить високим ступенем функціональної залежності між рівнем фізичної працездатності і станом системи синтезу оксиду азоту, а, по-друге, спочатку високим рівнем фізичної працездатності тренуваних дівчат на даному етапі дослідження.

У середині змагального періоду у тренуваних дівчат відзначалося зниження рівня фізичної працездатності (до $1147,57 \pm 65,77$ кгм•хв⁻¹ або на 18 %), який продовжував відповідати значенням "вище середнього" і, на нашу думку, це забезпечувалося, в першу чергу, за рахунок суттєвого (на 30 %) підвищення інтенсивності окисного кальційзалежного конститутивного шляху утворення оксиду азоту і істотного зниження інтенсивності всіх інших шляхів метаболізму L-аргініну.

Таблиця 1. Величини вивчених біохімічних показників у тренуваних дівчат 18-20 років на початку змагального періоду (M±m)

Показники	Без прийому екдистерону	Після прийому екдистерону	Δ%
Сечовина, нмоль/мг білка	71,98±7,56	76,09±7,99	5,71±1,46
iNOS, пмоль/хв мг білка	8,54±1,47	7,67±1,32	-10,18±1,34
cNOS, пмоль/хв мг білка	48,01±4,5	53,73±5,04	11,92±1,50
Аргіназа, нмоль/хв мг білка	2,69±0,32	2,50±0,30	-7,21±1,36
Н-редуктаза, нмоль/хв мг білка	4,62±0,25	4,97±0,27	7,52±1,47
NO ₂ , пмоль/мг білка	284,67±34,73	296,87±36,22	4,29±1,44
NO ₃ , нмоль/мг білка	1,48±0,15	1,36±0,14	-8,03±1,38
заг. NOS, пмоль/хв мг білка	56,55±5,42	61,4±5,84	8,58±1,47

Примітка: Δ% – величина відносної різниці (у %) між абсолютними значеннями показників з та без прийому екдистерону.

Було встановлено, що підвищене значення активності cNOS могло бути одним з факторів, що лімітує подальше підвищення активності даного ферменту і після прийому екдистерону, аналогічно тому, що істотне зниження інтенсивності аргіназного і індукційного шляхів деградації L-аргініну не припускало подальшого їх падіння після використання екдистерону.

Як видно з даних, представлених у таблиці 2, після прийому екдистерону у обстежених дівчат відзначалося лише достовірне зниження концентрації в плазмі крові нітрат-аніонів (на -15,87±1,51 %), що могло свідчити про деяке підвищення інтенсивності нітрат-редуктазного реутилізаційного шляху синтезу NO.

Таблиця 2. Величини вивчених біохімічних показників у тренуваних дівчат 18-20 років у середині змагального періоду (M±m)

Показники	Без прийому екдистерону	Після прийому екдистерону	Δ%
Сечовина, нмоль/мг білка	77,60±5,17	77,66±5,17	0,08±1,41
iNOS, пмоль/хв мг білка	7,90±1,55	7,37±1,44	-6,71±1,40
cNOS, пмоль/хв мг білка	56,45±3,05	60,12±3,25	6,51±1,46
Аргіназа, нмоль/хв мг білка	1,38±0,19	1,32±0,19	-4,22±1,40
Н-редуктаза, нмоль/хв мг білка	3,47±0,18	3,82±0,20	10,10±1,49
NO ₂ , пмоль/мг білка	348,94±27,33	381,69±25,20	9,38±1,36
NO ₃ , нмоль/мг білка	1,76±0,07	1,48±0,08*	-15,87±1,51*
заг. NOS, пмоль/хв мг білка	64,35±4,21	67,49±4,31	4,89±1,43

Примітка: * – p < 0,05 у порівнянні з величинами показників, зареєстрованих без прийому екдистерону; Δ% – величина відносної різниці (у %) між абсолютними значеннями показників з та без прийому екдистерону.

Певним підтвердженням цьому стала позитивна тенденція до зростання вмісту в плазмі крові нітрит-аніонів (на 9,38±1,36 %) та активності нітратредуктази (на 10,10±1,49 %). Зміни ж всіх інших біохімічних показників були статистично недостовірними і незначними. Досить зазначити, що підвищення активності конститутивний NOS склало тільки 6,51±1,46%, загальної NOS – 4,89±1,40 %, а зниження активності індукційної NOS та аргінази відповідно 6,71±1,40 % і 4,22±1,40 %. Підсумком зазначених перетворень у системі синтезу оксиду азоту організму тренуваних дівчат стало незначне (на 7,64±1,38 %) підвищення

рівня їх фізичної працездатності після прийому екдистерону. Найбільш ж істотним виявилось вплив екдистерону на стан системи синтезу оксиду азоту тренуваних дівчат в кінці змагального періоду, який характеризувався істотним зниженням рівня їхньої фізичної працездатності (до $845,18 \pm 41,13$ кгм•хв⁻¹ або на 30 %) і значним підвищенням інтенсивності індукційного шляху метаболізму L-аргініну на фоні також істотного зниження інтенсивності всіх інших шляхів його деградації.

Таблиця 3. Величини вивчених біохімічних показників у нетренованих дівчат 18-20 років наприкінці змагального періоду (M±m)

Показники	Без прийому екдистерону	Після прийому екдистерону	Δ%
Сечовина, нмоль/мг білка	70,37±2,99	74,23±3,16	5,49±1,45
iNOS, пмоль/хв мг білка	15,96±1,50	11,62±1,09**	-27,20±1,24
cNOS, пмоль/хв мг білка	31,82±1,91	46,81±2,8***	47,10±1,78
Аргіназа, нмоль/хв мг білка	1,32±0,08	1,06±0,06**	-20,20±1,28
H-редуктаза, нмоль/хв мг білка	3,90±0,36	4,62±0,43	18,40±1,55
NO ₂ , пмоль/мг білка	340,74±20,56	421,89±16,35**	23,82±1,28
NO ₃ , нмоль/мг білка	3,61±0,68	3,10±0,81	-14,15±1,56
заг. NOS, пмоль/хв мг білка	47,78±2,57	58,43±3,13**	22,28±1,58

Примітка: ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ у порівнянні з величинами показників, зареєстрованих без прийому екдистерону; Δ% – величина відносної різниці (у %) між абсолютними значеннями показників.

Прийом екдистерону в кінці змагального періоду, на фоні погіршення стану системи синтезу оксиду азоту і вираженого падіння фізичної працездатності тренуваних дівчат, сприяв суттєвої оптимізації даних параметрів (табл. 3).

Після прийому екдистерону відзначалось істотне, статистично достовірне зростання інтенсивності конститутивного шляху синтезу оксиду азоту (підвищення активності cNOS і заг. NOS відповідно на 47,10±1,78 % і на 22,28±1,58 %), нітратредуктазного шляху утворення NO (тенденція до зростання активності нітратредуктази на 18,40±1,55 % і до зниження концентрації нітрат-аніонів на 14,15±1,56 %, а також достовірне зростання змісту в плазмі крові нітриту-аніонів на 23,82±1,28 %) і, навпаки, достовірне падіння інтенсивності індукційного і аргіназного шляхів метаболізму L-аргініну (зниження активності iNOS на 27,20±1,24 %, а аргінази на 20,20±1,28 %).

У перспективі планується дослідити зміни в антиоксидантній системі у високотренованих юнаків під час навчально-тренувального та змагального періодів при несприятливому впливі зовнішніх факторів.

Висновки. Таким чином, результати оцінки особливостей зміни антиоксидантної системи у тренуваних дівчат після прийому екдистерону на різних ета-

пах змагального періоду дозволили зробити наступні висновки:

1. Використання екдистерону серед тренуваних дівчат сприяло в цілому оптимізації стану системи синтезу оксиду азоту на різних етапах змагального періоду.

2. Найбільш істотний позитивний ефект від використання екдистерону відзначався в кінці змагального періоду, в умовах максимального зниження їх фізичної працездатності.

3. Наявність порогових значень падіння рівня фізичної працездатності тренуваних осіб призводить до суттєвого підвищення відповідної реакції в системі синтезу оксиду азоту під впливом екдистерону (при зниженні рівня фізичної працездатності на 20 % та більше).

4. Підвищення відповідної реакції системи синтезу оксиду азоту на дію екдистерону при досягненні порогу падіння фізичної працездатності, її зростання, як результат даної реакції, служать додатковим переконливим підтвердженням важливої ролі системи синтезу оксиду азоту в забезпеченні рівня фізичної працездатності організму та довгострокової адаптації до систематичних фізичних навантажень значного об'єму та інтенсивності.

ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- Богдановська Н.В. Синтез оксиду азоту у період довгострокової адаптації до інтенсивної м'язової роботи у спортсменок / Богдановська Н.В., Маліков М.В., Коцюруба А.В. [та ін.] // Фізіологічний журнал. – 2009. – Т.55. – № 3. – С. 95-99.
- Bogdanovska N.V. Sintez oksidu azotu u period dovgoastrokovoi adaptacii do intensivnoi m'язovoi roboti u sportsmenok [Synthesis of nitric oxide in the period of long-term adaptation to intensive muscular work of girls-sportsmen]// Bogdanovska N.V., Malikov M.V., Kocjuruba A.V. [та ін.] // Fiziologichnyj zhurnal. – 2009. – Т.55. – № 3. – С. 95-99.
- Сагач В.Ф. Пригнічення відкриття мітохондріальної пори екдистероном у серці старих щурів / Сагач В.Ф., Коркач Ю.П., Коцюруба А.В. [та ін.] // Фізіологічний журнал – 2008. – 54, №4. – С. 3-10.
- Sagach V.F. Prygnichennja vidkryvannja mitohondrialnoi pory ekdysteronom u serci staryh shhuriv [Oppression of opening pore of mitochondrial by ecdysterone in the heart of old rats]// Sagach V.F., Korkach Ju.P., Kocjuruba A.V. [та ін.] // Fiziologichnyj zhurnal – 2008. – 54, №4. – С. 3-10.
- Haram P.M. Time-course of endothelial adaptation following acute and regular exercise / Haram P.M., Adams V., Kemi O.J. [et al.] // Eur J Cardiovasc Prev Rehabil. – 2006. – Aug. 13(4). – P. 585-591.
- Haram P.M. Adaptation of endothelium to exercise training: insights from experimental studies / P.M. Haram, O.J. Kemi, U. Wisloff // Front Biosci. – 2008. – Jan 1;13. – P. 336-346.
- Laufs Ulrich. Physical Inactivity Increases Oxidative Stress, Endothelial Dysfunction, and Atherosclerosis / L. Ulrich; S. Wassmann; Th. Czech // Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology. – 2005. – №25. – P. 809-814.
- Meng-Wei Sun. Intensity Voluntary Running Lowers Blood Pressure with Simultaneous Improvement in Endothelium-Dependent Vasodilatation and Insulin Sensitivity in Aged Spontaneously Hypertensive Rats / Meng-Wei Sun, Feng-Lei Qian, Jian Wang [et al.] // Hypertens Res. – 2008. – Vol. 31, № 3. – P. 533-552.
- Rassaf T. Nitric oxide synthase-derived plasma nitrite predicts exercise capacity / Rassaf T., Lauer T., Heiss C. [et al.] // Br. J. Sports Med. – October 1, 2007. – №41 (10). – P. 669-673.

Bogdanovska N.V., Golubenko A.V. Application of antioxidants during performing high-intensity loads

Abstract. Is studied the antioxidant system state and physical performance of sportsmen temple qualification 18-20 years old before and after taking of ecdysterone in various stages of competition period. The gratest optimize of the antioxidant system state by ecdysterone marked at the end of competition period, when the maximum reduction in their physical capacity.

Keywords: Antioxidant system, nitric oxide, synthesis system, physical performance, ecdysterone

Богдановская Н.В., Голубенко А.В. Применение антиоксидантов при выполнении нагрузок высокой интенсивности

Аннотация. Проведено изучение состояния антиоксидантной системы и физической работоспособности спортсменок высокой квалификации 18-20 лет до и после приёма экдистерона на различных этапах соревновательного периода. Наибольшая оптимизация состояния антиоксидантной системы экдистероном отмечалась в конце соревновательного периода, в условиях снижения их физической работоспособности.

Ключевые слова: антиоксидантная система, оксид азота, система синтеза, физическая работоспособность, экдистерон

MEDICINE, REHABILITATION AND SPORTS

Зубченко С.А.

Прогностическое значение регуляторных Т-лимфоцитов при Епштейна-Барр вирусной инфекции

Зубченко Светлана Александровна, кандидат медицинских наук,
ассистент кафедры клинической иммунологии и аллергологии

Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого, г. Львов, Украина

Аннотация. Проведены комплексные клинические и специфические иммунологические исследования 52 пациентов с целью оценки количества регуляторных Т-лимфоцитов в различных стадиях хронического Эпштейна-Барр вирусного процесса. На основании данных полимеразной цепной реакции у 48,1% пациентов выявлено ДНК EBV, что указывало на рецидив EBV-инфекции с репликацией вируса, который подтвердился высокими титрами специфических EBV-VCA-IgG⁺ и клиническими проявлениями. У 51,9% пациентов диагноз хронической EBV-инфекции в латентной стадии верифицировали на основании наличия EBNA-IgG⁺ и низких титров специфических EBV-VCA-IgG⁺ на фоне отсутствия ДНК EBV. Определено, что у пациентов с EBV-инфекцией в стадии репликации показатели абсолютного количества Т-reg-клеток (CD4⁺/CD25⁺) были достоверно меньше ($0,34 \pm 0,08$ Г/л, $p < 0,05$) по сравнению с лицами с EBV-инфекцией в латентной стадии ($0,47 \pm 0,09$ Г/л) и здоровыми ($0,50 \pm 0,16$ Г/л), что может быть предиктором формирования аутоиммунной или аллергической патологии.

Ключевые слова: хроническая Эпштейна-Барр вирусная инфекция, регуляторные Т-лимфоциты, иммунная система

Введение. Одной из потенциальных причин срыва иммунологической толерантности организма является наличие хронического инфекционного процесса, вызванного, в первую очередь, внутриклеточными возбудителями.

Краткий обзор публикаций по теме. По данным научной литературы, сегодня чаще всего триггерами срыва толерантности иммунных механизмов являются хламидии, парамиксовирусы, герпесвирусы, в том числе вирус Епштейна-Барра

(EBV) и т.д. [1, 4]. Уровень инфицированности взрослого населения этим вирусом составляет 90-100%. Для EBV характерно непосредственное инфицирование иммунокомпетентных клеток и полиорган- ный тропизм. Его ассоциируют с рядом лимфопроли- феративных, аллергических и аутоиммунных заболе- ваний (ревматоидный артрит, системная красная вол- чанка, васкулиты, миастения гравис, неспецифиче- ский язвенный колит и др.). EBV особенно активно начинает реплицироваться на фоне снижения актив- ности иммунной системы, в том числе при примене- нии иммуносупрессивной терапии. Механизм иници- ации аутоагрессии при этом связывают с нарушением поддержки высокодозной иммунной толерантности к инфицированным клеткам. В свою очередь, иммунная система реагирует на активную репликацию вируса через включение защитных механизмов, в большей степени клеточных [3, 7, 11].

В последние годы значительное внимание уделяет- ся изучению функций регуляторных лимфоцитов, которые проявляют супрессивную активность к аутоантигенам и инфекционным агентам. Ключевыми среди регуляторных клеток являются уникальная линия Т-клеток тимусного происхождения CD4⁺CD25⁺Foxp3⁺, которые относятся к натуральным регуляторным Т-лимфоцитам (Т-reg). Считают, что около 5-10% циркулирующих Т-лимфоцитов здоро- вого человека принадлежат к указанной популяции клеток. С активностью натуральных Т-reg связывают индукцию так называемой низкодозной толерантно-

сти [2, 6]. Другой субпопуляцией Т-reg клеток явля- ются антиген-индуцированные регуляторные Т- лимфоциты, которые в первую очередь влияют на баланс Th1/Th2, ответственный за эффективность иммунного ответа [10, 13]. Эти лимфоциты различа- ются между собой условиями активации, поверхно- стным фенотипом и механизмом супрессивного дей- ствия. Первые из них - адаптивные CD4⁺CD25⁺Foxp3⁺ Т-клетки - не отличаются от натуральных. Иммуносу- прессивный эффект двух других субпопуляций опо- средован продукцией IL-10 и трансформирующего фактора роста β (TGF- β) [9, 12, 14]. Антиген- специфические регуляторные Т-клетки не препят- ствуют нормальному иммунному ответу, однако спо- собны существенно ослабить иммунную реакцию в условиях значительного самоповреждения. Считается, что именно эти клетки обуславливают формирование так называемой высокодозной толерантности, сущ- ность которой заключается в блокировании эф- фекторного звена иммунного ответа при поступлении сверхбольших доз патогена. Высокодозная толерант- ность предотвращает развитие жизненно опасного синдрома системного воспалительного ответа [2, 8]. Дефицит/дефект регуляторных Т-лимфоцитов являет- ся одной из причин срыва иммунной толерантности к собственным антигенам и индукции аутоиммунного ответа, о чем свидетельствуют описанные клиниче- ские случаи наследственного дефекта молекулы Foxp3 [5].

Цель работы. Исследование количества регуля- торных лимфоцитов у пациентов с EBV-инфекцией в различных стадиях активности хронического вирус- ного процесса.

Материалы и методы. Было обследовано 52 чело- века, которые находились на амбулаторном лечении и наблюдении во Львовском региональном медицин- ском центре клинической иммунологии и аллерголо- гии. Возраст обследуемых составлял $22,6 \pm 2,4$ лет, среди которых было 28 (53,8%) женщин и 24 (46,2%) мужчин. Всем пациентам выполнены клинические

лабораторные и специальные иммунологические обследования.

Проведено комплексное диагностическое исследование сывороток с определением серологических маркеров EBV (EBV-VCA-IgM/IgG, EBV-EBNA-IgG) методом непрямого двухступенчатого хемилюминесцентного иммуноанализа (CLIA) на тест-системах "DiaSorin" (Италия) с использованием анализатора "Liaison". Определение ДНК EBV в крови, слюне и соскобах со слизистой задней стенки глотки выполняли методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) на диагностикумах "AmpliSens" (Россия) при использовании "Rotor Geen 6000" (Corbett Research, Австралия). Фенотипирование лимфоцитов и определение экспрессии основных активизационных маркеров проводили с использованием моноклональных антител на проточном цитофлюориметре "Bekton Dickinson" (США).

Результаты исследований анализировали с использованием метода вариационной статистики с помощью программы STATISTICA 6 (Statsoft, USA).

Контрольную группу составили здоровые лица в количестве 20 человек соответствующего возраста и пола.

Результаты и их обсуждение. Результаты комплексного диагностического исследования сывороток крови с определением серологических маркеров показали, что у 52 (100%) человек выявлены антитела класса IgG к ядерному антигену EBV (EBNA-IgG+), что указывает на 100% инфицированность этим вирусом. В обследуемых лиц чаще всего (76,9%) верифицировали серологический профиль VCA-IgM-/IgG+ - EBNA-IgG+. Специфические EBV-VCA-IgM+ в различных ассоциациях были обнаружены у 10 (5,2%) человек с длительностью персистенции EBV до 2-х лет.

На основании клинических, лабораторных и специфических иммунологических исследований всех больных разделили на две группы.

Соответственно, по результатам ПЦР при исследовании слюны, крови и соскобов со слизистой задней стенки глотки установлено, что в 27 человек (51,9%) ДНК вируса не обнаружено. Диагноз хронической EBV-инфекции в латентной стадии верифицировали на основании наличия EBNA-IgG+ и низких титров специфических EBV-VCA-IgG+ по сравнению с контрольной группой. У пациентов с ДНК EBV (-) анамнестических и клинических признаков инфекционного вирусного процесса не наблюдали. Эти больные вошли в первую группу исследуемых лиц с ДНК EBV (-).

ДНК EBV (+) была обнаружена у 25 (48,1%) пациентов, причём, как в одном (21,7%), так и в нескольких биологических средах одновременно (78,3%). Среди них - у 18 человек титры специфических EBV-VCA-IgG+ были увеличены в 5-6 раз, а в семи - у 7-10 раз по сравнению с контрольной группой. На основании указанных данных пациентам был выставлен диагноз хронической EBV-инфекции в стадии репли-

кационной активности. Результаты детальных анамнестических данных и клинических обследований показали, что рецидивы хронической EBV-инфекции сопровождались следующими клиническими проявлениями: синдром хронической усталости - у 23 (92,0%) человек, синдром инфекционного иммунодефицита - у 17 (68,0%), синдром длительного субфебрилитета - у 16 (64,0%), синдром лимфаденопатии - у 13 (52,0%), аллергический синдром - в 11 (44,0%) и неврологический синдром - у 5 (20,0%) человек. Эти больные вошли во вторую группу лиц с ДНК EBV (+).

На основании сравнительного анализа фенотипической характеристики лимфоцитов и их активированных маркеров в указанных группах, пациентам с ДНК EBV (+) был выставлен диагноз приобретённого иммунодефицита инфекционного генеза по комбинированному лимфоцитарно-фагоцитарному типу. Результаты анализа T-reg-лимфоцитов (CD4+/CD25+) показали, что у лиц с ДНК EBV (+) абсолютное их количество было достоверно меньше ($0,34 \pm 0,08$ Г/л, $p < 0,05$) по сравнению с пациентами с ДНК EBV (-) ($0,47 \pm 0,09$ Г/л) и здоровыми лицами ($0,50 \pm 0,16$ Г/л). У пациентов с ДНК EBV (-) как относительное ($20,21 \pm 4,20\%$, $p > 0,05$), так и абсолютное количество ($0,47 \pm 0,09$ Г/л, $p > 0,05$) этих клеток практически не отличалась от показателей здоровых лиц со следующими данными: $20,50 \pm 4,20\%$, $0,50 \pm 0,16$ Г/л.

Полученные результаты указывают на наличие приобретённых иммунодефицитных нарушений инфекционного генеза по комбинированному лимфоцитарно-фагоцитарному типу у лиц с хронической EBV-инфекцией в стадии репликационной активности и возможное формирование срыва высокодозной иммунологической толерантности с последующим развитием иммунопатологии в виде аутоиммунных и аллергических реакций/синдромов.

Таким образом, опосредованная иммунологическим дефектом, хроническая EBV-инфекция в стадии репликации является потенциальным кандидатом на роль непосредственной причины срыва толерантности.

Выводы:

1. Инфицированность EBV обследуемых лиц составила 100%.

2. У лиц с хронической EBV-инфекцией в стадии репликации и в латентной стадии чаще всего верифицировался серологический профиль VCA-IgM-/IgG+, EBNA-IgG+ (76,9%).

3. ДНК EBV выявлено у 48,1% пациентов, что указывало на рецидив EBV-инфекции с репликационной активностью вируса и наличием клинических проявлений.

4. Вероятно меньшие ($0,34 \pm 0,08$ Г/л, $p < 0,05$) показатели количества T-reg-клеток (CD4+/CD25+) у пациентов с EBV-инфекцией в стадии репликации вируса по сравнению с лицами в латентной стадии ($0,47 \pm 0,09$ Г/л) и здоровыми ($0,50 \pm 0,16$ Г/л) являются предиктором формирования аутоиммунной или алергопатологии.

REFERENCES (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Казмирчук В.Є., Ковальчук Л.В., Мальцев Д.В. Клиническая иммунология и аллергология // Киев: Феникс, 2009. – 524
Kazmyrchuk V.Ye., Koval'chuk L.V., Mal'cev D.V. Klinicheskaya immunologiya i allergologiya [Clinical allergology and immunology] // Kyiv: Phenix, 2009. – 524 p.
2. Ройт А., Бростофф Дж., Мейл Д. Иммунология // М: Мир, 2000. – 581 с.
Rojt A., Brostoff J., Mail D. Immunologiya [Immunology] // M: Mir, 2000. – 581 p.
3. Сепиашвили Р.И. Основы физиологии иммунной системы // М: Медицина, 2003. – 239 с.
Sepiashvili R.I., Osnovi fiziologii immunoj sistemy [Fundamentals of physiology of the immune system] // M. Medicina, 2003. – 239 p.
4. Чоп'як В.В., Потьомкіна Г.О. Ефективність застосування Гропрінозину у хворих із хронічною інфекцією, зумовленою вірусом Епштейна-Барр, у стадії реплікації вірусу // Клінічна імунологія, алергологія, інфектологія. – 2011. - №4(43). – С. 60-68.
Chopyak V.V., Potyomkina H.O., Efektivnist' zastosovannya Hroprinozinu u khvorikh iz khronichnoyu infekciyeyu, zumovlenoyu virusom Epshtejn-Barr, u stadiyi replikaciyi virusu [Effectiveness of Gripronosin application in patients with chronic infection, defined by Epstein-Barr virus, at the stage of virus replication] // klinichna immunologiya, alergologiya, infektologiya. – 2011. - №4(43). – P. 60-68
5. Braun D.K., Dominges G., Pellet P.E. Human herpesvirus 6 // Clin. Microbiol. Rev. – 1997. - N 10. – P. 521-67.
6. Cassis L., Aiello.S, Noris M. Natural versus adaptive regulatory T cell // Contrib. Nephrol. – 2005. - Vol. 146. - P. 121-131.
7. Cohen J.I. Epstein-Barr virus infection // N. Engl. J. Med. – 2000. - Vol. 343. - P. 481-492.
8. d'Hennezel E., Yurchenko E., Sgouroudis E., Hay V., Piccirillo C.A. Single-cell analysis of the human T regulatory population uncovers functional heterogeneity and instability within Foxp3+ cells // J. immunol. – 2011, Jun. - N 186 (1). – P. 6788-97.
9. Feuerer M., Hill J.A., Mathis D., Benoist C. Foxp3 regulatory T cell: differentiation, specification, subphenotypes // Nat. Immunol. – 2009, Jul. - N 10 (7). – P. 689-95.
10. Gurk P., Mills K. Pathogen-specific regulatory T cells provoke a shift in Th1/Th2 paradigm in immunity to infectious diseases // Trends in Immunol. – 2002. - Vol. 23. - N 9. - P. 450-455.
11. Kawa K. Epstein-Barr virus-associated diseases in humans // Inf. J. Hematol. – 2000. - Vol. 71. - P. 108-117.
12. Marcus F., Jonathan A.H., Marthis D. Foxp3+ regulatory T cells: differentiation, specification, subphenotypes // Nature Immunology. – 2009. - Vol. 10. - N 7. - P. 689-695.
13. Trinchieri G. Interleukin-10 production by effector T cell: Th1 cells show self control // J. Exp. Med. – 2007. - Vol. 204. - N 2. - P. 239-243.
14. Weiner H. Induction and mechanism of action of TGF- β -secreting regulatory cells // Immunol. Rev. – 2001. - Vol. 182. - P. 207-214.

Zubchenko S. Prognostic value of regulatory T lymphocytes in Epstein -Barr virus infection

Abstract. It was conducted a comprehensive clinical and specific immunological study of the 52-patients in order to assess the number of regulatory T cells in different stages of chronic Epstein-Barr virus (EBV) process. On the basis of polymerase chain reaction (PCR) in 48,1% of patients revealed EBV DNA, indicating that EBV infection relapse with replicative activity of the virus which was confirmed by high titers of specific EBV-VCA-IgG+ and clinical manifestations. In 51.9% of patients chronic EBV infection in a latent stage was verified on the basis of availability of EBNA-IgG+ and low titers of specific EBV-VCA-IgG + amid a lack of DNA EBV. It was determined that patients with EBV-infection in a replication step the absolute number of T-reg-cells (CD4+/CD25+) were significantly lower ($0,34 \pm 0,08$ g/l, $p < 0,05$) in comparison with patients in latent stage ($0,47 \pm 0,09$ g/l) and healthy people ($0,50 \pm 0,16$ g/l), which may be a predictor of forming an autoimmune or allergic disease.

Keywords: chronic Epstein-Barr virus infection, regulatory T cells , the immune system

Дуло О.А., Гузак А.Ю., Мелега К.П., Мальцева О.Б., Качанова В.В.
Особенности дифференцированного подхода в комплексной реабилитации больных
остеохондрозом шейного отдела позвоночника (ОШОП) с симптомами психоэмоциональных
нарушений

Дуло Елена Анатольевна, кандидат медицинских наук, декан факультета здоровья человека
Гузак Александра Юрьевна, преподаватель кафедры физической реабилитации
Мелега Ксения Петровна, кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедры основ здоровья
Мальцева Ольга Борисовна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры основ здоровья
Ужгородский национальный университет, г. Ужгород, Украина
Качанова Вера Васильевна, главный врач Ужгородской городской поликлиники, г. Ужгород, Украина

Аннотация. В статье представлены результаты применения комплекса реабилитации больных остеохондрозом шейного отдела позвоночника (ОШОП) с симптомами психоэмоциональных нарушений. Предварительная коррекция психоэмоционального состояния пациентов и индивидуально подобранные, специальные упражнения лечебной физкультуры (ЛФК) для мышечных групп шейного отдела позвоночника и плечей способствовали уменьшению клинико-функциональных и психоневрологических проявлений болезни, улучшению показателей качества жизни больных.

Ключевые слова: остеохондроз шейного отдела позвоночника, психоэмоциональные нарушения, лечебная физкультура

Актуальность данной темы определяется увеличением количества больных с заболеваниями шейного отдела позвоночника (ШОП), при этом на ОШВХ страдает 80-90% трудоспособного населения [2].

Исследования последнего десятилетия свидетельствуют о тенденциях ухудшения психического здоровья населения. При этом наблюдается увеличение количества психоэмоциональных расстройств, обусловленных неблагоприятными изменениями производственных отношений, социально-психологических стереотипов и ценностей в условиях кризиса и рыночных преобразований, экологическими условиями. Значительное распространение психоэмоциональных расстройств среди людей работоспособного возраста, длительная утрата трудоспособности, свидетельствуют о том, что это не только медицинская, но и важная социальная проблема [3].

Физическая реабилитация, по определению Европейского союза медицинских специальностей (Секция PRM), характеризуется с позиций современных медицинских подходов как таковая, которая направлена на нормализацию функциональных нарушений, восстановление физической активности и когнитивных

функций, повышение качества жизни у больных всех возрастных категорий при заболеваниях внутренних органов. Реализация основных задач реабилитации в восстановительный период зависит от индивидуализации программ восстановительного оздоровления, что позволяет, с учетом адаптационных и компенсаторных возможностей организма пациента, не только объективизировать результаты реабилитации, но и оптимизировать её эффективность [1].

Под наблюдением находились 35 больных ОШВХ, среди них 20 женщин и 15 мужчин. Обследование включало, в динамике, сбор и анализ субъективных и объективных проявлений болезни, изучение функциональных и психоневрологических показателей. Использовались опросники: интенсивности головной боли в соответствии с классификацией HIS (шкала ВАШ); оценки показателей, характеризующих головокружение (шкала Dizziness Handicap Inventory); динамики показателей тревожности (шкала Гамильтона (HAM-D); шкала Спилбергера (Spielberger C. D., 1970) в обработке Ю.Л. Ханина (STAI). Статистическая обработка результатов осуществлялась при помощи пакета программ Statistika 6,0.

Таблица 1. Динамика клинических показателей у больных остеохондрозом шейного отдела позвоночника (ОШОП) с симптомами психоэмоциональных расстройств

№ п/п	Показатели	До курса ЛФК, n = 35		После курса ЛФК, n = 35		% исчезновения
		абс	%	абс	%	
1.	Болезненность (неприятные ощущения) в шее, области надплечий, передне-внешней поверхности плечей (C_v), задне-внешнему краю плечей (C_{v1}), задней поверхности плечей (C_{v11}), шейно-затылочной области	35	100	18	51	49
2.	Болезненность волосистой части кожи головы при пальпации и расчёсывании	35	100	10	29	71
3.	Головная боль, головокружение, которые усиливались при запрокидывании головы вверх	19	54	4	21	79
4.	Дискомфорт, тугоподвижность в области шеи	35	100	6	39	71
5.	Болезненность, хруст при наклонах головы и её поворотах в стороны	35	100	7	20	80
6.	Напряжённость задней группы мышц плечей, паравerteбральных мышц ШОП в $C_v - D_1$	35	100	6	39	71
7.	Болезненность при пальпации остистых отростков и паравerteбральных точек ШОП, надербовских точек	35	100	7	20	80

Все пациенты прошли курс реабилитации путём выполнения специально разработанного комплекса упражнений ЛФК; со всеми больными была проведе-

на коррекция проявлений психоэмоциональных нарушений; все больные прошли инструктаж и освоили технику выполнения отдельных упражнений.

При поступлении на курс реабилитации в условиях поликлиники все 35 (100%) больных жаловались на болезненность в ШОП, шейно-затылочной зоне, иногда в плечах – в покое и при движениях, наклонах и поворотах головы в стороны. Большинство больных отмечали болезненность кожи головы при пальпации и расчесывании волос, дискомфорт и тугоподвижность в области шеи, таблица 1.

Головная боль часто приводила к раннему пробуждению больных, клинически доминирующим симптомом было ощущение тяжести в голове, а также головокружения, усиливающиеся при запрокидывании головы вверх.

Пальпация отдельных мышечных групп плечей и ШОП, исследования подвижности шеи – подтвердили наличие функциональных нарушений. Отмечено огра-

ничение активных и пассивных движений в ШОП: тугоподвижность отдельных позвоночно-двигательных сегментов при разгибаниях и ротации. У большинства больных – снижение амплитуды движений ШОП во всех направлениях, особенно выраженное при наклонах головы в фронтальной плоскости; при поворотах в обе стороны движения сопровождались “хрустом”.

При поступлении на оздоровление было также проведено психоневрологическое тестирование, которое подтвердило наличие у больных ОШОП комплекса психозомоциональных нарушений. Все больные отмечали быструю утомляемость, общую слабость, снижение энергии, упадок сил, уменьшение общей активности, эмоциональную лабильность, раздражительность, несдержанность, таблица 2.

Таблица 2. Динамика психозомоциональных показателей у больных ОШОП под влиянием курса ЛФК

№ п/п	Психозомоциональные нарушения	До курса ЛФК, n = 35		После курса ЛФК			
				Значительное улучшение и улучшение		Незначительное улучшение, без перемен	
		абс	%	абс	%	абс	%
1.	Быстрая утомляемость, общая слабость, снижение энергии, упадок сил, уменьшение общей активности	35	100	19	54	16	46
2.	Эмоциональная лабильность, раздражительность, несдержанность	35	100	19	54	16	46
3.	Снижение интереса к ранее обычной активности на работе и в быту (включая и секс), негативные ощущения при общении с друзьями и близкими	21	60	12	57	9	43
4.	Снижение самооценки и уверенности в себе, способности к концентрации внимания, неудовлетворённость собой	18	51	10	56	8	44
5.	Нарушения сна: чувство разбитости по утрам, отсутствие чувства бодрости и отдыха, трудности засыпания, пробуждение по утрам невыспаным	21	60	11	52	10	48

Одновременно с нарушениями сна, 21 (60%) больных отмечали снижение интереса к ранее обычной активности на работе и в быту (включая и секс), негативные ощущения при общении с друзьями и близкими, в 51% (18 больных) случаев – снижение самооценки и уверенности в себе, способности к концентрации внимания, неудовлетворённость собой.

При первичном обследовании отдельных показателей качества жизни удовлетворительное состояние уровня физического функционирования, энергичности и жизнеспособности были установлены у 21 (60%) больных ОШВХ, а: физической трудоспособности, общего восприятия здоровья, социальной активности, эмоционального функционирования – только у 14 (40%) больных, таблица 3.

Таблица 3. Динамика показателей качества жизни у больных ОШОП под влиянием курса ЛФК

№ п/п	Показатели качества жизни	До курса ЛФК, n = 35		После курса ЛФК			
				Значительное улучшение и улучшение		Незначительное улучшение, без перемен	
		абс	%	абс	%	абс	%
1.	Физическая трудоспособность	14	40	10	71	4	29
		21	60	13	62	8	38
2.	Физическое функционирование:	21	60	14	67	7	33
		14	40	10	71	4	29
3.	Общее восприятие здоровья:	14	40	11	79	3	21
		21	60	13	62	8	38
4.	Социальная активность:	14	40	9	64	5	36
		21	60	11	52	10	48
5.	Эмоциональное функционирование:	14	40	10	71	4	29
		21	60	21	100	-	-

При оценке степени выраженности в комплексе психоэмоциональных нарушений интенсивности головной боли, головокружения, элементов депрессии и тревоги - был установлен легкий уровень нарушений, таблица 4.

Таблица 4. Динамика психоэмоциональных показателей у больных ОШОП под влиянием курса ЛФК

№ п/п	Показатели	До использования ЛФК, n =35	После использования ЛФК, n = 35	Контрольная группа
		Баллы (M ± m)		
1.	Интенсивность головной боли (HIS)	3,0 ± 1,1 p < 0,01	1,1 ± 0,5 p < 0,05	0
2.	Головокружение (Dizziness Handicap Inventory)	3,3 ± 1,3 P < 0,01	2,1 ± 0,9 p < 0,05	1,0 ± 0,9
3.	Показатели оценки депрессии и тревоги (шкала Гамильтона – HAMD)	13,5 ± 1,7 p < 0,01	9,4 ± 2,5 p < 0,1	5,9 ± 1,3
4.	Уровень тревожности (шкала “тревоги” Спилбергера в обработке Ю.Л. Ханина – STAI)	23,1 ± 2,9 p < 0,05	17,7 ± 2,1 p < 0,1	12,9±1,4

Включение элементов коррекции психоэмоциональных нарушений в комплекс упражнений ЛФК для больных ОШВХ с симптомами психоэмоциональных нарушений способствовало повышению эффективности реабилитации в условиях поликлиники. Наряду с улучшением клинко- функциональных показателей было установлено улучшение общего психоэмоционального фона, см. таблицы 3, 4. Уменьшилась общая слабость, общая активность усилилась. Улучшился сон, аппетит.

Таким образом, коррекция психоэмоционального состояния пациентов и индивидуально подобранные, специальные упражнения ЛФК для мышечных групп шейного отдела позвоночника и плечей способствовали уменьшению клинко-функциональных и психоневрологических проявлений болезни, улучшению показателей качества жизни больных ОШВХ.

ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND transliterated)

1. Клименко А.В., Бельская И.В. Особенности лечения вертеброгенных болевых синдромов // Международный медицинский журнал. – 2011. – №4. – С.15-20.
Klimenko A.V., Belskaya I.V. Osobennosti lecheniya vertebrogennykh bolevykh sindromov [Features of treatment of vertebral pain syndromes] // Mezhdunarodniy meditsinskiy zhurnal. – 2011. – № 4. – S.15-20.
2. Крадинов А.И., Черноротов В.А., Крадинова Е.А. Распространенный дегенеративно-дистрофический процесс в шейном отделе позвоночника // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2012. – № 2. – С. 128-129.
Kradinov A.I., Chernorotov V.A., Kradinova E.A. Rasprostranennyiy degenerativno-distroficheskiy protsess v sheynom otdelenii pozvonochnika [Common degenerative-dystrophic process in the cervical spine office] // Vestnik fizioterapii i kurortologii. – 2012. – № 2. – S. 128-129.
3. Мороз Г.З. Депрессивні та тривожні розлади в терапевтичній практиці: поширеність, діагностика та лікування // Therapia. – №3(56). – 2011. – С.19-24.
Moroz G.Z. Depresivni ta trivozhni rozladi v terapeutichniy praktitsi: poshirenist, diagnostika ta likuvannya [Depressive and anxiety disorders in therapeutic practice: prevalence, diagnosis and treatment] // Therapia. – № 3(56). – 2011. – S.19-24.

Dulo O.A., Guzak O.U., Melega K. P., Maltseva O.B., Kachanova V.V. Features differentiated access of complex rehabilitation of patients with osteochondrosis of the cervical section of the spine with symptoms of psycho-emotional disorders

Abstract. The article presents the results of complex rehabilitation of patients with osteochondrosis of the cervical section of the spine with symptoms of psycho-emotional disorders. Correction psycho-emotional state of patients and special physical culture therapy for the muscle groups of the cervic and shoulder have reduced the clinical and functional and psycho-emotional manifestations of the disease, improving the quality of life of patients.

Keywords: osteochondrosis of the cervical spine, psycho-emotional disorders, rehabilitation

Дуло О.А., Фурман Ю.М.

Вивчення рівня фізичного здоров'я юнаків гірських районів Закарпаття за метаболічним рівнем аеробного енергозабезпечення

Дуло Олена Анатоліївна, кандидат медичних наук, доцент, декан факультету здоров'я людини
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна
Фурман Юрій Миколайович, доктор біологічних наук, професор
Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, м. Вінниця, Україна

Анотація. Робота присвячена вивченню рівня фізичного здоров'я юнаків 17-21 років, які проживають у гірських районах Закарпаття. Встановлено, що рівень аеробної продуктивності, який відображає фізичне здоров'я, у юнаків залежить від соматотипу. У юнаків ендомезоморфного та збалансованого соматотипів рівень аеробної продуктивності відповідає “нижче посереднього”, а у юнаків з мезоморфним, мезоекторморфним та екторморфним соматотипами “посередньому”. Найвищий рівень аеробної продуктивності за відносною величиною максимального споживання кисню виявлено у представників екторморфного соматотипу, а найнижчий – у ендомезоморфного.

Ключові слова: фізичне здоров'я, аеробна продуктивність, фізична працездатність, соматотип

Вступ. Відповідно до існуючих концепцій про фізичне здоров'я його інтегральними показниками виступає аеробна продуктивність організму [2, 5, 11]. Тому соматичне здоров'я конкретної особи слід оцінювати за фізіологічними показниками, які відображають максимально можливий метаболічний рівень аеробних процесів енергозабезпечення. Для оцінки аеробних процесів енергозабезпечення життєдіяльності організму рекомендують використовувати такі показники як максимальне споживання кисню або поріг анаеробного обміну (ПАО) [2, 6].

Формування фізичного здоров'я відбувається під впливом ендогенних та екзогенних чинників [8]. Причому тривалий вплив екзогенних чинників може викликати в організмі зміни генетичного характеру. Тому національні та популяційні відмінності морфофункціональних показників стимулюють науковців до пошуку відносних стандартів для жителів окремих регіонів [2, 3, 10]. Зокрема в Україні існують території з екологічними особливостями, які визначають гормональний статус мешканців цих регіонів, соматометричні параметри, окремі компоненти соматотипу, компонентний склад маси тіла, функціональний стан [7, 9]. Одним з таких регіонів є Закарпаття [4].

Тому, для здійснення об'єктивного аналізу стану фізичного здоров'я осіб різного віку і статі необхідно чітко визначити, які значення й межі фізіологічних коливань показників аеробної продуктивності організму залежно від соматотипу, притаманні здоровому населенню Закарпатської області.

З огляду на вищевикладене **мета даної роботи** полягала у визначенні аеробних можливостей юнаків гірських районів Закарпатської області залежно від соматотипу.

Матеріали і методи. Проведено порівняльний аналіз рівня фізичного здоров'я у юнаків постпубертатного періоду онтогенезу віком від 17 до 21 року. Кількість обстежених юнаків з гірських районів Закарпатської області становила 124 особи. Рівень фізичного здоров'я оцінювали за показниками аеробної продуктивності, а саме вимірювали фізичну працездатність (PWC_{170}), максимальне споживання кисню (VO_{2max}), використовуючи метод велоергометрії. Для оцінки рівня аеробної продуктивності використовували оціночну шкалу Я.П. Пярната. Соматотип визначали за методом Хіт-Картера, який вважається універсаль-

ним, тому рекомендується для обстежень людей різної расової приналежності, різної статі, широкого вікового діапазону (від 14 до 70 років), а також забезпечує трьохкомпонентну (жирового, м'язового та кісткового компоненту) антропометричну оцінку. За допомогою даного методу можна кількісно оцінити перевагу: ендоморфії або відносного ожиріння; мезоморфії або відносного розвитку скелетно-м'язової системи; екторморфії або відносної лінійності (витягнутості тіла). Кожен компонент визначався в незмінній послідовності: ендоморфія – мезоморфія – екторморфія, які виражаються числовими значеннями (антропометричними похідними) з точністю до однієї десятої. За методом Хіт-Картера соматотип визначається графічним способом або ж алгоритмом. Оскільки за алгоритмом вираховувати соматотип зручніше, нами був застосований саме цей спосіб.

Результати дослідження та їх обговорення. Абсолютне значення PWC_{170} юнаків гірської місцевості без урахування соматотипу становило в середньому $1029,27 \pm 42,9$ кгм·хв⁻¹, а відносний – $13,88 \pm 0,52$ кгм·хв⁻¹·кг⁻¹. Абсолютна величина максимального споживання кисню дорівнювала $2989,76 \pm 64,78$ мл·хв⁻¹, а відносна – $40,3 \pm 1,23$ мл·хв⁻¹·кг⁻¹. Рівень аеробної продуктивності за відносною величиною максимального споживання кисню у юнаків гірських районів за Я.П. Пярнатом відповідає “нижче посереднього”. Слід відзначити, що для оцінки аеробної продуктивності останнім часом застосовують поняття “безпечний рівень здоров'я”, яке оцінюють за відносним показником VO_{2max} . Для чоловіків “безпечний рівень здоров'я” знаходиться на межі $42,0$ мл·хв⁻¹·кг⁻¹. Середнє значення відносного показника максимального споживання кисню у юнаків гірських районів знаходиться нижче «безпечного рівня здоров'я» і становить $40,3 \pm 1,23$ мл·хв⁻¹·кг⁻¹.

У досліджуваних юнаків за методом Хіт-Картера визначили соматотип і умовно розподілили їх на п'ять груп: з ендомезоморфним соматотипом, мезоморфним соматотипом, мезоекторморфним соматотипом, екторморфним соматотипом, зі збалансованим соматотипом. Розподіл юнаків гірських районів за соматотипами у відсотковому відношенні поданий на рис. 1. Найбільшу кількість юнаків виявлено з ендомезоморфним соматотипом (33,9%), найменша із екторморфним соматотипом (4,8%).

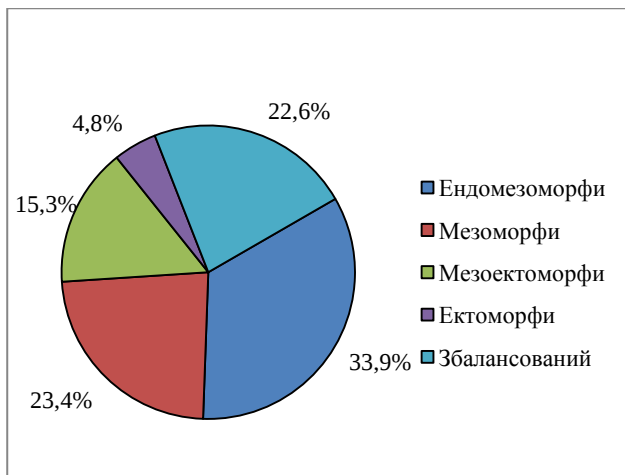


Рис. 1 Співвідношення чисельності представників різних соматотипів гірських районів у %.

Таблиця 1. Фізична працездатність (PWC_{170}) і аеробна продуктивність організму юнаків гірських районів Закарпаття залежно від соматотипу

Показники	Середні значення, $M \pm m$				
	ендомезоморфи (n=42)	збалансований соматотип (n=28)	мезоекторморфи (n=19)	екторморфи (n=6)	мезоморфи (n=29)
PWC_{170} , $кг \cdot м \cdot хв^{-1}$	996,33±44,82	991,4±42,1	*∇ 1204,7±66,98	*∇ 1183,2±58,73	1079,41±55,3
PWC_{170} , $кг \cdot м \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$	13,3±0,58	14,1±1,28	15,9±1,32	* 16,7±1,44	14,8±1,21
VO_2 , $мл \cdot хв^{-1}$	2933,7±76,2	2925,45±65,4	*∇ 3287,9±92,86	*∇ 3251,4±92,43	3074,9±85,01
VO_2 , $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$	39,1 ± 0,93	41,6±2,13	* 43,3±1,29	* 45,8±1,48	42,2±1,61
Маса тіла, кг	75,0 ± 3,7	70,4±2,8	75,9±4,2	71,06±3,3	72,8±3,4

Примітки. Вірогідність відмінності середніх значень ($p < 0,05$): * – відносно осіб ендомезоморфного соматотипу; • – відносно осіб мезоморфного соматотипу; ♦ – відносно осіб мезоекторморфного соматотипу; □ – відносно осіб екторморфного соматотипу; ∇ – відносно осіб збалансованого соматотипу

Дослідження фізичної працездатності за відносною величиною PWC_{170} засвідчило вірогідно нижчий рівень даного показника у представників ендомезоморфного соматотипу порівняно зі значеннями представників інших соматотипних груп. У представників екторморфного соматотипу середні значення PWC_{170} відн. має найвищий показник і перевищує середню величину юнаків ендомезоморфного соматотипу на 20,4% ($p < 0,05$), у той час як у юнаків збалансованого, мезоморфного та мезоекторморфного соматотипів середні значення PWC_{170} відн. не мають між собою вірогідної відмінності ($p > 0,05$).

Особливості прояву аеробної продуктивності у представників гірських районів різних соматотипів виявлено також при визначенні відносної величини максимального споживання кисню (див. табл. 1). Звертає на себе увагу те, що середні значення відносного показника максимального споживання кисню у осіб ендомезоморфного та збалансованого соматотипів відповідають рівню аеробної продуктивності “нижче посереднього”. Середні значення $VO_{2 \max}$ відн. мезоморфного, мезоекторморфного та екторморфного соматотипів відповідають “посередньому” рівню аеробної продуктивності. Вірогідно найнижчі середні значення $VO_{2 \max}$ відн. спостерігаються у представників гірських районів ендомезоморфного соматотипу ($p < 0,05$). Найвищі середні значення $VO_{2 \max}$ відн. мають представники екторморфного соматотипу – $45,8 \pm 1,48$ $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ та мезоекторморфного соматотипу $43,3 \pm 1,29$ $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$. Середні величини показника $VO_{2 \max}$ відн. юнаків гірсь-

ких районів з мезоморфним, мезоекторморфним, екторморфним та збалансованим соматотипом між собою вірогідно не відрізняються ($p > 0,05$).

Результати досліджень фізичної працездатності та максимального споживання кисню відображені у таблиці 1. Значення абсолютного показника PWC_{170} у представників мезоекторморфного соматотипу у середньому на 17,3% перевищує значення представників з ендомезоморфним та збалансованим соматотипом ($p < 0,05$). Середня величина PWC_{170} абс. представників екторморфного соматотипу на 16,2% перевищує середні значення представників ендомезоморфного та збалансованого соматотипу ($p < 0,05$). Середні значення PWC_{170} абс. представників мезоморфного, мезоекторморфного та екторморфного соматотипів між собою вірогідно не відрізняються. Так само середні значення PWC_{170} абс. представників ендомезоморфного та збалансованого соматотипів вірогідно не відрізняються.

ких районів з мезоморфним, мезоекторморфним, екторморфним та збалансованим соматотипом між собою вірогідно не відрізняються ($p > 0,05$).

Висновки. Результати досліджень свідчать про те, що фізичне здоров'я юнаків гірських районів Закарпаття залежить від соматотипу. Фізичне здоров'я юнаків ендомезоморфного та збалансованого соматотипів нижче “безпечного рівня здоров'я” за Г.Л. Апанасенком [2] і відповідає “нижче посередньому” рівню аеробної продуктивності за критеріями Я.П. Пярната (1983). Натомість фізичне здоров'я юнаків гірських районів мезоморфного, мезоекторморфного та екторморфного соматотипів відповідає “безпечному рівню здоров'я” за Г.Л. Апанасенком [2] і “посередньому” рівню аеробної продуктивності за критеріями Я.П. Пярната (1983).

Кількісний аналіз рівня фізичного здоров'я у юнаків гірських районів за відносною величиною максимального споживання кисню свідчить про переваги представників екторморфного соматотипу, де переважає м'язевий компонент, а вміст жирового компоненту є незначним. Найнижчий рівень фізичного здоров'я серед представників інших соматотипів зареєстровано в ендомезоморфів, у яких вміст м'язового і жирового компонентів представлений приблизно в однакових пропорціях.

Таким чином, рівень фізичного здоров'я найнижчий виявився у юнаків, соматотип яких характеризується значним вмістом жирового компоненту.

ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Андрійчук В.М. Порівняльна характеристика соматометричних параметрів тіла чоловіків першого зрілого періоду мешканців різних природно-географічних зон України/ В.М. Андрійчук// Biomedical and biosocial anthropology. – Вінниця, 2009. – №3. – С. 111-114.
Andriychuk V.M. Porivnyalna charakterystyka somatometrychnych parametriv tila cholovikiv pershogo zrilogo periodu meshkanciv riznykh pryrodo-geografichnykh zon Ukrainy [Comparative characteristics of parameters somatometric body men first mature period, residents of different natural and geographical zones of Ukraine] / V.M. Andriychuk // Biomedical and biosocial anthropology. – Vinnytsya, 2009. – №3. – 111-114 s.
2. Апанасенко Г.Л. Проблемы управления здоровьем человека / Г.Л. Апанасенко // Наука в олимпийском спорте: специальный выпуск. – 1999. – С. 56-60.
Apanasenko G.L. Problemy upravleniya zdorovjem cheloveka [Management problems to human health] / G.L. Apanasenko // Nauka v olimpiyskom sporte: specialny vypusk. – 1999. – 56-60 s.
3. Гунас І.В. Взаємозв'язки соматометричних параметрів нирок із антропосоматометричними показниками здорових міських юнаків та дівчат Поділля з екоморфним соматотипом / І.В. Гунас, Ю.Г. Шевчук, Д.Б. Болух // Вісник морфології. – 2010. – №2. – С. 437-441.
Gunas I.V. Vzaemovjazky sonografichnykh parametriv nyrok iz antroposomatometrychnymy pokaznykamy zdorovykh miskych yunakiv i divchat Podillya z ektomorfny somatotypom [Relationship sonographic parameters of renal antroposomatometrychny indicators of healthy urban boys and girls of Podillya with ektomorf somatotype]/I.V. Gunas, Y.G. Shevchuk, D.B. Boluch// Visnyk morfologii. – 2010. – №2. – 437-441 s.
4. Дуло О.А. Порівняльна характеристика аеробної продуктивності дівчат з різним соматотипом, які проживають у гірських та низинних районах Закарпаття / О.А. Дуло, Ю.М. Фурман // Biomedical and Biosocial Anthropology. – 2013. – №20. – С. 23-27.
Dulo O.A. Porivnyalna charakterystyka aerobnoy productyvnyosti divchat z riznym somatotypom, yaki prozhyvaut u girskikh ta nyzynnykh rayonach Zakarpattya [Comparative characteristics of aerobic performance with different somatotype girls who live in mountain and lowland areas of Transcarpathia]/O.A. Dulo, Y.M. Furman // Biomedical and Biosocial Anthropology. – 2013. – №20. – 23-27 s.
5. Купер К. Аэробика для хорошего самочувствия / К. Купер; [пер. с английского]. – Москва: Физкультура и спорт, 1989. – 224 с.
Kuper K. Aerobika dlya chorooshego samochuvstviya [Aerobics for Wellness]. – Moskva: Phizkultura i sport, 1989. – 224 s.
6. Мильнер Е.Г. Пути повышения эффективности оздоровительной тренировки / Е.Г. Мильнер // Теория и практика физической культуры. – 2000. – №9. – С. 43-45.
Mylner E.G. Puty povysheniya effektivnosti otdorovitelnoy trenirovki [Ways to improve fitness training] //Teoriya i praktika phizicheskoy kultury. – 2000. – №9. – 4-45 s.
7. Пилипонова В.В. Взаємозв'язки між показниками кардіоінтервалографії та антропо-соматотипологічними параметрами у здорових міських юнаків Поділля різних соматотипів / В.В. Пилипонова // Здобутки клінічної і експериментальної медицини. – 2011. – № 2(13). – С. 98-100.
Pylyponova V.V. Vzaemovjazky myzh pokaznykamy kardiointervalografii ta antroposomatotipologichnymy parametramy u zdorovykh miskych yunakiv Podillya riznykh somatotypiv [The relationship between indicators cardiointervalography and anthropo-somatotypological parameters in healthy urban youths of Podillya of different somatotypes] // Zdobutky klinichnoy i eksperymentalnoy medycyny. – 2011. – № 2(13). – 98-100 s.
8. Сарафинюк Л.А. Моделі нормативних реокардіографічних показників у дівчат юнацького віку з проміжними соматотипами в залежності від особливостей будови тіла / Л.А. Сарафинюк // Світ медицини та біології. – 2009. – № 1. – С. 78-85.
Saraphinuk L.A. Modeli normatyvnykh reokardiografichnykh pokaznykiv u divchat yunatskogo viku z promizhnymy somatotypamy v zalezhnosti vid osoblyvostey budovy tila [Models of regulatory reokardiografichny indicators of adolescent girls with intermediate somatotype-specific body structure]/Svit medycyny ta biologii. – 2009. – № 1. – 78-85 s.
9. Фурман Ю.М. Вплив бігових оздоровчих тренувань на аеробну та анаеробну (лактатну) продуктивність організму дівчат 17-19 років з різним соматотипом / Ю.М. Фурман, В.М. Мірошніченко // Вісник морфології. – 2006. – Т.12(2). – С. 181-182.
Furman Y.M. Vplyv bigovykh ozdorovchych trenuvan na aerobnu ta anaerobnu (lactatnu) productyvniost organizmu divchat 17-19 rokiv z riznym somatotypom [Effect of cross-country health training on aerobic and anaerobic (lactate) performance of organism of girls 17-19 years with different somatotype]/ Y.M. Furman, V.M. Miroshnichenko// Visnyk morfologii. – 2006. – T.12(2). – 181 – 182 s.
10. Шінкарук-Диковицька М.М. Кореляційні зв'язки показників кардіоінтервалографії з антропометричними і соматотипологічними показниками у дівчаток Поділля з різними типами гемодинаміки / М.М. Шінкарук-Диковицька, В.Г. Черкасов, І.В. Сергета // Світ медицини та біології. – 2008. – №8. – С. 111-115.
Shynkaruk-Dykovytcka M.M. Korelyatsijni zvjazky pokaznykiv kardiointervalografii z antropometrychnymy i somatotipologichnymy pokaznykamy u divchatok Podillya z riznymy typamy hemodynamiky [Correlation connections of cardiointervalography parameters with anthropometric and somatotypological parameters of girls from Podillya with different types of hemodynamic]/ M.M. Shynkaruk-Dykovytcka, V.G. Cherkasov, I.V. Sergeta // Svit medycyny ta biologii. – 2008. – № 8. – 111-115 s.
11. Astrand J. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age / J. Astrand // Acta Physical. Scand. – 1960. – Vol. 49. – Suppl. 169. – P. 1-92.

Dulo O.A., Furman Y.M. Study the level of physical health of young men of mountainous area transcarpathia by the metabolic level of aerobic productivity of providing of energy

Abstract. The work is devoted to the study of the level of physical health of young men of the age of 17-21, which are living in the mountain area Transcarpathia. Level of physical fitness was assessed for indicators of aerobic efficiency, namely determined physical productivity, maximum oxygen consumption, using the method veloergometry. To assess the level of aerobic productivity and use the scale Y.P. Pyarnata. We surveyed young men using the method Heath-Carter somatotype determined conditionally distributed them into five groups: with endomezomorfic somatotype, mesomorphic somatotype, somatotype mezoektomorfic, ectomorphic somatotype and balanced somatotype. The greatest number of young men identified with endomezomorfic somatotype (33,9 %), with minimal ectomorphic somatotype (4,8%). The level of aerobic efficiency, which displays the physical health of the young men with endomezomorfic and balanced somatotypes correspond to the level "below average" and the relative performance of maximum oxygen consumption in mountain young men somatotype these are below the "safe level of health" and constitute $39,1 \pm 0,93 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ and $41,6 \pm 2,13 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, respectively. Average values $\text{VO}_2 \text{ max rel.}$ mesomorphic, mezoektomorfic and ectomorphic somatotypes meet the "average" level of aerobic productivity and the level of physical health of these young men somatotype corresponds to the

"safe level of health". Significantly the lowest average values $VO_{2 \max \text{ rel.}}$ observed representatives mountain endomezomorphic somatotype ($p<0,05$). The highest average values of $VO_{2 \max \text{ rel.}}$ representatives have ectomorphic somatotype – $45,8\pm 1,48 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ and mezoektomorphic somatotype $43,3\pm 1,29 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$, and was significantly different from other somatotypes 14,6 %, and 9,7 %, respectively ($p<0,05$). Average values of $VO_{2 \max \text{ rel.}}$ young men mountain with mesomorphic, mezoektomorphic, ectomorphic and balanced somatotypes among themselves were not significantly different ($p>0,05$).

Keywords: physical health, aerobic productivity, physical capacity, somatic type

Дулю Е.А., Фурман Ю.Н. Изучение уровня физического здоровья юношей горных районов Закарпатья за метаболическим уровнем аэробного энергообеспечения

Аннотация. Работа посвящена изучению уровня физического здоровья юношей 17-21 года, которые проживают в горных районах Закарпатья. Уровень физического здоровья оценивали за показателями аэробной продуктивности, а именно определяли физическую продуктивность, максимальное потребление кислорода, используя метод велоэргометрии. Для оценки уровня аэробной продуктивности использовали оценочную шкалу Я.П. Пярната. У обследованных юношей используя метод Хит-Картера определяли соматотип и условно распределили их на пять групп: с эндомезоморфным соматотипом, мезоморфным соматотипом, мезоэктomorphic соматотипом, эктоморфным соматотипом и со сбалансированным соматотипом. Наибольшее количество юношей выявлено с эндомезоморфным соматотипом (33,9%), меньше с эктоморфным соматотипом (4,8%). Установлено, что уровень аэробной продуктивности, который отображает физическое здоровье у юношей эндомезоморфного и сбалансированного соматотипов соответствуют уровню "ниже среднего", а относительные показатели максимального потребления кислорода у юношей горных районов этих соматотипов находятся ниже "безопасного уровня здоровья" и составляют $39,1 \pm 0,93 \text{ мл}\cdot\text{мин}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ и $41,6\pm 2,13 \text{ мл}\cdot\text{мин}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ соответственно. Средние значения $VO_{2 \max \text{ отн.}}$ мезоморфного, мезоэктomorphic и эктоморфного соматотипов отвечают "среднему" уровню аэробной продуктивности, а уровень физического здоровья юношей этих соматотипов соответствует "безопасному уровню здоровья". Достоверно самые низкие средние значения $VO_{2 \max \text{ отн.}}$ наблюдаются у представителей горных районов эндомезоморфного соматотипа ($p<0,05$). Самые высокие средние значения $VO_{2 \max \text{ отн.}}$ имеют представители эктоморфного соматотипа – $45,8\pm 1,48 \text{ мл}\cdot\text{мин}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ и мезоэктomorphic соматотипа $43,3\pm 1,29 \text{ мл}\cdot\text{мин}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ и достоверно отличаются от других соматотипов на 14,6% и 9,7% соответственно ($p<0,05$). Средние величины показателя $VO_{2 \max \text{ отн.}}$ юношей горных районов с мезоморфным, мезоэктomorphic, эктоморфным и сбалансированным соматотипом между собой достоверно не отличаются ($p>0,05$).

Ключевые слова: физическое здоровье, аэробная продуктивность, физическая работоспособность, соматотип

CHEMISTRY

Брем В.В., Кожухарь В.Я., Савич С.Л., Буга С.П., Дмитренко И.В.

Электрохимическое легирование переплавляемых сталей гидридообразующими элементами

*Брем Владимир Викторович, кандидат химических наук, доцент, декан химико-технологического факультета
Кожухарь Владимир Яковлевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
Савич Святослав Лаврентиович, кандидат химических наук, доцент
Буга Светлана Петровна, старший преподаватель
Дмитренко Инна Викторовна, старший преподаватель
Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса, Украина*

Аннотация. Задача получения высококачественных сталей не всегда достигается в обычных сталеплавильных агрегатах традиционной металлургии. В связи с этим интенсивно развиваются способы дополнительной обработки готовой стали. Одним из таких способов является метод электрошлакового переплава (ЭШП). Вместе с тем, практическое использование этого способа, как в металлургической, так и в машиностроительной промышленности выявило, что в ряде случаев электрошлаковый переплав сталей сопровождается значительным дополнительным наводороживанием. Указанное обстоятельство до сих пор сдерживает широкое применение способа ЭШП для переплава многих конструкционных легированных марок сталей, обладающих повышенной флокеночувствительностью (т.е. склонностью к образованию в них водородных трещин – т.н. флокенов). В работе в производственных условиях оценена взаимосвязь между степенью дестехиометризации расплавов флюсов АНФ-6 и АНФ-32 и флокеночувствительностью переплавляемой стали 15ХЗНМФА в литом состоянии. С учетом форм существования водорода в железе разработана оригинальная методика (по параметру Φ_H) количественной оценки флокеночувствительности конструкционных сталей. В производственных условиях исследовано влияние степени восстановительной дестехиометризации флюсов АНФ-6 и АНФ-32 (задаваемой введением в них различных количеств алюминия или церия) на флокеночувствительность переплавляемой стали марки 15ХЗНМФА в литом состоянии. Установлено, что присадка к флюсам восстановителей в количестве 0,08...0,16 масс. % позволяет снизить флокеночувствительность стали в 2...3 раза по сравнению с процессами ЭШП на обычных флюсах. Обнаружено также, что при равных степенях дестехиометризации специфичность указанного эффекта зависит от состава флюса. Результаты опытных плавов с введением в исходные шлаковые расплавы (на основе флюсов АНФ-6 и АНФ-32) фторида CeF_3 и церия по ходу ЭШП подтверждено, что флокеночувствительность переплавляемых конструкционных сталей (15ХЗМФА и 40ХН) определяется остаточным содержанием в последних церия. Однако, эта зависимость имеет явно выраженные минимумы, положение которых связано как с составом переплавляемого металла, так и с составом используемого флюса.

Ключевые слова: водород, флюс, расплав, состав, сталь, флокеночувствительность

Введение. В практике металлургической промышленности экономически развитых стран в последние десятилетия наблюдается устойчивая тенденция роста доли качественных сталей в общем объеме их производства. Дальнейшее повышение доли, и улучшение свойств качественных конструкционных сталей является актуальной задачей и металлургической промышленности Украины, поскольку объемы производства этого универсального материала определяют масштабы и технический уровень многих других производств (в том числе в области новой техники).

Однако задача получения высококачественных сталей не всегда достигается в обычных сталеплавильных агрегатах традиционной металлургии. В связи с этим интенсивно развиваются способы дополнительной обработки готовой стали. Одним из таких способов является метод электрошлакового переплава (ЭШП). Он признан высокоэффективным методом улучшения качества металла, поэтому ЭШП довольно широко распространен в промышленности. Металлургические особенности указанного способа освещены в ряде специальных работ [3,4].

Вместе с тем, практическое использование этого способа, как в металлургической, так и в машиностроительной промышленности выявило и некоторые слабые стороны процесса электрошлакового переплава, требующие дальнейших научных и технических доработок. В частности, оказалось, что в ряде случаев электрошлаковый переплав сталей сопровождается

значительным дополнительным наводороживанием. Указанное обстоятельство до сих пор сдерживает широкое применение способа ЭШП для переплава многих конструкционных легированных марок сталей, обладающих повышенной флокеночувствительностью (т.е. склонностью к образованию в них водородных трещин – т.н. флокенов).

Одним из методов улучшения ЭШП является электрохимическое легирование переплавляемых этим способом сталей гидридообразующими элементами [1,2,5]. Однако осуществление такого процесса в производственных условиях связано с рядом технологических усложнений плавки. В связи с этим нами предпринята попытка разработки принципиальных основ способа чисто химического воздействия на шлаковую фазу плавки ЭШП для стимулирования перехода из нее гидридообразующих элементов в переплавляемый металл.

В работах ряда исследователей в последние годы показано, что ведение процесса ЭШП на восстановительных флюсах в значительной степени расширяет металлургические возможности ЭШП. В простейшем случае восстановительные свойства флюсовым расплавам могут быть приданы путем введения в них металлического алюминия. Шлаки при этом оказываются дестехиометризованными, т.е. состоящими из компонентов не строго стехиометрического состава, а с некоторым дефицитом кислорода, фтора и других металлоидных элементов. Степень дестехиометриза-

ции флюсовых расплавов (в области их гомогенности) и соответственно их восстановительный потенциал возрастают пропорционально количеству вводимого в них металла-восстановителя.

Цель. В работе в производственных условиях оценена взаимосвязь между степенью дестехиометризации расплавов флюсов АНФ-6 и АНФ-32 и флокеночувствительностью переплавляемой стали 15ХЗНМФА в литом состоянии.

Методики и материалы. Для оценки дестехиометризации и флокеночувствительности проверки нами разработан принципиально новый метод определения флокеночувствительности сталей, основанный на экспериментальном газоаналитическом определении относительных содержаний водорода, находящихся в испытуемом металле в различных формах

существования. В разработанном методе используются пробы металла значительно меньшего диаметра (7 мм) и длиной 70 мм, предварительно насыщаемые в H_2 ($P_{H_2}=1,013 \cdot 10^5$ Па) в течении 2 часов при $1100^\circ C$ и затем закаливаемые в воде. Непосредственно после закалки образец помещают в реакционную кварцевую трубку специального газоанализатора [1,2], с помощью которого в режиме непрерывного подъема температуры (от комнатной до $1100^\circ C$) со скоростью $20^\circ C/мин$ автоматически (и также непрерывно) фиксируется текущая скорость выделения (в несущий газ – N_2) из анализируемого металла молекулярного водорода. Полученные таким образом на диаграмме самописца термокинетические кривые дегазации образца имеют типичный вид, представленный на рис. 1.

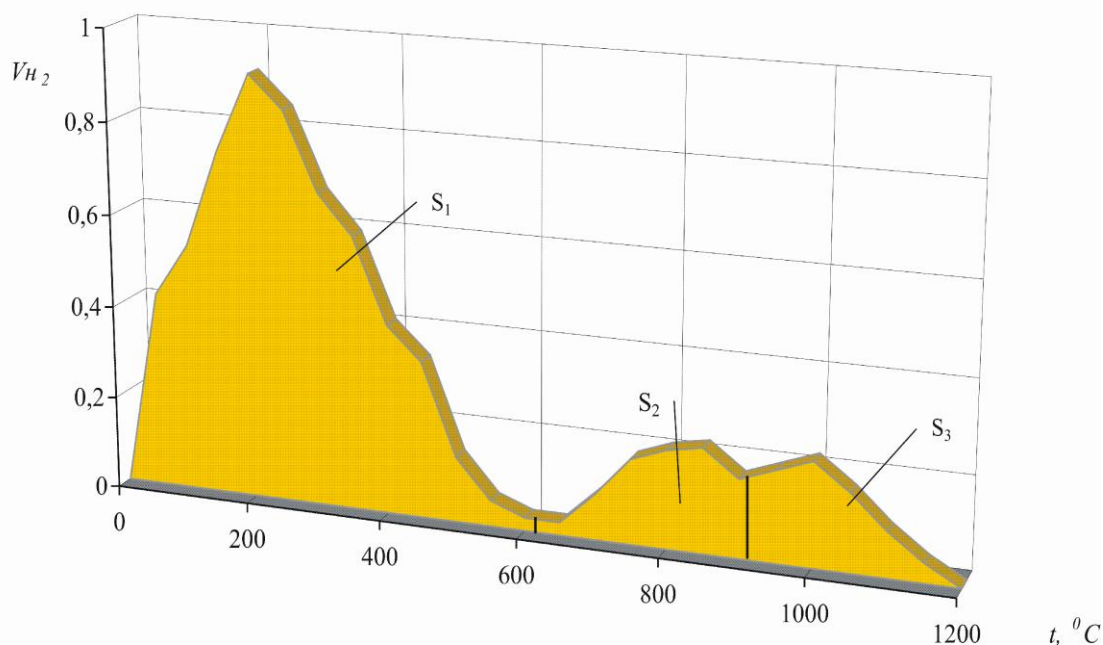


Рис. 1. Типичная кривая зависимости относительной скорости выделения водорода из испытуемого образца от текущей температуры дегазации

На рис. 1 можно выделить три области температур, отвечающих выделению трех основных форм существования водорода в металлах группы железа и сплавах на их основе (в том числе – и в сталях). Соответствующие этим областям площади под кривой кинетики дегазации испытуемого образца в режиме непрерывного повышения температуры (S_1 , S_2 , и S_3) при принятой методике анализа оказываются пропорциональными количествам водорода, находящимся в металле в следующих формах существования: в виде частично протонизированных одноатомных частиц $H^{\delta+}$, в виде молекулярных ионов H_2^+ и в виде молекул H_2 . Склонность к образованию флокенов в сталях, в основном, определяется относительной долей в металле диффузионно-подвижного водорода (т.е. формы $H^{\delta+}$). Количественно указанное положение можно выразить специальным параметром (q_H):

$$q_H = S_1 / (S_1 + S_2 + S_3), \quad (1)$$

где q_H – относительная доля "свободного" водорода в свеженасыщенных испытуемых образцах, а S_1 , S_2 и S_3

– уже известные величины, определяемые экспериментально с помощью графиков, подобных приведенному на рис. 1.

С другой стороны, возможно, показать, что относительная концентрация микропор и поливакансий в испытуемом металле, в которых может быть рассредоточен выделяющийся из металла и молекулующийся водород, должна быть пропорциональна такому параметру (q'_H):

$$q'_H = S_2 / (S_2 + S_3), \quad (2)$$

где q'_H – относительная доля молекулярного водорода (H_2) в его молекулярных формах существования ($H_2^+ + H_2$). С учетом физического смысла параметров q_H и q'_H флокеночувствительность стали (с учетом особенностей распределения в ней водорода по различным формам его существования), выражаемую новой количественной характеристикой (Φ), может быть определена соотношением:

$$\Phi = q_H / q'_H \quad (3)$$

С учетом уравнений (2) и (4) равенство (3) принимает вид:

$$\Phi = (S_2 + S_3) \cdot S_1 / (S_1 + S_2 + S_3) \cdot S_3 \quad (4)$$

Окончательным рабочим уравнением для определения флокеночувствительности металла по предлагаемому нами способу с помощью параметра Φ_H является соотношение:

$$\Phi_H = [((S_2 + S_3) \cdot S_1 / (S_1 + S_2 + S_3) \cdot S_3) - 1] \cdot 100 \quad (5)$$

Как видно из структуры уравнения (5), предложенный параметр Φ_H оказывается безразмерным и может принимать любое положительное значение. Чем он выше, тем выше флокеночувствительность испытуемой стали.

Поскольку в настоящее время не существует еще стандартного метода для определения флокеночувствительности стали, то сопоставление предложенного нами способа с общепризнанными не представляется возможным. В основном же в настоящей работе для количественного выражения флокеночувствительности исследуемых сталей использовался параметр Φ_H .

Результаты и их обсуждения. Опытные плавки ЭШП проводили на открытой установке А-3206, питаемой переменным током и снабженной медным кристаллизатором высотой 300 мм и $\varnothing$ 140 мм [3]. Расходуемым электродом служил прокат диаметром 50 мм из указанной марки стали мартеновской выплавки. Плавки вели с жидким стартом. Для наплавления 4 кг флюса использовали графитовый тигельковш (с графитовым электродом), питаемый тем же трансформатором, что и переплавная печь. Выплавляли слитки весом 27 кг со скоростью переплава 60...70 кг/ч. По ходу плавки с интервалом в 15 мин. во флюс малыми порциями вводили добавки алюминия и церия (в виде ферроцерия с содержанием церия 90 масс. %) в суммарном количестве до 0,08 и 0,16 масс. % соответственно. Из слитков опытных плавков отбирали пробы диаметром 7 мм и длиной 7 мм для определения флокеночувствительности в варианте Φ_H для переплавленной стали в литом состоянии.

Результаты проведенной таким образом серии плавки приведены на рис. 2, из которого видно, что повышение восстановительного потенциала переплавных флюсов сопровождается значительным снижением флокеночувствительности стали ЭШП.

Так, добавка алюминия к флюсам АНФ-6 и АНФ-32 в количестве 0,09 масс. % снижает величину $\Phi_H \cong$ в 2 раза (кривые 1 и 2). Из сопоставления кривых 2 и 3 можно видеть, что до 0,08 масс. % эффект влияния присадок алюминия и церия на Φ_H переплавляемого металла практически одинаков (для флюса АНФ-32). С дальнейшим ростом этих добавок (до 0,16 масс. %) эффективность добавок церия оказывается гораздо выше. Кроме того, опытные данные, приведенные на рис. 2, свидетельствуют о том, что при равных степенях дестехиметризации специфичность обсуждаемого эффекта явно зависит от состава флюса (рис. 2, кривые 1,2).

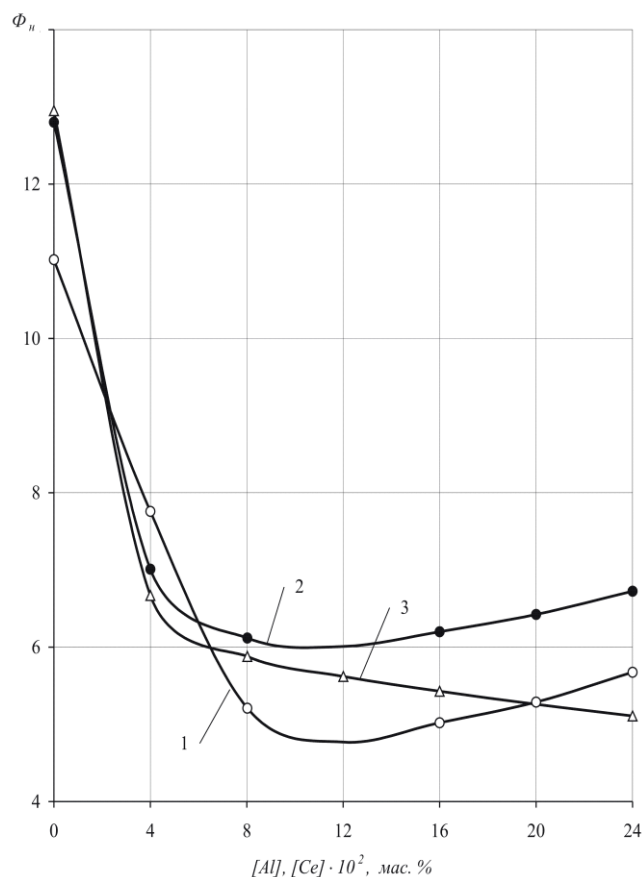
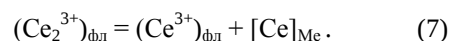
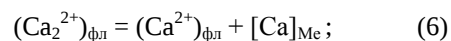


Рис. 2. Флокеночувствительность (Φ_H) стали марки 15ХЗНМФА в литом состоянии после ЭШП с применением флюсов АНФ-6 (1) и АНФ-32 (2,3) и введением в них по ходу плавки различных количеств алюминия (1,2) и церия (3)

Обнаруженный эффект значительного снижения флокеночувствительности конструкционной стали при переплаве ее под восстановительными флюсами может быть объяснен следующим образом. Восстановительная дестехиметризация шлаковых расплавов сопровождается появлением в них катионов с формально пониженной валентностью. В последнем случае в ионных расплавах возникают комплексные катионы типа Na_2^{2+} , Ca_2^{2+} , Ce_2^{3+} и т.п. Нарастание содержания последних в неметаллической фазе системы флюс – металл стимулирует (применительно к системам ЭШП) переход в металлический расплав и атомов гидридообразующих элементов по уравнениям типа:



В результате развития процессов (6) и (7) концентрация гидридообразующих элементов в сталях после ЭШП на восстановительных флюсах оказывается повышенной (и тем в большей степени, чем выше степень дестехиметризации флюсов). Следствием представленного механизма является дополнительное микролегирование переплавленного металла элементами, эффективно снижающими флокеночувствительность стали.

Вместе с тем известно, что флокеночувствительность конструкционных сталей снижается с введением в них малых добавок гидридообразующих элемен-

тов лишь до определенного предела, после чего она начинает возрастать. С учетом этого обстоятельства, возможно, было принципиально допускать, что оптимальной дестехиометризацией расплавов флюсов по ходу ЭШП можно обеспечить оптимальное микролегирование переплавляемой стали гидридообразующими элементами. Для экспериментальной проверки такого заключения проведена специальная группа опытов.

Опытные плавки ЭШП проводили на той же установке, что и плавки предыдущей серии. По ходу переплава сталей марок 15ХЗМФА и 40ХН во флюсы равномерными порциями вводили ферро-цериевую лигатуру (с 90 масс. % Се). Общее количество вводимой в жидкие флюсы лигатуры варьировалось так, чтобы в слитках готового металла получать различные концентрации остаточного церия (в пределах до 0,022 масс. %). Для усиления стимулирования перехода церия из шлаковой фазы в жидкий металл по схеме (7) применяли опытные флюсы, получаемые смешением равных весовых долей (по 50 масс. %) флюсов марок АНФ-6, АНФ-32 и CaF_2 с фторидом церия (CeF_3). На двух первых из указанных смесей вели переплав стали 15ХЗМФА, на третьей – переплав стали 40ХН. Флокеночувствительность переплавленных таким образом сталей определяли только для литого состояния (для слитков ЭШП) по параметру Φ_n . Опытные данные последней серии опытов показаны на рис. 3.

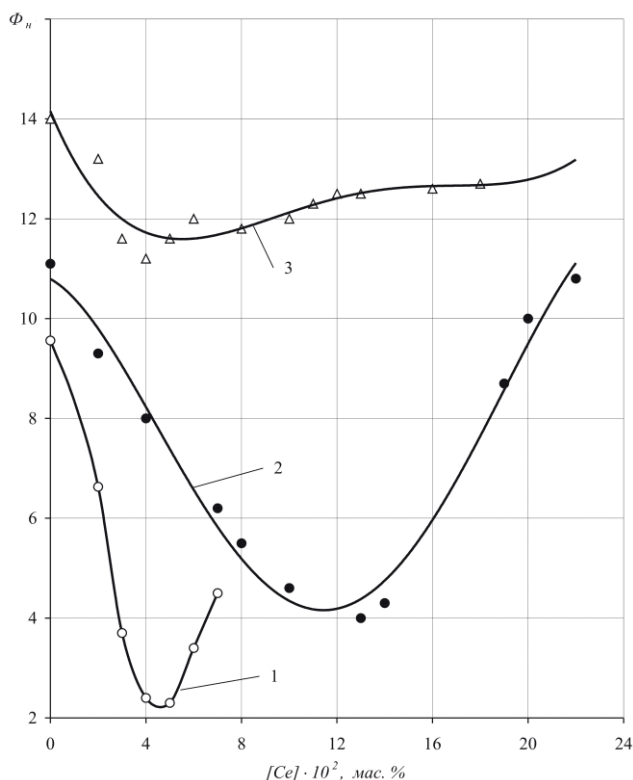


Рис. 3. Флокеночувствительность (Φ_n) стали марки 15ХЗМФА (1,2) и 40ХН (3) в литом состоянии после ЭШП с применением флюсов следующих составов: 1 – 50 масс. % АНФ-6 + 50 масс. % CeF_3 ; 2 – 50 масс. % АНФ-32 + 50 масс. % CeF_3 ; 3 – 50 масс. % CaF_2 + 50 масс. % CeF_3

Экспериментально установлено, что без добавок лигатуры во флюсовые расплавы заметного перехода

церия в переплавляемый металл не происходит, несмотря на значительные содержания CeF_3 в использованных опытных флюсах (по 50 масс. %). Кроме того, обнаружено, что во всех трех исследованных вариантах плавки наблюдается (рис. 3, кривые 1...3) однотипная зависимость величины Φ_n от содержания церия в стали. Все три кривые имеют четко выраженные минимумы флокеночувствительности при вполне определенных значениях церия. Для стали 15ХЗМФА из двух примененных более эффективной оказалась флюсовая смесь, составленная из АНФ-6 и CeF_3 . Восстановительная дестехиометризация флюса с введением в металл около 0,005 масс. % Се обеспечивает снижение флокеночувствительности переплавленной стали в литом состоянии приблизительно в 5 раз по параметру Φ_n (рис. 3, кривая 1). Переплав этой же стали на АНФ-32 и CeF_3 (рис. 3, кривая 2) оказывается менее эффективным (Φ_n снижается примерно в 3 раза) при сравнительно большей концентрации церия в металле (около 0,013 масс. %). Для переплава стали марки 40 ХН под флюсом из CaF_2 и CeF_3 оптимальное содержание церия в металле составляет 0,004 масс. %. Однако, достигаемый при этом эффект снижения Φ_n (в 1,5 раза) сравнительно малый по отношению к исходной флокеночувствительности (рис. 3, кривая 3). Опытные данные, представленные на рис. 2 и 3, показывают, что ведение процессов ЭШП на восстановительных дестехиометризованных флюсах (при соответствующей оптимизации технологии присадки к ним восстановителей) принципиально позволяет достичь значительного снижения флокеночувствительности переплавляемых конструкционных сталей. Вместе с тем следует отметить, что и при применении дестехиометризованных флюсов исходный состав последних в значительной степени влияет на склонность выбранной марки стали к образованию водородных трещин.

Выводы. С учетом форм существования водорода в железе разработана оригинальная методика (по параметру Φ_n) количественной оценки флокеночувствительности конструкционных сталей.

В производственных условиях исследовано влияние степени восстановительной дестехиометризации флюсов АНФ-6 и АНФ-32 (задаваемой введением в них различных количеств алюминия или церия) на флокеночувствительность переплавляемой стали марки 15ХЗМФА в литом состоянии. Установлено, что присадка к флюсам восстановителей в количестве 0,08...0,16 масс. % позволяет снизить флокеночувствительность стали в 2...3 раза по сравнению с процессами ЭШП на обычных флюсах. Обнаружено также, что при равных степенях дестехиометризации специфичность указанного эффекта зависит от состава флюса. Результатами опытных плавки с введением в исходные шлаковые расплавы (на основе флюсов АНФ-6 и АНФ-32) фторида CeF_3 и церия по ходу ЭШП подтверждено, что флокеночувствительность переплавляемых конструкционных сталей (15ХЗМФА и 40ХН) определяется остаточным содержанием в последних церия. Однако, эта зависимость имеет явно выраженные минимумы, положение которых связано как с составом переплавляемого металла, так и с составом используемого флюса.

ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Кожухар В.Я. Вплив концентрації гідридоутворюючих елементів на флокеночутливість сталей / В.Я. Кожухар, В.В. Брем, С.Л. Савич. // Тр. Одес. політехнічного ун-та: Научний і виробничо-практичний збірник по технічним і природничим наукам. – Одеса, 2001. – Вип. 3(15). – С. 256-258.
Kozhukhar V.Ya. Vpliv kontsentratsiyi gidridoutvoryuyuchih elementiv na flokenochutlivist staley [Effect of concentration of elements in hydridoutvoryuyuchyh flokenochutlivist steel] / V.Ya. Kozhukhar, V.V. Brem, S.L. Savich // Tr. Odes. politehnicheskogo un-ta: Nauchniy i proizvodstvenno-prakticheskiy sbornik po tehnikeskim i estestvennym naukam. – Odessa, 2001. – Vyp. 3(15). – S. 256-258.
2. Кожухар В.Я. Восстановление гидридообразующих элементов на межфазной границе / В.Я. Кожухар, В.В. Брем, Ю.М. Спутатов // Тр. Одес. политехн. университета. – Одеса, 1999. – Вип. 1(7). – С. 248-251.
Kozhukhar V.Ya. Vosstanovlenie gidridoobrazuyuschih elementov na mezhfaznoy granitse [Recovery hydride elements at the interface] / V.Ya. Kozhukhar, V.V. Brem, Yu.M. Eputatov // Tr. Odes. politehn. universiteta. – Odessa, 1999. – Vyp. 1(7). – S. 248-251.
3. B.I. Medovar. Electroslag technologies in the XXIst centry / B.I. Medovar, L.B. Medovar, V.Ja. Saenko, Proc. "Asia Steel'2000", China, Sept. 15-18, 2000.
4. Медовар Л.Б. Перспективы применения металлического кальция и РЗМ при электрошлаковом переплаве / Л.Б. Медовар, В.Я. Саенко, Ю.М. Помарин, В.И. Ус // Проблемы специальной электрометаллургии. – 2001. № 4. – С. 18-29.
Medovar L.B. Perspektivy primeneniya metallicheskoogo kaltsiya i RZM pri elektroshlakovom pereplave [Prospects of application of calcium metal and rare-earth metals in electroslag remelting] / L.B. Medovar, V.Ya. Saenko, Yu.M. Pomarin, V.I.Us // Problemyi spetsialnoy elektrometallurgii. – 2001. # 4. – S. 18-29.
5. Новохатский И.А. Водород в процессах электрошлакового переплава сталей: [монография] / И.А. Новохатский, В.Я. Кожухарь, О.Н. Романов, В.В. Брем – Одеса: Астропринт, 1997. – 212 с.
Novohatskiy I.A. Vodorod v protsessah elektroshlakovogo pereplava staley: [monografiya] / I.A. Novohatskiy, V.Ya. Kozhukhar, O.N. Romanov, V.V. Brem – Odessa: Astroprint, 1997. – 212 s.

Brem V.V., Kozhukhar V.Ya, Savich S.L., Buga S.P., Dmitrenko I.V.

Electrochemical doping of remelted steels by hydride elements

Abstract. The task of obtaining high quality steels is not always achieved in usual steel-melting aggregates of traditional metallurgy. In this connection the methods of additional treating of ready steel are intensively developed. One of such methods is the method of electroslag remelting (esr). However, the practical usage of this method, both in metallurgical and machinery industry, has revealed that in some cases the electroslag remelting of steels is accompanied by significant additional hydriding. This circumstance is still holding back widespread usage of esr method for remelting of many structural alloy steels with increased flakes sensibility (i.e, a tendency to form hydrogen cracks – so-called flakes). In the work the relationship between the degree of destoichiometrization of flux melts АНФ-6 and АНФ-32 and flakes sensibility of remelted steel 15Х3МФА in the molten state in industrial conditions is evaluated. Given the forms of existence of hydrogen in iron the original method (by the parameter Φ_H) of quantitative assessment of flakes sensibility of structural steels was developed. In the production conditions the effect of degree of reduction destoichiometrization of fluxes АНФ-6 and АНФ-32 (defined by incorporation of different amounts of cerium or aluminum) on flakes sensibility of remelted steel 15Х3МФА in the molten state was studied. It was established that additive of reduces to fluxes in an amount of 0.08 ... 0.16 wt. % allows to reduce flakes sensibility of steel 2 ... 3 times as compared with the esr processes in usual fluxes. It was also found that at equal powers of destoichiometrization the specificity of this effect depends on the composition of the flux. With the results of experimental melts with the introduction in the original slag melts (based on flux АНФ-6 and АНФ-32) of fluoride CeF_3 and cerium during the esr it was confirmed that flakes sensibility of remelted structural steels (15Х3МФА and 40ХН) is determined by the residual content of cerium in them. However, this relationship has clearly expressed minima, whose position is due to both the composition of remelted metal, and the composition of the used flux.

Keywords: hydrogen, flux, melt, composition, steel, flakes sensibility.

Брем В.В., Кожухар В.Я., Савич С.Л., Буга С.П., Дмитренко І.В.
Десорбція водню із флюсів фторидно-оксидних систем

Брем Володимир Вікторович, кандидат хімічних наук, доцент, декан хіміко-технологічного факультету
Кожухар Володимир Якович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
Савич Святослав Лаврентійович, кандидат хімічних наук, доцент
Буга Світлана Петрівна, старший викладач
Дмитренко Інна Вікторівна, старший викладач
Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, Україна

Анотація. Термічна дегазація промислових гранульованих флюсів в режимі безперервного підвищення температури являє собою послідовний ряд стадій термічної дегазації різних форм існування в них водню. У відповідності до вимоги забезпечення повної десорбції водню з фторидно-оксидних флюсів ЕШП лімітуючою стадією процесу термічної дегазації виявляється остання стадія. Цій стадії відповідає область максимальних температур дегазації. Встановлено, що в цій області температур, визначеній для кожної марки флюсу, з флюсів виділяються розчинені в них воденьвмісні гази. З врахуванням термодинамічних особливостей розчинення водню в фторидно-оксидних розплавах і з урахуванням особливостей промислової технології виплавки та грануляції флюсів ЕШП з останніх повинні виділятися в разі термічної десорбції, в основному, такі воденьвмісні гази, як H_2O , HF , HCl та H_2 . Дослідження кінетики термічної дегідратації і дегазації воденьвмісних сполук з гранул флюсів різних розмірів виявило, що відносний розподіл водню різних форм його існування (кристалогідрати, гідроксиди і розчинений водень) для даної марки приблизно однаковий у всіх фракціях. Розчинені у фазових складових флюсів воденьвмісні гази виділяються в області температур вищих за $650\ldots 700^\circ\text{C}$. Лімітуючим етапом багатостадійного процесу термічної дегазації фторидно-оксидних флюсів є десорбція розчинених воденьвмісних газів з кристалічних і склоподібних фаз гранул. За допомогою кінетичних кривих термічної десорбції водню в ізотермічному режимі для флюсів різних марок визначена ступінь десорбції водню за різних температур.

Ключові слова: водень, електрошлаковий переплав, флюс, десорбція, дегідратація, гідратація

Вступ. Відомо, що отримання високоякісних сталей методом електрошлакового переплаву (ЕШП) зі зниженим вмістом водню являється складною задачею через його шкідливий вплив на якісні властивості сталей і сплавів. Через це вимогою сталеплавильників являється розробка таких технологічних параметрів переплаву, які б дозволили отримувати метал з найменшим вмістом водню. Внаслідок того, що переплав сталі здійснюється в системі газ-флюс-метал, необхідно вивчати взаємодію вище вказаних фаз в умовах високих температур.

Технологічна передісторія сталі в великій мірі відображається на її флокеночутливості. Також відомо, що початковий вміст водню в флюсах ЕШП в багатьох випадках здійснює визначальний вплив на його концентрацію в переплавляемому металі.

Флюси, які використовуються в разі електрошлакового переплаву поглинають велику кількість водяної пари з атмосфери, вміст води в них може досягати $0,2\ldots 0,5$ мас. % [1]. При розплавленні таких флюсів методом електрошлакового переплаву вода, яка поглинається твердими флюсами в значній мірі переходить у флюсовий розплав, а далі внаслідок міжфазного розподілу – у рідкий метал. За рахунок внесеної флюсами вологи, виникає наводненість металу, що являється причиною утворення водневих тріщин (флокенів) і газових пор у промислових великих злитках електрошлакового переплаву, а також у виробках, що виготовляються методом електрошлакового лиття. Для запобігання утворенню таких дефектів у виробничих умовах найчастіше застосовують попередню дегідратацію флюсів шляхом прожарювання їх на повітрі [1, 2]. Проте в ряді випадків цей метод виявляється малоефективним. З урахуванням цього можливо було припускати, що на флокеночутливість сталі електрошлакової технології повинні здійснювати поміт-

ний вплив багато різних технологічних особливостей плавки. Найбільше важливою з них являється марка (а в загальному випадку – склад) застосованого флюсу.

Мета. Вивчити найбільш загальні характеристики процесів дегідратації і гідратації відносно до стандартних гранульованих флюсів марок АНФ-1, АНФ-6, АНФ-29 і АН-291, які застосовуються у металургійному виробництві електрошлакового переплаву.

Проведення експерименту та обговорення результатів. Спочатку вивчили повноту і швидкість виділення водню з досліджуваних флюсів за температури від 200 до 1200°C . Дегазація флюсів (наважка масою $0,5$ г) здійснювалася в потоку азоту, очищеного від кисеньвмісних газів пропусканням його через губчастий титан за 700°C . Конвертування воденьвмісних газів (H_2O , HF , H_2S , HCl), що виділилися з прожарених флюсів, у єдину форму H_2 здійснювалося за допомогою спеціальної розробленої лігатури. Показано, що найскладніше з гранульованих фторидно-оксидних флюсів ЕШП (в разі їх термічної дегазації в потоку газу носія режиму безперервного підвищення температури виділяються розчинені в них воденьвмісні гази (в основному HF , H_2 , H_2S , H_2O , HCl). Типові криві дегазації флюсів зображені на рисунку, термокінетичні криві дегазації звичайних флюсових гранул (криві 1) у співставленні з такими, що пройшли попередню дегазацію (яка забезпечує повне виділення з них усіх форм водню, в тому числі розчиненого) і повторну гідратацію в вологому повітрі (криві 2).

Додаткові відомості про форми існування водню в обраних промислових флюсах були отримані внаслідок вивчення термокінетичних кривих дегазації флюсів у потоці азоту (див. рисунок).

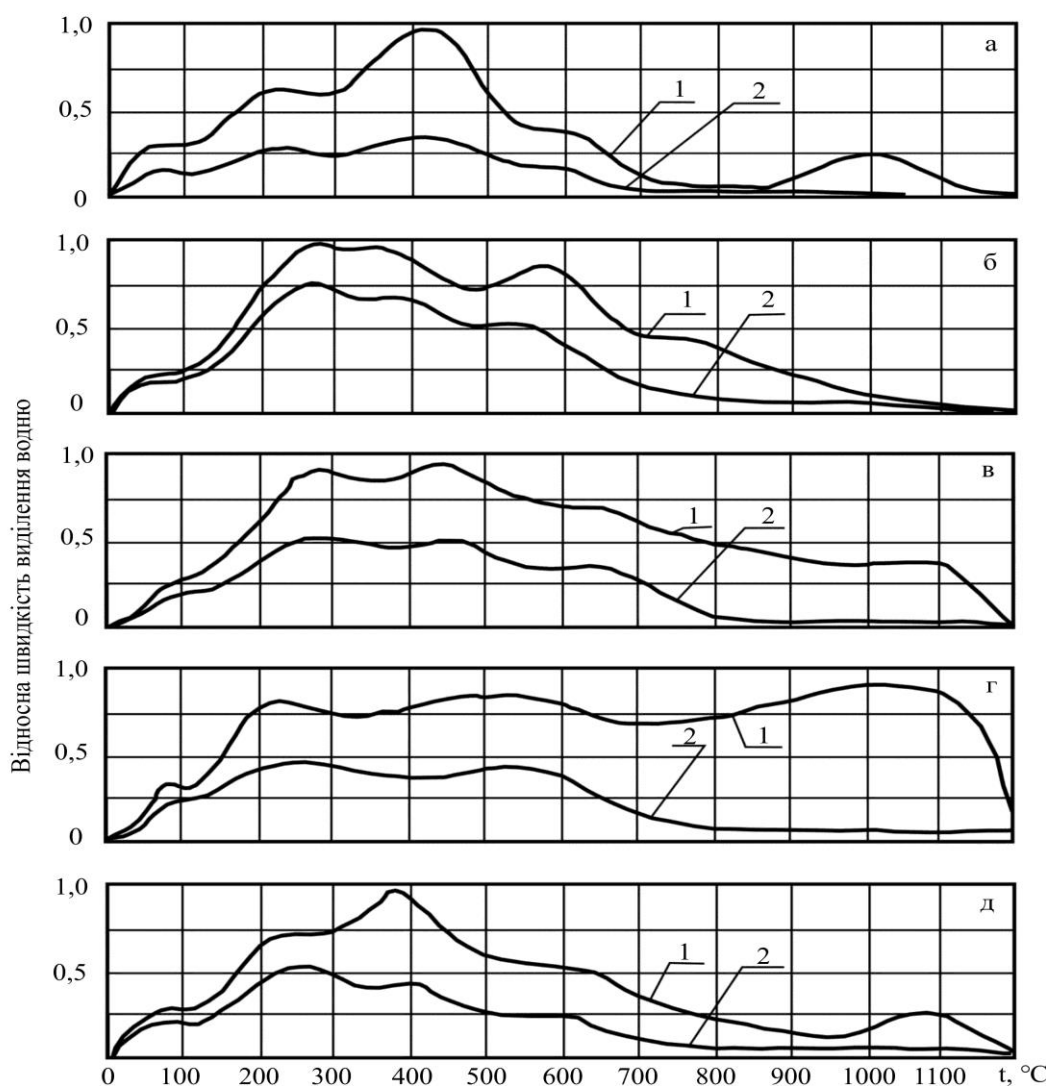


Рисунок. Кінетичні криві термічної десорбції водню в режимі безупинного нагрівання (20 °С/хв.): а – (АНФ-1), б – (АНФ-6), в – (АНФ-28), г – (АНФ-29), д – (АН-291). Із звичайних флюсів (1) і флюсів після попередньої дегазації їх і повторної гідратації на вологому повітрі (2)

Досліджуваний зразок нагрівали від кімнатної температури до 1000...1200 °С з постійною швидкістю підвищення температури 20 °С/хв. Отримані термокінетичні криві, досліджуваних у роботі флюсів, відображали процеси дегідратації флюсів (видалення адсорбованої і зв'язаної у кристалогідрати і гідроксиди води) і дегазації (виділення з флюсів розчинених у них воденьвмісних газів). З досліджуваних флюсів воденьвмісні гази виділялися в разі нагрівання нерівномірно. На кривих (рисунок) можна виділити по декілька піків. Відомо, що основною воденьвмісною сполукою у флюсах є вода. Тому природно припустити, що різноманітним пікам кривих відповідають різноманітні форми зв'язаної у флюсах молекулярної води. У загальному випадку число піків на термокінетичних кривих не завжди дорівнює числу різноманітних форм зв'язаної води, оскільки кристалогідрати і деякі гідроксиди в разі безупинного нагрівання розкладаються, як правило, у декілька стадій [1].

Лабораторне дослідження флюсів марок АНФ-1 і АНФ-6, проведене за допомогою інфрачервоної спектроскопії показали, що зв'язаній у флюсах молекулярній воді відповідають області її валентних коливань.

При цьому цілком задовільне отримання цих форм спостерігалось при приготуванні зразка для дослідження у вигляді колоїдної системи (суспензії) тонко роздрібненого флюсу у вазеліновій олії. Внаслідок дослідження флюсів марок АНФ-29 і АН-291 надійної відповідності не було досягнуто. Ця обставина пов'язана, очевидно, з тим, що флюси марок АНФ-29 і АН-291 більш складні за хімічним і фазовим складами (див. табл. 1) і в гідратованому стані містять велику сумарну кількість різноманітних воденьвмісних сполук (кристалогідратів і гідроксидів) і, можливо, адсорбованої води. Віднесення форм зв'язаної води та її молекул для всіх досліджуваних флюсів також ненадійне.

Смуги поглинання в ІЧ-спектрах флюсів, характерні для різноманітних форм води, та відповідно до літературних даних [1, 3], може відповідати різноманітним кристалогідратам і гідроксидам, а також H_2O адсорбованій поверхнею і капілярами. Надійна ідентифікація цих форм води у флюсах за допомогою ІЧ-спектрометра з середньою здатністю практично не здійснена.

Таблиця 1. Характеристика флюсів досліджених у роботі

Марки флюсів	$t_{\text{длв}}, ^\circ\text{C}$	Розмір гранул, мм	Ступінь закристалізованості, %	Склад фази	Вміст фази, об. %	Структура фази	Загальна структурна характеристика флюсу
АНФ-1	1400	0,3...1,5	100	CaF ₂ Невизначена фаза	90 10	Кристалічна --	Полікристалічна
АНФ-6	1420	0,2...2,0	70	CaF ₂ Скло 3CaO·Al ₂ O ₃ CaO·6Al ₂ O ₃ Невизначена фаза	40	Кристалічна	Кристали і скло
					—	—	
					20	Рентгено-аморфна	
					7	--	
АНФ-29	1200	0,3...3,0	70	CaF ₂ Скло Невизначена фаза	—	Кристалічна	Ситал
					—	Рентгеноаморфна	
АНФ-291	1440	0,3...3,0	75	5CaO·3Al ₂ O ₃ Скло MgO·Al ₂ O ₃ MgO·CaF ₂ CaO·6Al ₂ O ₃	35	Рентгеноаморфна	Ситал
					25	—	
					20	Рентгеноаморфна	
					10	Кристалічна	
					7	Рентгеноаморфна	

Для всіх досліджуваних у роботі флюсів загальними є піки, що відповідають температурам близько 60...100 і 160...180 °С. На частку відповідних форм води в загальній припадає від 3 до 10 % водню, що виділяється з флюсів (рисунок). Вважається, що наявні піки відповідають капілярно (піки за 60...100 °С) і поверхнево (піки за 160...180 °С) адсорбованій воді. Таким чином, вода, що присутня у флюсах у цих формах, видаляється вже за низьких температур прожарювання. З даних табл. 1 очевидно, що вже за 200 °С вода видаляється з флюсів досить швидко, а за 230...300 °С спостерігається практично повне її видалення і тому адсорбована вода не може в значних кількостях переходити в розплав в разі розплавлювання флюсів перед плавкою. Видалення адсорбованої води в разі прожарювання флюсів не може супроводжуватися процесами пірогідролізу фторидів і пов'язаних з цим втратами флюсами фтору, оскільки протікання процесів пірогідролізу вимагає відносно високих температур [3].

Експериментальна перевірка цих припущень була підтверджена спеціальними дослідженнями. Для цього для однієї й тієї ж фракції обраних партій флюсів різних марок були, за прийнятою методикою, отримані криві термокінетичної десорбції з них водню для двох випадків – у звичайному стані (свіжих промислових флюсів) та повторно гідратованих флюсів після попередньої їх повної термічної дегазації. Попередню дегазацію флюсів в останньому випадку проводили в потоці висушеного газу-носія (азоту) протягом 1 год. Охолодження дегазованих флюсів до кімнатної температури здійснювалось також в потоці газу-носія без розгерметизації установки. Для повторної гідратації дегазованих флюсів останні розміщувались на 60 годин в спеціальні скляні бокси, в яких підтримувалась 100 % вологість повітря за кімнатної температури.

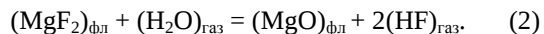
Співставлення кривих 1 з кривими 2, зображеними на рисунку для всіх дослідних марок флюсів ЕШП, дозволяє зробити висновок, що виділення розчинених в фазових складових флюсу воденьвмісних газів спо-

стерігається в області температур від 700 до 1100 °С. В даному випадку відносно легко (за 700 °С) водень виділяється з флюсу АНФ-6, а з найбільшими труднощами з флюсу марки АНФ-29 (за 1100 °С). Отриманий результат (див. рис.1) експериментально підтверджує висловлене раніше припущення, що найбільшій термічній активації потребують процеси видалення з промислових гранульованих флюсів розчиненої частини воденьвмісних сполук водню, що міститься в них. Саме ця стадія в багатостадійному процесі виявляється лімітуючою в випадку термічної дегазації фторидно-оксидних флюсів. Повноту видалення розчиненого в флюсах водню в значній мірі в цьому випадку буде визначати рівень початкової наводненості розплавленого в кристалізаторі флюсу в варіантах ЕШП з твердим стартом.

Ступінь десорбції водню з фторидно-оксидних флюсів ЕШП за різних температур прожарювання в проточній осушеній атмосфері азоту (за $P_{N_2} \approx 0,1$ МПа) визначена в цій роботі також методом ізотермічних витримок флюсів, які дегазуються. Флюси в цій серії дослідів використовувалися без попереднього їх розсіву, тобто звичайного гранулометричного складу. Результати цієї серії дослідів наведені в таблиці 2. Дані табл. 2 мають безпосереднє практичне значення – з їх допомогою для п'яти найбільш широко застосованих в промисловості електрошлакових флюсів для заданих температур можуть бути визначені граничні значення ступеню термічної десорбції водню з них при прожарюванні в висушеній проточній атмосфері.

Відзначено, що проведення прожарювання флюсів на відкритому повітрі не забезпечує наведених в табл. 2 рівнів їх дегазації внаслідок взаємодії флюсів з водною парю. Останні можуть обмежувати межу десорбції водню в них навіть за порівняно високих температур через можливості появи у флюсах суттєвої залишкової наводненості, пов'язаної з термодинамічною розчинністю H₂O та HF в твердих кристалічних та склоподібних фазах фторидно-оксидних флюсів [1, 3].

На можливість існування у флюсах, які прожарені на повітрі, залишку наводненості вказують прямі вказівки в дослідженні [3] Крім того, в разі прожарювання флюсів у вологому повітрі за температур вищих 500 °С отримують значний розвиток процеси їх пірогідролізу за схемами:



В разі прожарювання флюсів, пірогідроліз може призвести до значної втрати в них фторидів (~ на 2 – 10 мас. %), що, безсумнівно, погіршує економічні та екологічні показники всього технологічного процесу переплаву металу. З врахуванням відмічених обставин можна визнати доцільним проведення термічної дегазації флюсів в осушених проточних чи циркуляційних нейтральних газових середовищах або у вакуумі.

Таблиця 1. Характеристика флюсів досліджених у роботі

Марки флюсів	t _{лікв} , °С	Розмір гранул, мм	Ступінь закристалізованості, %	Склад фази	Вміст фази, об. %	Структура фази	Загальна структурна характеристика флюсу
АНФ-1	1400	0,3...1,5	100	CaF ₂ Невизначена фаза	90 10	Кристалічна -“-	Полікристалічна
АНФ-6	1420	0,2...2,0	70	CaF ₂ Скло 3CaO·Al ₂ O ₃ CaO·6Al ₂ O ₃ Невизначена фаза	40	Кристалічна	Кристали і скло
					—	—	
					20	Рентгено-аморфна	
					7	-“-	
АНФ-29	1200	0,3...3,0	70	CaF ₂ Скло Невизначена фаза	—	Кристалічна	Ситал
					—	—	
					—	Рентгеноаморфна	
АНФ-291	1440	0,3...3,0	75	5CaO·3Al ₂ O ₃ Скло MgO·Al ₂ O ₃ MgO·CaF ₂ CaO·6Al ₂ O ₃	35	Рентгеноаморфна	Ситал
					25	—	
					20	Рентгеноаморфна	
					10	Кристалічна	
					7	Рентгеноаморфна	

Проте, в деяких випадках можливе виключення попереднього прожарювання флюсів. Для обробки сталей, що мають підвищену схильність до утворення водневих тріщин, можуть бути використані лише ті флюси, що попередньо розсіяні на окремі фракції, вміст водню в яких достатньо низький. Фракції з підвищеною наводненістю можуть використовуватися також без попереднього прожарювання для роботи з більш стійкими до водню металами, (наприклад, з аустенітними нержавіючими сталями). Такий селективний підхід до використання гранульованих промислових флюсів може бути розширений і шляхом окремого використання різних партій флюсу однієї й тієї ж марки, коливання в наводненості яких також великі [1]. Для сортування різних партій та фракцій флюсів за ступенем їх наводненості необхідна лише додаткова організація аналізу флюсів на вміст в них водню.

Висновки. Показано, що термічна дегазація промислових гранульованих флюсів в режимі безперервного підвищення температури являє собою послідовний ряд стадій термічної дегазації різних форм існування в них водню. У відповідності до вимоги забезпечення повної десорбції водню з фторидно-оксидних флюсів ЕШП лімітуючою стадією процесу термічної дегазації виявляється остання стадія. Цій стадії відповідає область максимальних температур дегазації

(рисунок). Встановлено, що в цій області температур, визначеній для кожної марки флюсу, з флюсів виділяються розчинені в них воденьвмісні гази. З врахуванням термодинамічних особливостей розчинення водню в фторидно-оксидних розплавах і з урахуванням особливостей промислової технології виплавки та грануляції флюсів ЕШП з останніх повинні виділятися в разі термічної десорбції, в основному, такі воденьвмісні гази, як H₂O, HF та H₂.

Таким чином, вивчення кінетики термічної десорбції водню із гранул різних розмірів виявило, що відносний розподіл водню за різними формами його існування (кристалоїдрати, гідроксиди і розчинений) для даної марки флюсу приблизно однаковий у всіх фракціях.

Показано, що розчинені у фазових складових флюсів воденьвмісні гази виділяються з них в області температур вищих ніж 700 °С. Встановлено, що лімітуючим етапом багатостадійного процесу термічної дегазації фторидно-оксидних флюсів виявляється десорбція розчинених воденьвмісних газів з кристалічних і склоподібних фаз гранул. За допомогою кінетичних кривих дегазації в ізотермічному режимі інтервалу 900...1200 °С для флюсів п'яти різних марок визначено ступінь десорбції водню за різних темпера-

ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Брем В.В. Фізико-хімічні властивості наплавлених флюсів: монографія / В.В. Брем, В.Я. Кожухар, Ю.М. Спутатов. – Одеса: Екологія, 2005. – 108 с.
Brem V.V. Fiziko-himichni vlastivosti naplavlenih flyusiv: monografiya [Physico-chemical properties of deposited fluxes: monograph] / V.V. Brem, V. J. Kozhukhar, Y.M. Yeputatov. – Odessa: Ecology, 2005. – 108 p.
2. Кожухарь В.Я. Влияние химического состава фторидно-оксидных флюсов на склонность к образованию водородных трещин в сталях / В.Я. Кожухарь, С.Л. Савич, В.В. Брем // Тр. ученых Одес. политехн. ун-та, 2000. – № 10. – с. 196-200.
Kozhukhar V.Ya. Vliyanie himicheskogo sostava ftoridno-oksidsnyh flyusov na sklonnost k obrazovaniyu vodorodnykh
- treschin v stalyah [Effect of chemical composition of the fluoride-oxide fluxes on the propensity to form hydrogen cracks in steels] / V.Ya. Kozhukhar, S.L. Savich, V.V. Brem // Tr. uchenykh Odes. politehn. un-ta, 2000. – # 10. – s. 196-200.*
3. Водород в процессах электрошлакового переплава сталей: монографія / [И.А. Новохатский, В.Я. Кожухарь, О.Н. Романов, В.В. Брем.] – Одесса: Астропринт, 1997. – 212 с.
Novohatskiy I.A. Vodorod v protsessah elektroshtakovogo pereplava staley: [monografiya] [Hydrogen in the process of electroslag remelting steels: [monograph]] / I.A. Novohatskiy, V.Ya. Kozhukhar, O.N. Romanov, V.V. Brem – Odessa: Astroprint, 1997. – 212 s.

Brem V.V., Kozhukhar V.Ya, Savich S.L., Buga S.P., Dmitrenko I.V.

Desorption of hydrogen from fluxes of fluoride-oxide systems

Abstract. Thermal decontamination of industrial granular fluxes in the mode of continuous rise of the temperature is a sequential series of stages of thermal degassing of different forms of existence of hydrogen in them. In accordance with the requirement of ensuring of full desorption of hydrogen from the fluoride-oxide fluxes of ESR the limiting stage of the process of thermal degassing is the last stage. This stage corresponds to the area of maximum temperature of degassing. It is established, that in this temperature range specified for each brand of flux, from the fluxes highlight dissolved in them hydrogen-containing gases. Taking into account the thermodynamic characteristics of dissolution of hydrogen in the fluoride-oxide melts and taking into account features of industrial technology of smelting and granulation of fluxes of ESR from the latter must be released during thermal desorption, mainly, such hydrogen-containing gases, as H₂O, HF, HCl and H₂. Investigation of kinetics of thermal dehydration and degassing of hydrogen-containing compounds from the granules of fluxes of different sizes have shown that the relative distribution of hydrogen of different forms of its existence (crystalline, hydroxides and dissolved hydrogen) for this brand is approximately the same for all factions. Dissolved in phase components of the fluxes hydrogen-containing gases produce at temperatures higher then 650...700 °C. The limiting stage of the multi-stage process of thermal degassing of the fluoride-oxide fluxes is the desorption of dissolved hydrogen-containing gases from crystalline and glassy phases of granules. With the help of the kinetic curves of thermal desorption of hydrogen in the isothermal mode for fluxes of different brands a degree of desorption of hydrogen at different temperatures was defined.

Keywords: hydrogen, electroslag remelting, flux, desorption, dehydration, hydration

Брем В.В., Кожухар В.Я., Савич С.Л., Буга С.П., Дмитренко И.В.

Десорбция водорода из флюсов фторидно-оксидных систем

Аннотация. Термическая дегазация промышленных гранулированных флюсов в режиме непрерывного подъема температуры представляет собой последовательный ряд стадий термической дегазации разных форм существования в них водорода. В соответствии с требованиями обеспечения полной десорбции водорода из фторидно-оксидных флюсов ЭСП лимитирующей стадией процесса термической дегазации оказывается последняя стадия. Этой стадии отвечает область максимальных температур дегазации. Установлено, что в этой области температур, определенной для каждой марки флюса, из флюсов выделяются растворенные в них водородосодержащие газы. С учетом термодинамических особенностей растворения водорода в фторидно-оксидных расплавах и с учетом особенностей промышленной технологии выплавки и грануляции флюсов ЭСП с последних должны выделяться при термической десорбции, в основном, такие водородосодержащие газы, как H₂O, HF, HCl и H₂. Исследование кинетики термической дегидратации и дегазации водородосодержащих соединений из гранул флюсов разных размеров показало, что относительное распределение водорода разных форм его существования (кристаллогидраты, гидрооксиды и растворенный водород) для данной марки приблизительно одинаков во всех фракциях. Растворенные у фазовых составляющих флюсов водородосодержащие газы выделяются в области температур выше за 650...700 °C. Лимитирующим этапом многостадийного процесса термической дегазации фторидно-оксидных флюсов является десорбция растворенных водородосодержащих газов из кристаллических и стекловидных фаз гранул. С помощью кинетических кривых термической десорбции водорода в изотермическом режиме для флюсов разных марок определена степень десорбции водорода при разных температурах.

Ключевые слова: водород, электрошлаковый переплав, флюс, десорбция, дегидратация, гидратация

Ерайзер Л.М., Іванченко Л.В.

Галургійне перероблення полімінеральних калійних руд в метод сульфатного вилуговування оборотними розчинами на основі шеніту

Ерайзер Леонід Миколайович, доктор технічних наук, професор
Іванченко Лілія Василівна, кандидат технічних наук, старший викладач
Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, Україна

Анотація. Полімінеральні руди (ПМР) Прикарпаття, що містять у своєму складі більше двох десятків мінералів і які належать до системи $K^+, Na^+, Mg^{2+} || SO_4^{2-}, Cl^-, H_2O$, служать сировиною для виробництва калійних добрив та інших цінних продуктів. За існуючої технології вилуговування калієвмісних мінералів з подрібненої руди ведуть селективно оборотними розчинами, насиченими за натрію хлоридом. Основна маса галіта при цьому залишається у відвалі і виводиться разом з пісько-глинистою фракцією і важкорозчинними калієвмісними мінералами (лангбейніт та ін.) з процесу. Це призводить до втрати цінної сировини і створює екологічні проблеми, пов'язані з утворенням багатотоннажних відходів. У цьому зв'язку важливим і актуальним завданням є розроблення нових технічних рішень для здійснення комплексного безвідходного перероблення ПМР. До них відноситься спосіб вилуговування руди сульфатними розчинами. На відміну від традиційної технології хлоридного вилуговування в ньому здійснюється витяг з руди усіх розчинних мінералів в тому числі і галіту. Одержаний розсіл переробляють на калійні добрива, кухонну сіль і магнезію хлорид за звичайною технологією. Відвальний кек, що залишився, містить пісько-глинисту фракцію і калійні мінерали, які не розчинилися, та служить калійним добривом пролонгованої дії з мікроелементами. Тим самим утилізуються всі компоненти руди. За результатами проведених досліджень на сольовій, водній та натронній проекціях названої системи побудована робоча діаграма процесу, яка відображає специфіку сульфатного вилуговування руди розчинами шеніту і розширює уявлення про метрику фізико-хімічних діаграм. Розроблено технологічну схему модернізації головного реакторного процесу з максимальним використанням наявного обладнання, яка придатна також для перероблення накопичених галіто-лангбейнітових відвалів.

Ключові слова: полімінеральні руди, калійні добрива, сульфатне вилуговування, фізико-хімічні діаграми

Вступ. Основним технічним рішенням існуючої технології перероблення ПМР є галургійний метод у поєднанні з допоміжним – флотаційним методом за так званою комбінованою схемою [6]. Головний реакторний процес – вилуговування калієвмісних мінералів з попередньо подрібненої сировини – здійснюють вибірково з таким розрахунком, щоб залишити основну масу галіту у відвалі і вивести його разом з пісько-мулистогою фракцією з системи в початковій стадії перероблення руди. З цієї метою вилуговування ведуть оборотними розчинами, насиченими натрію хлоридом. Одержаний концентрований луг після освітлення від глинистого шламу піддають селективній кристалізації, чергуючи процеси випаровування-охладження, і одержують товарні продукти – калію сульфат, калімагнезію, харчову та технічну кухонну сіль, розчин магнезію хлориду для електролізу та ін.

Ступінь вилучення корисних компонентів з руди в луги за існуючою технологією невеликий і зазвичай не перевищує 50...60 %. Значна частина калію залишається у вигляді важкорозчинного мінералу лангбейніту і практично нерозчинного полігаліту у відвалі разом з галітом. Флотація відвалу, що передбачена в комбінованому способі [6] і призначена для вилучення з нього калієвмісних компонентів і повернення їх в галургійну частину технологічної схеми, на практиці виявилася неефективною і тому була виведена з експлуатації. Подальше продовження виробництва калімагнезії за галургійною схемою без флотаційної частини призвело до накопичення сотень тисяч тонн галіто-лангбейнітових залишків (ГЛЗ). Це в свою чергу призвело не тільки до втрат цінної сировини, але й потенційно небезпечно з екологічного погляду.

Мета. У зв'язку з викладеним, важливим і актуальним завданням є розроблення та впровадження нових технічних рішень, що дають змогу здійснювати безвідходне перероблення руди. До них відноситься спосіб сульфатного вилуговування, вперше запропонований

в роботі [1] та апробований нами раніше [4]. На відміну від традиційної технології хлоридного вилуговування в ньому здійснюється вилучення з руди усіх розчинних мінералів, в тому числі і галіту. Це досягається завдяки принципово іншій організації головного реакторного процесу. Метою цієї роботи є теоретичне обґрунтування і подальший розвиток методу сульфатного вилуговування з урахуванням досвіду експлуатації існуючої технологічної схеми.

Матеріали та методи. Процес сульфатного вилуговування (рис. 1) включає дві основні стадії: власне вилуговування руди оборотними сульфатними розчинами і стадію регенерації сульфатного розчину.

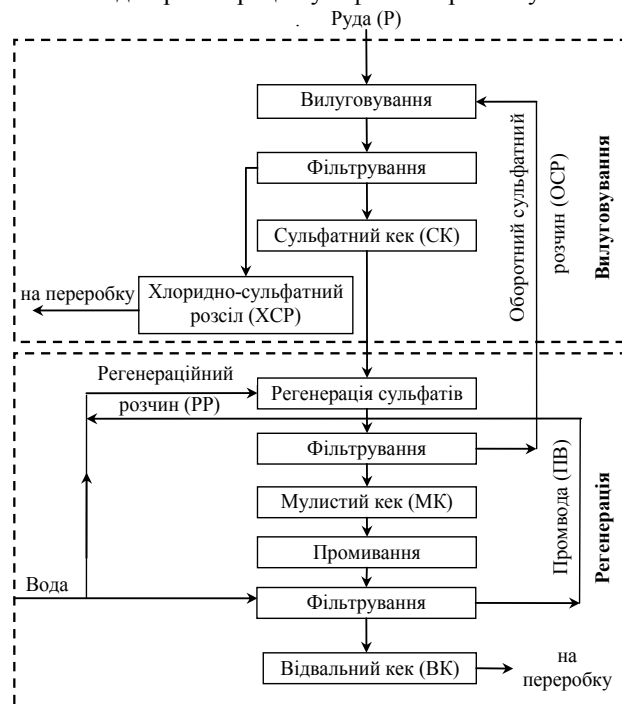
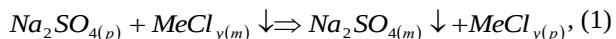


Рис. 1. Принципова схема сульфатного вилуговування

У свою чергу кожна стадія складається з однотипних операцій перероблення відповідних суспензій та їх розділення. У первісних дослідженнях на вилугування руди подавали насичені розчини натрію сульфату [1, 4]. Під час вилугування перебігає конверсійний процес – перехід в розчин хлоридів, який супроводжується випаданням в осад натрію сульфату, оскільки в присутності хлор-іону розчинність його пригнічується за будь-якої комбінації іонів натрію, калію, магнію:



де $Me - Na^+, K^+, Mg^{2+}$.

Разом з натрію сульфатом осаджуються дрібнодисперсні глинисті та мулисті частинки, які стають центрами кристалізації, що полегшує розділення технологічних суспензій. Відфільтрований чистий розсіл відводять з головного циклу та переробляють в товарні продукти за звичайною технологією. Залишок на фільтрі – сульфатний кек – двічі послідовно обробляють балансовою кількістю води для регенерації оборотного сульфатного розчину і направляють на вилугування нових порцій руди. Відмитий мулистий кек виводять з процесу у вигляді відвального кека. Останній містить невилучені з руди важкорозчинні калієвмісні мінерали, але не містить галіту, і може служити безхлоридним калійно-магнієвим добривом.

Недоліком первісного способу [1] є необхідність доставляння ззовні натрію сульфату для запускання технологічного процесу. Наступним його розвитком став пошук інших сульфатних розчинів, які можливо було би одержувати на місці з продуктів перероблення руди. З цією метою було проведено аналогічні дослідження сульфатних розчинів на основі шеніту (калімагнезії).

Суть експериментального метода досліджень, детально описаного раніше [3, 4] полягає в тому, що неперервний процес (рис. 1) був заміщений адекватною сукупністю зв'язаних між собою окремих циклів, що слідує один за одним. Така модель дала змогу вивчити особливості процесу і одержати повне уявлення про всі його етапи – від пуску через перехідний період до виходу на стаціонарний безперервний режим.

У дослідженнях використовували розмолоту руду ($d \leq 3$ мм) такого іонного складу: K^+ – 10,46 %; Mg^{2+} – 4,40 %; Ca^{2+} – 0,48 %; Na^+ – 13,91 %; SO_4^{2-} – 24,61 %; Cl^- – 26,46 %; H_2O – 10,04 %; нерозчинний залишок (н.з.) – 9,64 %. Калієвмісні мінерали в ній представлені в основному каїнітом, лангбейнітом та сильвіном. Для пуску процесу в першому циклі на вилугування подавали насичений розчин шеніту, узятий в нормі 120 % від стехіометричної кількості, розрахованої за рівнянням (1). Тривалість вилугування в кожному циклі становила 30 хв. за температури 70 °С. На регенерацію сульфатного розчину спочатку подавали також явний надлишок води з розрахунку 1,3 мас. частини на 1 мас. частину руди. Причому, основну частину (60 %) цієї води подавали на стадію екстракції сульфатного кеку, решту (40 %) води використовували для відмивання залишків сульфатів з мулистого

того кеку перед видаленням відвального кеку. Після кожного циклу стандартними методами визначали іонний склад і масу хлоридно-сульфатного розсолу і відвального кеку, а також масу всіх фільтратів і залишків на фільтрі. У міру виходу на стаціонарний режим, який настає через 4...5 циклів, склад і маса потоків поступово змінювалися, після чого зберігалися стабільними, що свідчило про вихід на безперервний процес. За результатами аналізів стаціонарного режиму будували робочу діаграму для проведення на ній графоаналітичних розрахунків процесу.

Результати та їх обговорення. Для побудови робочої діаграми результати аналізу названих продуктів перераховували в еквівалент-індекси за методикою, прийнятою в існуючій технології перероблення руди [5], а саме – як відношення числа еквівалентів даного компонента до суми чисел еквівалентів калію і магнію:

$$x = \frac{E_{SO_4^{2-}}}{E_{2K^+} + E_{Mg^{2+}}}; \quad (1)$$

$$y = \frac{E_{Mg^{2+}}}{E_{2K^+} + E_{Mg^{2+}}}; \quad (2)$$

$$n = \frac{E_{Na^+}}{E_{2K^+} + E_{Mg^{2+}}}; \quad (3)$$

$$w = \frac{E_{H_2O}}{E_{2K^+} + E_{Mg^{2+}}}. \quad (4)$$

де x , y , n та w – еквівалент-індекси іонів SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Na^+ та води.

Потім на сольову ($x - y$), водну ($x - w$) та натронну ($x - n$) проекції (рис. 2) діаграми системи $K^+, Na^+, Mg^{2+} \parallel SO_4^{2-}, Cl^-, H_2O$ завдали фігуративні точки продуктів, які брали участь у процесі (затушовані). Їх позначення розшифровані на принциповій схемі (рис. 1). Попередньо був складений граф, що відображає взаємозв'язок стадій процесу (рис. 3). Дуги графа відповідають матеріальним потокам, кожна вершина – стадіям змішування-розподілу продуктів, які входять до вершин графа і виходять з них. Поєднавши попарно в кожній проекції робочої діаграми (рис. 2) фігуративні точки відповідних вхідних і вихідних потоків (правило з'єднувальної прямої), визначасмо фігуративні точки їх перетинів 1, 2, 3, 4 (незатушовані), які є аналогами вершин графа, що відповідають основним стадіям процесу на схемі (рис. 1).

При цьому необхідно мати на увазі такі особливості цієї робочої діаграми. Як видно з рис. 2, основні побудови робочого процесу на сольовій проекції виходять за межі квадратної діаграми. Це пояснюється тим, що значення еквівалент-індексів розраховано згідно формальному їх визначенню за формулами (1...4), як це прийнято в технології хлоридного вилугування [2, 5], і відображають специфіку сульфатного вилугування в умовах надмірного вмісту сульфат-іона практично на всіх стадіях. Проте, для сольової і натронної проекцій залишаються справедливими обидва правила – і правило з'єднувальної прямої і правило важеля.

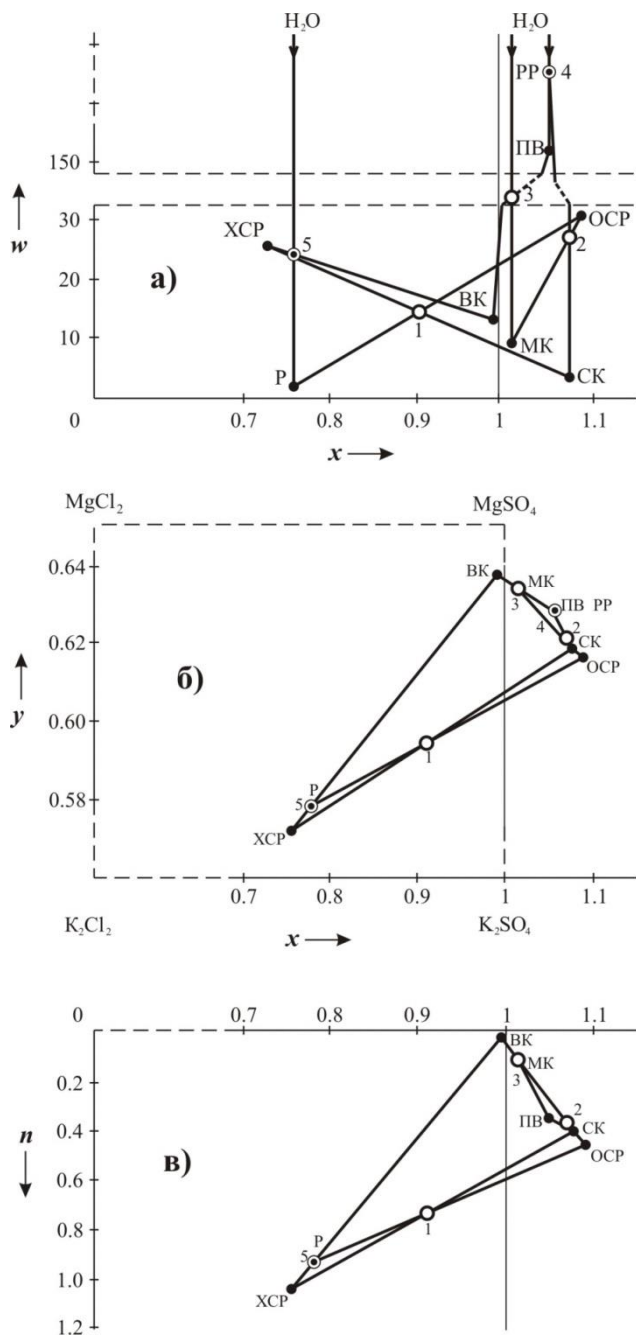


Рис. 2. Робоча діаграма процесу вилугування руди оборотним розчином на основі шеніту: а – водна проекція; б – сольова проекція; в – натронна проекція

Кажуть, що такі діаграми мають повну баріцентричність [5].

Точка 5 на діаграмі (на графі, рис. 3 відсутня) характеризує сумарний процес вилугування, що поєднує всі стадії (оконтурені пунктиром). У підсумку він полягає у розчиненні руди балансовою кількістю води, що подається в процес, з утворенням продуктів вилугування – хлоридно-сульфатного розсолу (ХСР) і відвального кеку (ВК). Знаючи координати кінцевих точок з'єднувальних відрізків і координати

точок перетину, що лежать між ними, можна тепер, користуючись правилом важеля (центру ваги), вирішувати найрізноманітніші технологічні завдання.

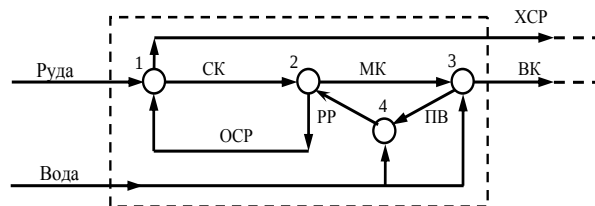


Рис. 3. Повний граф процесу вилугування руди оборотним розчином на основі шеніту

Ефективність сульфатного вилугування в цілому, як головного процесу комплексного перероблення руди оцінювали, виходячи з показників хлоридно-сульфатного розсолу і відвального кеку – тих напівпродуктів, які підлягають подальшому переробленню в цільові продукти. Основний показник – коефіцієнт вилучення – розраховували як відношення маси даного компонента в хлоридно-сульфатному розчині до його маси у вихідній руді. Для калію і магнію він становить відповідно 90 і 88 %. Настільки високі значення коефіцієнтів вилучення корисних компонентів порівняно з традиційною технологією хлоридного вилугування пояснюються, мабуть, більш високою розчинювальною ємністю сульфатного розчину і збільшенням поверхні розділу фаз внаслідок розсіпання зерен руди в процесі сульфатного вилугування на дрібніші кристали окремих мінералів, що спостерігалось експериментально. Коефіцієнти вилучення іонів хлору і натрію в розсіл ще вище і наближаються до 100 %, що підтверджується практично повною їх відсутністю в твердому залишку – відвальному кеку (див. табл. 1). Другий напівпродукт – відвальний кек – містить до 13 % K₂O від його кількості в руді у вигляді важкорозчинних калійних мінералів і піщово-мулистий залишок, який містить мікроелементи.

На водній проекції (рис. 2.а) фігуративна точка води (100 % H₂O) видалена в нескінченність. Тому для процесів, пов'язаних з використанням чистої води, таких, як промивання шламу, приготування регенераційного розчину і сумарний процес вилугування – для цих процесів залишається справедливим тільки правило з'єднувальної прямої (з'єднувальні паралельні осі w), правило важеля тут незастосовно. Тобто стосовно трьох названих процесів водна проекція має часткову баріцентричність.

Використовуючи результати експериментальних досліджень і робочу діаграму, був проведений графо-аналітичний розрахунок маси та іонного складу продуктів вилугування руди оборотним розчином на основі шеніту, який зведено в табл. 1. Розрахунки виконано на 100 т руди.

Таблиця 1. Маса та склад продуктів вилугування руди оборотним розчином на основі шеніту

Найменування продукту	Маса, т	Склад, $\frac{T}{\%}$							
		K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ O	н.о.
Руда (Р)	100,0	10,46	4,40	0,48	13,91	26,46	24,61	10,04	9,64
		10,46	4,40	0,48	13,91	26,46	24,61	10,04	9,64
Оборотний сульфатний розчин (ОСР)	189,2	7,54	3,72	–	5,35	6,58	26,27	139,74	–
		3,99	1,97	–	2,83	3,48	13,89	73,84	–
Хлоридно-сульфатний розсіл (ХСР)	205,0	9,42	3,84	–	13,88	26,44	19,96	131,46	–
		4,60	1,87	–	6,77	12,90	9,74	64,12	–
Сульфатний кек (СК)	84,2	8,58	4,28	0,48	5,38	6,60	30,92	18,32	9,64
		10,19	5,08	0,57	6,39	7,84	36,72	21,76	11,45
Мулистий кек (МК)	28,6	1,54	0,82	0,48	0,29	0,36	6,39	9,08	9,64
		5,38	2,87	1,68	1,01	1,26	22,34	31,75	33,71
Відвальний кек (ВК)	25,0	1,04	0,56	0,48	0,03	0,02	4,65	8,58	9,64
		4,16	2,24	1,92	0,12	0,08	18,60	34,32	38,56
Промивна вода (ПВ)	53,6	0,50	0,26	–	0,26	0,34	1,74	50,50	–
		0,93	0,49	–	0,49	0,63	3,25	94,21	–

Висновки. Результати експериментальних і графо-аналітичних досліджень сульфатного методу вилугування свідчать про можливість організації комплексного безвідходного перероблення полімінеральної руди. Відповідно до розробленої схеми [6] одержаний в процесі вилугування хлоридно-сульфатний розсіл переробляють в товарні продукти за звичайною галузгійною технологією з максимальним використанням існуючого устаткування. Відвальний кек після грану-

лювання і сушіння стає безхлоридним калійним добривом пролонгованої дії з мікроелементами. Ця схема придатна також для утилізації накопичених багатотоннажних галіто-лангбейнітових відвалів.

Впровадження способу сульфатного вилугування дасть змогу не тільки поліпшити техніко-економічні показники виробництва, але і вирішити екологічні проблеми галузгійного перероблення полімінеральної руди.

ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. А.с. 608762 СССР, МКЛ С 01 D 5/06. Способ растворения полиминеральной хлоридно-сульфатной калийной руды / О.Д. Лях, Л.В. Писарев, А.П. Рубель. (СССР). – № 2033803/23 – 26; заявл. 17.06.74; опубл. 30.05.78, Бюл. № 20. А.с. 608762 SSSR, MKL S 01 D 5/06. Spособ rastvoreniya polimineralnoy hloridno-sulfatnoy kaliynoy rudy [Method of the dissolution of polymineral chloride-sulphate potash ore] / O.D. Lyah, L.V. Pisarev, A.P. Rubel. (SSSR). – # 2033803/23 – 26; zayavl. 17.06.74; opubl. 30.05.78, Byul. # 20.
2. Грабовенко В.А. Производство бесхлорных калийных удобрений / В.А. Грабовенко – Л.: Химия, 1980. – 256 с. Grabovenko V.A. Proizvodstvo beshlornyih kaliyniyh udobreniy [Production of chlorine-free potash fertilizers] / V.A. Grabovenko – L.: Himiya, 1980. – 256 s.
3. Ерайзер Л.М. Безвідхідна переробка калійних руд Прикарпаття та утилізація відходів / Л.М. Ерайзер, Л.В. Іванченко // Сучасні проблеми нано-, енерго- та ресурсозберігаючих і екологічно орієнтованих технологій: міжнар. наук.-техн. конф.: тези допов. – Харків. – 2010. – С. 282. Erayzer L.M. Bezvidhidna pererobka kaliynih rud Prikarpatya ta utilizatsiya vidhodiv [Waste-free processing of potash ores of Carpathians and utilization of waste] / L.M. Erayzer, L.V. Ivanchenko // Suchasni problemi nano-, energo- ta resursozberigayuchih i ekologichno orientovanih tehnologiy: mizhnar. nauk.-tehn. konf.: tezi dopov. – Harkiv. – 2010. – S. 282.
4. Іванченко Л.В. Новый способ выщелачивания полиминеральных руд Прикарпаття насыщенным сульфатным раствором / Л.В. Іванченко, О.Д. Лях, Л.Н. Эрайзер // Труды Одесского политехнического университета. – Одесса. – 1998. – Вып. 1 (5). – С. 261-263. Ivanchenko L.V. Novyyi sposob vyischelachivaniya polimineralnyih rud Prikarpatya nasyischennyim sulfatnym rastvorom [New method of leaching of the polymineral ores of Carpathians by the saturated sulphate solution] / L.V. Ivanchenko, O.D. Lyah, L.N. Erayzer // Trudy Odesskogo politehnicheskogo universiteta. – Odessa. – 1998. – Vyip. 1 (5). – S. 261-263.
5. Кашкаров О.Д. Технология калийных удобрений / О.Д. Кашкаров, М.Д. Соколов – Л.: Химия, 1978. – 248 с. Kashkarov O.D. Tehnologiya kaliyniyh udobreniy [Technology of potash fertilizers] / O.D. Kashkarov, M.D. Sokolov – L.: Himiya, 1978. – 248 s.
6. Лунькова Ю.Н. Производство концентрированных калийных удобрений из полиминеральных руд / Ю.Н. Лунькова, Н.В. Хабер. – К.: Техника, 1980. – 158 с. Lunkova Yu.N. Proizvodstvo kontsentrirrovannyih kaliyniyh udobreniy iz polimineralnyih rud [Production of concentrated potash fertilizers from polymineral ores] / Yu.N. Lunkova, N.V. Haber. – K.: Tehnika, 1980. – 158 s.

Eraizer L.N., Ivanchenko L.V. Halurgical processing of potash polymineral ores by a method of sulfate leaching of circulating solutions based on shenit

Abstract. Polyminerale ores (PMO) of Prikarpatye containing in their composition over twenty minerals belonging to the system K⁺, Na⁺, Mg²⁺ || SO₄²⁻, Cl⁻, H₂O, are the raw material for the production of potash and other valuable products. By the existing technology the leaching of potassium-containing minerals from the crushed ore lead selectively by circulating solutions saturated

in sodium chloride. The bulk of halite, however, remains in a heap and outputs together with gravel - clay fraction and sparingly soluble potassium-containing minerals (langbeinite, etc.) from the process. This leads to loss of valuable raw materials and creates environmental problems associated with the formation of waste tonnage. In this regard, an important and urgent task is to develop new technical solutions for the implementation of an integrated waste-free processing of the PMO. These include the method of ore leaching by a sulfate solutions. Unlike conventional technology of chlorine leaching in this method extraction from the ore of all soluble minerals including halite is carried. The resulting brine is processed to a potash, sodium chloride and magnesium chloride in the usual way. The remaining depleted cake containing gravel-clay fraction and insoluble potash minerals serves as a long-acting potash fertilizer with trace elements. By the same way all the components of the ore are disposed. By the results of studies on the salt, water and soda projections of called system was constructed a flow chart of the process that reflects specificity of sulfate ore leaching by the solutions of shenit and extends the knowledge of the physico-chemical metric charts. The technological scheme of modernization of the main reactor process with the maximum use of existing equipment, which is suitable for processing of the backlog halite-langbeynit dumps was developed.

Keywords: polymineral ores, potash fertilizers, sulphate leaching, physicochemical charts

Эрайзер Л.Н., Иванченко Л.В. Галургическая переработка полиминеральных калийных руд методом сульфатного выщелачивания оборотными растворами на основе шенита

Аннотация. Полиминеральные руды (ПМР) Прикарпатья, содержащие в своем составе более двух десятков минералов, относящихся к системе K^+ , Na^+ , $Mg^{2+} || SO_4^{2-}$, Cl^- , H_2O , служат сырьем для производства калийных удобрений и других ценных продуктов. По существующей технологии выщелачивание калийсодержащих минералов из измельченной руды ведут селективно оборотными растворами, насыщенными по хлориду натрия. Основная масса галита при этом остается в отвале и выводится вместе с песково-глинистой фракцией и труднорастворимыми калийсодержащими минералами (лангбейнит и др.) из процесса. Это приводит к потере ценного сырья и создает экологические проблемы, связанные с образованием многотоннажных отходов. В этой связи важной и актуальной задачей является разработка новых технических решений для осуществления комплексной безотходной переработки ПМР. К ним относится способ выщелачивания руды сульфатными растворами. В отличие от традиционной технологии хлоридного выщелачивания в нем осуществляется извлечение из руды всех растворимых минералов, в том числе и галита. Полученный рассол перерабатывают на калийные удобрения, поваренную соль и хлорид магния по обычной технологии. Оставшийся отвальный кек, содержащий песково-глинистую фракцию и нерастворившиеся калийные минералы, служит калийным удобрением пролонгированного действия с микроэлементами. Тем самым утилизируются все компоненты руды. По результатам проведенных исследований на солевой, водной и натронной проекциях названной системы построена рабочая диаграмма процесса, которая отображает специфику сульфатного выщелачивания руды растворами шенита и расширяет представления о метрике физико-химических диаграмм. Разработана технологическая схема модернизации головного реакторного процесса с максимальным использованием имеющегося оборудования, которая пригодна также для переработки накопившихся галито-лангбейнитовых отвалов.

Ключевые слова: полиминеральные руды, калийные удобрения, сульфатное выщелачивание, физико-химические диаграммы

PHYSICS

Пецько В., Міца О., Боркач Є.

Проектування просвітлюючих покриттів з невеликого числа шарів при падінні світла під кутом

Пецько Василь Іванович, аспірант

Міца Олександр Володимирович, кандидат технічних наук, доцент
кафедра кібернетики та прикладної математики

Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна

Боркач Євгеній Ілліч, кандидат фізико-математичних наук, доцент, проректор
Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці II, м. Берегово, Україна

Анотація. Розраховано оптимальні параметри одно-, два-, три- та чотиришарових однорідних просвітлюючих структур та проведено їх порівняльний аналіз.

Ключові слова: просвітлююче покриття, оптимізація структури, матричний метод

Вступ. Останнім часом помітно зріс інтерес до технічного застосування багат шарових інтерференційних систем і фільтрів оптичних структур, що викликало швидкий розвиток цієї галузі фізичної оптики, що стосується відбивання, пропускання і поглинання світла в одношарових або багат шарових тонкоплівкових системах. Оптичні багат шарові покриття використовуються в оптичних системах космічної техніки, оптичному приладобудуванні, інтегральній оптиці, рентгенівській та нейтронній спектроскопії, електродинаміці відкритих систем, при створенні генераторів і перетворювачів електромагнітного та інших випромінювань, в апаратурі контролю забруднення навколишнього середовища і т.д. Особливий інтерес викликають просвітлюючі оптичні покриття, зроблені з невеликого числа шарів [1-3].

Методи розрахунків. Для розрахунку спектральних характеристик оптичних багат шарових покриттів будемо використовувати матричний метод Абеле [3]. Цільову функцію багат шарового покриття представимо у вигляді [4]:

$$\Omega(\lambda_2 / \lambda_1) = \max_{\vec{n}, \vec{d}} F(\vec{n}, \vec{d}) = \max_{\vec{n}, \vec{d}} \left(\frac{1}{L} \sum_{i=1}^L T^2(\vec{n}, \vec{d}, \lambda_{(i)}) \right)^{1/2}, \quad (1)$$

де T – коефіцієнт пропускання, залежний від вектора значень показників заломлення $\vec{n} = (n_1, n_2, \dots, n_k)$, вектора значень геометричної товщини $\vec{d} = (d_1, d_2, \dots, d_k)$ та довжини хвилі λ , L – число точок сітки спектрального інтервала від λ_1 до λ_2 , при рівномірному його розподілі з кроком $\Delta\lambda$:

$$L = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\Delta\lambda} + 1. \quad (2)$$

При дослідженні вибирались значення $1.35 \leq n_j \leq 2.6$,

$$50 \text{ нм} \leq d_j \leq 750 \text{ нм} \quad (j = \overline{1, N}), N = 1, 2, 3, 4.$$

Результати та їх обговорення. Оптимізуємо параметри одно-, дво-, три- та чотиришарового покриття

на спектральному інтервалі від 200 до 700 нм при падінні світла під кутом $\theta_0 = 30^\circ$. В якості підкладки візьмемо скло з показником заломлення $n = 1,51$. За допомогою г-алгоритму [4], спочатку знаходимо оптимальні параметри функціоналу (1), а далі підбираємо показники заломлення реальних матеріалів, які найближче до отриманих теоретичних результатів. Після цього фіксуємо показники заломлення і оптимізуємо товщини шарів.

Розглянемо одношарове покриття, при падінні світла під кутом $\theta_0 = 30^\circ$. Після проведення обчислень для s-поляризації отримаємо оптичне покриття, для якого шар товщиною $d_1 = 74.945 \text{ нм}$ складається з матеріалу Na_3AlF_6 , показник заломлення якого $n_1 = 1,35$. Значення цільової функції (1) дорівнює 0,9740529. Причому при $\lambda = 376 \text{ нм}$ отримаємо максимум коефіцієнта пропускання $T_{\max} = 0,9854454$, а при $\lambda = 200 \text{ нм}$ отримаємо мінімум коефіцієнта пропускання $T_{\min} = 0,9420194$ (рис. 1).

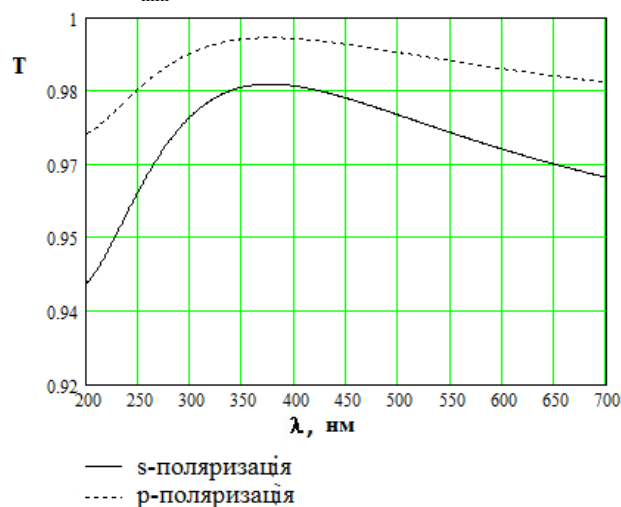


Рис. 1. Криві коефіцієнтів пропускання для одношарового покриття при кутові $\theta_0 = 30^\circ$.

Для р-поляризації при падінні світла була спроектована наступна одношарова оптична структура: для

шару взято Na_3AlF_6 з показником $n_1 = 1,35$ товщиною $d_1 = 74,645$. Значення цільової функції (1) дорівнює 0,9901028. Причому при $\lambda = 374$ нм отримуємо максимум коефіцієнта пропускання $T_{\max} = 0,9955420$, а при $\lambda = 200$ отримуємо мінімум коефіцієнта пропускання $T_{\min} = 0,9746879$. З рисунку 1 видно, що на всьому спектральному інтервалі для s-поляризації коефіцієнт пропускання спроектованих покриттів менше ніж для р-поляризації.

Розглянемо двошарове покриття, при падінні світла під кутом $\theta_0 = 30^\circ$. Після проведення обчислень для s-поляризації отримуємо оптичне покриття з наступною структурою: перший шар товщиною $d_1 = 145,254$ нм з матеріалу Al_2O_3 , показник заломлення якого $n_1 = 1,63$, другий – матеріал Na_3AlF_6 з показником заломлення $n_2 = 1,35$ та товщиною $d_2 = 73,413$ нм. Значення цільової функції (1) дорівнює 0,9773440. Причому при $\lambda = 334$ нм отримуємо максимум коефіцієнта пропускання $T_{\max} = 0,9974588$, а при $\lambda = 200$ нм отримуємо мінімум коефіцієнта пропускання $T_{\min} = 0,9281729$ (рис. 2).

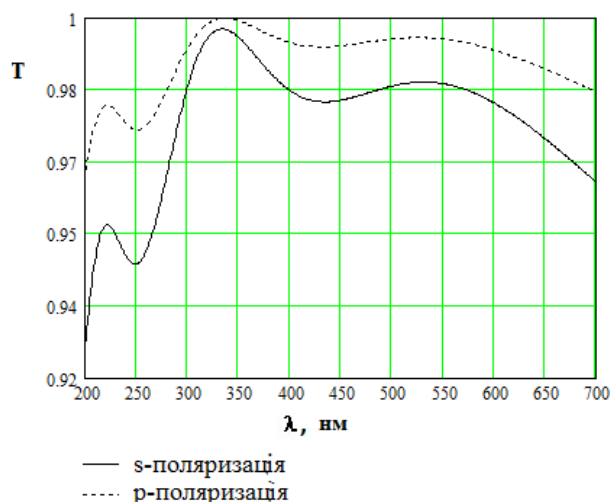


Рис. 2. Криві коефіцієнтів пропускання для двошарового покриття при кутові.

Для р-поляризації при падінні світла була спроектована наступна двошарова оптична структура. Для першого шару взято SiO_2 з показником заломлення $n_1 = 1,6$ товщиною $d_1 = 149,475$, для другого Na_3AlF_6 з показником $n_2 = 1,35$ товщиною $d_2 = 72,873$. Значення цільової функції (1) дорівнює 0,99105169. Причому при $\lambda = 336$ нм отримуємо максимум коефіцієнта пропускання $T_{\max} = 0,9994164$, а при $\lambda = 200$ отримуємо мінімум коефіцієнта пропускання $T_{\min} = 0,9685197$. З рисунку 2 видно, що на всьому спектральному інтервалі для р-поляризації коефіцієнт пропускання спроектованих покриттів більше ніж для s-поляризації.

Розглянемо тришарове покриття, при падінні світла під кутом $\theta_0 = 30^\circ$. Після проведення обчислень для s-поляризації отримуємо оптичне покриття з наступ-

ною структурою: перший шар – Al_2O_3 з показником заломлення $n_1 = 1,7$ товщиною $d_1 = 95,703$ нм, другий – матеріал SiO_2 з показником заломлення $n_2 = 1,6$ та товщиною $d_2 = 50,000$ нм, третій – Na_3AlF_6 з показником $n_3 = 1,35$ товщиною $d_3 = 68,719$. Значення цільової функції (1) дорівнює 0,9807555. Причому при $\lambda = 323$ нм отримуємо максимум коефіцієнта пропускання $T_{\max} = 0,9963507$, а при $\lambda = 200$ нм отримуємо мінімум коефіцієнта пропускання $T_{\min} = 0,93919162$ (рис. 3).

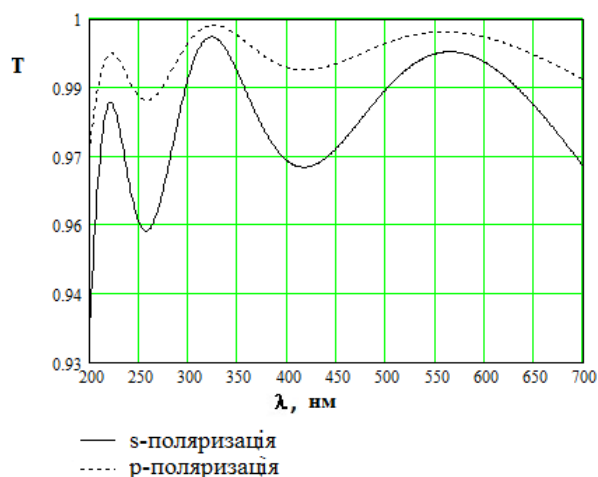


Рис. 3. Криві коефіцієнтів пропускання для тришарового покриття при кутові $\theta_0 = 30^\circ$.

Для р-поляризації при падінні світла під кутом $\theta_0 = 30^\circ$ була спроектована наступна тришарова оптична структура. Для першого шару взято Al_2O_3 з показником заломлення $n_1 = 1,65$ товщиною $d_1 = 100,410$, для другого PbTe з показником заломлення $n_2 = 1,57$ товщиною $d_2 = 50,000$, для третього Na_3AlF_6 з показником $n_3 = 1,35$ товщиною $d_3 = 68,788$. Значення цільової функції (1) дорівнює 0,9927670. Графік коефіцієнта пропускання для р-поляризації показано на рис. 3. Причому при $\lambda = 325$ нм отримуємо максимум коефіцієнта пропускання $T_{\max} = 0,9987641$, а при $\lambda = 200$ отримуємо мінімум коефіцієнта пропускання $T_{\min} = 0,9747135$. Так як і для одно- та двошарового покриття для тришарового на всьому спектральному інтервалі для s-поляризації коефіцієнт пропускання спроектованих покриттів менше ніж для р-поляризації.

Розглянемо чотиришарове покриття, при падінні світла під кутом $\theta_0 = 30^\circ$. Після проведення обчислень для s-поляризації отримуємо оптичне покриття з наступною структурою: перший шар – Al_2O_3 з показником заломлення $n_1 = 1,7$ товщиною $d_1 = 51,356$ нм, другий – матеріал HfO_2 з показником заломлення $n_2 = 1,98$ товщиною $d_2 = 80,122$ нм, третій – Al_2O_3 з показником заломлення $n_3 = 1,68$ товщиною $d_3 = 50,000$ нм, четвертий – Na_3AlF_6 з показником $n_4 = 1,35$ товщиною $d_4 = 65,022$. Значення цільової

функції (1) дорівнює 0,9861392. Причому при $\lambda = 602$ нм отримаємо максимум коефіцієнта пропускання $T_{\max} = 0,9984755$, а при $\lambda = 200$ нм отримаємо мінімум коефіцієнта пропускання $T_{\min} = 0,9382722$ (рис. 4).

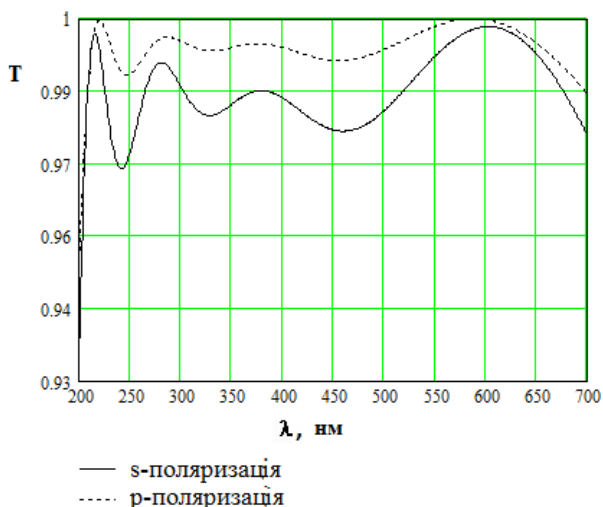


Рис. 4. Криві коефіцієнтів пропускання для чотиришарового покриття при куті $\theta_0 = 30^\circ$.

Розглянемо тришарове покриття, при падінні світла під кутом $\theta_0 = 30^\circ$. Після проведення обчислень для s-поляризації отримаємо оптичне покриття з наступною структурою: перший шар – Al_2O_3 з показником заломлення $n_1 = 1.7$ товщиною $d_1 = 95,703$ нм, другий – матеріал SiO_2 з показником заломлення $n_2 = 1.45$ товщиною $d_2 = 100$ нм, третій – матеріал Al_2O_3 з показником заломлення $n_3 = 1.7$ товщиною $d_3 = 95,703$ нм. Для р-поляризації при падінні світла під кутом $\theta_0 = 30^\circ$ була спроектована наступна чотиришарова оптична структура. Для першого шару взято Al_2O_3 з показником

заломлення $n_1 = 1.69$ товщиною $d_1 = 51,624$ нм, для другого HfO_2 з показником заломлення $n_2 = 1,98$ товщиною $d_2 = 83,505$ нм, для третього Al_2O_3 з показником заломлення $n_3 = 1.67$ товщиною $d_3 = 50,000$ нм, для четвертого Na_3AlF_6 з показником заломлення $n_4 = 1,35$ товщиною $d_4 = 63,733$ нм. Значення цільової функції (1) дорівнює 0,9943578. Графік коефіцієнта пропускання для р-поляризації показано на рис. 4. Причому при $\lambda = 587$ нм отримаємо максимум коефіцієнта пропускання $T_{\max} = 0,99999$, а при $\lambda = 200$ нм отримаємо мінімум коефіцієнта пропускання $T_{\min} = 0,9551313$. Отже, на всьому спектральному інтервалі для р-поляризації коефіцієнт пропускання спроектованих покриттів більше ніж для s-поляризації незалежно від кількості шарів.

Таблиця 1. Значення цільової функції при проектуванні

Кількість шарів	s-поляризація	p-поляризація
1	0,9740529	0,9901028
2	0,9773440	0,9910516
3	0,9807555	0,9927670
4	0,9861392	0,9943578

Для s- і р-поляризацій значення цільової функції представлено в (табл. 1).

Висновки. Для s- і р-поляризацій значення цільової функції зростає із збільшенням кількості шарів. Криві коефіцієнтів пропускання при збільшенні кількості шарів поводитьс'я більш рівномірніше для обох поляризацій. Отримані одно-, дво-, три- та чотиришарового покриття можна реалізувати і використовувати на практиці.

ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- Яковлев П.П. Проектирование интерференционных покрытий / П.П. Яковлев, Б.Б. Мешков – М.: Машиностроение, 1987. – 192 с.
Yakovlev P.P. *Proyektirovaniye interferentsionnykh pokrytiy [Designing interference coatings]* / P.P. Yakovlev, B.B. Meshkov – M.: Mashinostroyeniye, 1987. – 192 s.
- Путилин Э.С. Оптические покрытия. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 227 с.
Putilin E.S. *Opticheskiye pokrytiya. Uchebnoye posobiye. [Optical coatings. Textbook]* – SPb: SPbGU ITMO, 2010. – 227 s.
- Furman, Sh., Tikhonravov, A. Basics of Optics of Multilayer Systems, Atlantica Séguier Frontières, 1992, 242 p.
- Шор Н.З. Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложения. – Киев: Наукова думка, 1979. – 199 с.
Shor N.Z. *Metody minimizatsii nedifferentsiruyemykh funktsiy i ikh prilozheniya [Techniques to minimize the non-differentiable functions and their applications]*. – Kiyev: Naukova dumka, 1979. – 199 s.

Пецко В., Мица А., Боркач Е. Проектирование просветляющих покрытий из небольшого числа шаров при падении света под углом

Аннотация. Рассчитаны оптимальные параметры одно-, двух-, трех- и четырехслойных однородных просветляющих структур и проведен их сравнительный анализ.

Ключевые слова: просветляющее покрытие, оптимизация структуры, матричный метод

Petsko V., Mica O., Borkach E. Design of antireflection coatings of a small number of layers at the incidence of light in angle
Annotation. There was designed optimal parameters of one-, two-, tree- and four layered antireflective structure and comparison of their characteristics was done.

Keywords: antireflective coatings, optimization of structure, matrix method

Borkach E.I., Ivanitsky V.P., Kovtunenکو V.S. Amorphous state in the substance hierarchy classification

Borkach E.I., CSc in Physics, associated professor, vice-rector

II. Rákóczi Ferenc Transcarpathian Hungarian Institute, Beregovo, Ukraine

Ivanitsky V.P., Dr. Science in Physics, Prof., Uzhgorod National University, Uzhgorod, Ukraine

Kovtunenکو V.S. CSc in Physics, associated professor, Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

Abstract. It is justified that the amorphous state are such substances, which are realized in the solid area of the phase diagram. At the same time ordered or disordered by a particular physical parameter can be any aggregate state of matter. Therefore, solid state combines two large classes of substances: ordered solids (mostly crystals) and disordered solids (or amorphous). It is shown that the main parameters of this separation are the geometric characteristics of the spatial arrangement of the particles of matter among themselves, which defines a topological order of the solid. Thus, the terms "disordered" can be applied to any state of matter, and the term "amorphous" - only for solid systems.

Keywords: aggregate states, phase, amorphous materials

Intensive studies in the field of amorphous materials are being carried out now in growing scale. The interest in these studies is due, on the one hand, to a number of unique properties that favor their wide practical application. On the other hand, the studies of the disordered systems are a hot topic in view of the fundamental science. The problem of description of the physical properties of the disordered systems is still one of the most intriguing and not completely solved problems of the modern condensed state physics. The principal question of the above studies is correlation of the physical and chemical properties of the amorphous substances with their atomic structure. About ten different models and axiomatic approaches are available here, and this could not be justified taking into account the up-to-date successes in the amorphous state science.

It follows from the mentioned above that, when considering the general questions of the amorphous state of the substance, it is important to establish the hierarchy of different terms according to the attribute 'general – partial' and assign them a clear physical sense. Consider first the hierarchy of the terms used by the most of researchers dealing with the condensed state of the substance.

In accordance with the generally accepted classification, a certain substance in the fixed external conditions may have one of four aggregate states: solid, liquid, gaseous and plasma states. Each of the above states has its own region in the generalized phase diagram (fig. 1). The field of the solids having polymorph modifications can be divided into several subregions and each of them corresponds to a certain equilibrium or metastable phase of the substance (the α -, β - and γ -phases in fig. 1).

The principal criterion of the above division is the ratio e of the average kinetic energy of the structural particles to the potential energy of their interaction. Parameter e and, respectively, the realized aggregate state are determined by the physical conditions of the substance, mainly by the temperature T and the pressure p . Therefore, in the first approximation $e = e(p, T)$. For solids $e(p, T) \ll 1$ (in the ideal case $e(p, T) \rightarrow 0$), for liquids $e(p, T) \approx 1$, for gases and plasma $e(p, T) \gg 1$ (in the ideal case $e(p, T) \rightarrow \infty$). The motion of atoms and molecules in different aggregate states also differs significantly.

In particular, the structural particles of the substance in the gaseous state are not bound or are very weakly bound by mutual interaction forces and move slowly filling the whole volume. At the transition of gases into liquid the

translation movement of the structural particles extremely slows down, while the interparticle attractive forces increase resulting in the formation of quite strongly bound groups of atoms, i.e. short range order (SRO). The value $e(p, T) \approx 1$ for liquids means that the ordering potential energy of interaction of the structural particles and the disordering kinetic energy of the thermal motion of the structural particles have comparable values. Therefore, the motion of the structural particles in the liquid combines their continuous oscillations around the equilibrium positions and frequent leaps from one equilibrium position to another one. Each 'leap' occurs when the structural particle receives the activation energy sufficient for breaking its bounds with adjacent structural particles with the transition to the neighborhood of other structural particles. The typical leap frequencies for the low-molecular liquids reach $10^{11} - 10^{12} \text{ s}^{-1}$. Such specific character of the structural particles interaction and motion stipulate fluidity and almost continuous structural change of liquid with temperature of the system.

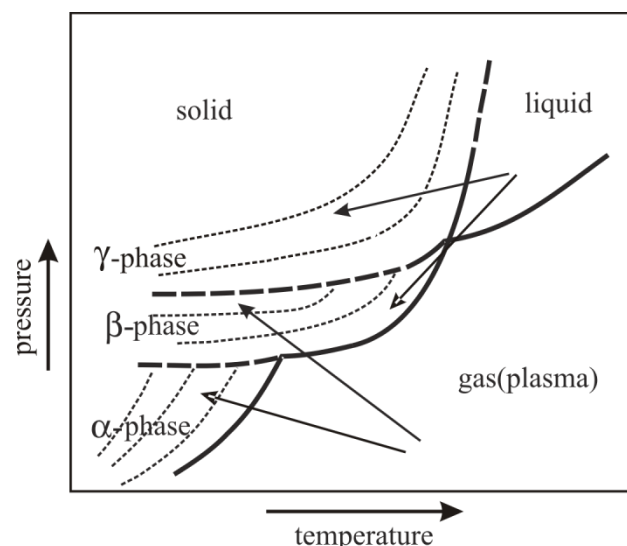


Fig. 1. Simplified phase diagram for a certain substance in the pressure-temperature coordinates (arrows indicate two basic types of transitions between the aggregate states used to produce amorphous materials)

In the solid, $e(p, T) \ll 1$ and, therefore, the motion of the structural particles occurs only in a form of the continuous oscillations around the equilibrium position. The leaps from one equilibrium position to another one occur

so rarely that in the ideal case could be neglected. As a result it is assumed that the atomic structure in solids is fixed and does not vary with temperature within the limits of occurrence of this phase.

Liquids and solids are much closer to each other according to their properties. This enables them to be combined into the same group of substances – the condensed media. The availability of a certain order in the locations of the structural particles with respect to each other due to quite close positioning and stronger interaction with each other is a distinctive feature of the condensed state of the substance. Dependent of the character of this order the liquid or solid could be classified as ordered or unordered condensed state.

The transition between the aggregate states is accompanied by a leap-like or continuous change of parameter $e(p, T)$ that reflects the character and dynamics of the change of intermolecular (interatomic, interionic) distances and corresponding interactions. At the same time, the other properties of the substance – free energy, entropy, density etc – are changed at the transition point. The following are the examples of the continuous processes: vitrification, glass transitions to the melted state with increasing pressure and temperature, liquid transitions to the gaseous state above the critical state.

The possibility of the continuous transitions and occurrence of the substances simultaneously possessing specific properties of different aggregate states (amorphous solids, liquid crystals, highly-elastic polymers etc) at first sight indicate some conventionality of differentiation of the substances according to their aggregate states. However, if one takes as a basis only the criterion $e(p, T)$ and the relevant character of motion of the structural particles, then any substance in the specific fixed conditions could be unambiguously related to the particular aggregate state.

In the modern condensed-state physics, the notion of the phase is being used more widely and is stricter than the notion of the aggregate state. At the same time, the notion of the aggregate state is wider than the notion of the phase, because for many materials there exist several stable and metastable phases both in the solid and in the liquid aggregate states. While at the transition from one aggregate state to another the parameter $e(p, T)$ changes significantly, the phase transition is accompanied by the transition from one aggregate state to another. If the parameter $e(p, T)$ does not change considerably, then the phase transition takes place within the limits of the same aggregate state, where several phases do exist.

It is often assumed from the standpoint of the thermodynamical phase with the account made for metastability that the amorphous substance is a super-cooled liquid. However, by definition, the phase is the equilibrium (or metastable) homogeneous state of the substance and the transitions between the phases are accompanied by the change of the physical properties. This means that consideration of the amorphous substances as the super-cooled liquids is related to the presence of the word 'metastable' in the definition of the thermodynamical phase. However, the solid state may also be metastable. Moreover, metastability (non-equilibrium) is more typical for the solid state than for the liquid, thus, from the viewpoint of definition of the thermodynamical phase, there are no serious grounds for the transition from the solid body to the su-

per-cooled liquid when defining the amorphous substances.

In accordance with the problem considered by us, the following moments are important. First, the most of the objects under study, which are called amorphous, have the parameter $e(p, T) \ll 1$ and demonstrate quite high thermal and time stability of the atomic structure. Second, the experimental data available now do not indicate the possibility of pointing out the additional aggregate states on the basis of the $e(p, T) \ll 1$ criterion. Third, the transition to the solid state is, in general case, possible both from the region of the aggregate state of the gas and from the liquid aggregate state (fig. 1). Fourth, the change of the external conditions of transition from one aggregate state to another one affects considerably the structure and the properties of the final substance produced. Simultaneous account of these moments, in our opinion, results in a clear conclusion: the amorphous substances are realized in the solid-state region of the phase diagram, i.e. they are attributed to the solid aggregate state. In this relation, for example, it makes no sense to treat the glass as the liquid, even the super-cooled one. The $e(p, T)$ criterion indicates clearly the necessity to relate the glass to the solid aggregate state [1]. Though by their structure the glasses are similar to liquids, by the interaction force and by the character of thermal movement of the structural particles they are typical solids. The lack of the translation movement of the structural particles and conservation of, primarily, their oscillations only around the equilibrium positions are common for both the crystalline and the amorphous states. In this case the main problem that stipulates the transition of the liquid to the ordered crystalline or unordered amorphous state is the character and the value of the strength of the chemical bonds between the structural particles.

Thus, different phases could be realized in the solid-body field of the phase diagram for specific substance dependent of the conditions of production of the above substance. In equilibrium conditions, this field is filled with the polymorph crystalline modifications, for example, the α -phase, β -phase and γ -phase (fig. 1). In the non-equilibrium or quasi-equilibrium synthesis conditions, the glassy, amorphous, nanostructural and other disordered phases occurring at the same temperatures and pressures as the crystalline ones may be realized in this field [2, 3, 4]. The occurrence of different unordered phases in fig. 1 is indicated by the bands separated by the dotted curves. As seen from figure 1, not only the crystalline but also the structurally unordered amorphous substances may correspond to the α -, β - and γ -phases [5].

The transition of available non-equilibrium unordered solid phases to the equilibrium ones is possible only in case of the discrete leap-like change of different parameters (volume, entropy, enthalpy etc.), i.e. due to the phase transitions of the first kind. The peculiarity of this transition is that after the completion of the above transition the final state of the substance is located at the same point of the p - T diagram as the initial one. These states differ by the character of the atomic network structure and by the degree of non-equilibrium. In Ref. [6], the possibility of the transitions from the ordered (crystalline) phase to the unordered (amorphous) phase with increasing pressure of the system is specified.

Another approach to classification of the substances based on their atomic and molecular structure [2] is important in the modern physics. According to it, the terms 'ordered' and 'unordered' must occupy the next hierarchic level [7]. This hierarchic level is typical for any aggregate state. This term most frequently means the presence or the absence of deviations with respect to the certain parameter(s) as compared to the system that serves the reference of particular ordering and is called the ideal system [8]. In this case the classification lies between two boundary cases: the ideal reference completely ordered system (e.g., ideal crystal) and the ideal reference completely disordered system (e.g., ideal gas). Correspondingly, the terms 'ordered' and 'unordered' could be applied to any system, which has total or partial ordering or disordering at least by one parameter as compared to the ideal structure. Thus, in general case, the gases (plasma), liquids, and solids could be both ordered and disordered by some parameters, occupying certain intermediate state between the ideal boundary cases. Regarding the solids, it should be noted that their division by the structural peculiarities into the crystalline (with the ordered structure) and amorphous (with the unordered structure) is generally accepted [9] and is based on the results of the contemporary complex structural studies [2].

Thus, the parameter $\epsilon(p, T)$ and the degree of the structural ordering correspond to the two different levels and two substantially different views of classification of the substances [10]. Therefore, the aggregate state of the solid must combine two large classes of the substances: the ordered solids and the unordered solids. Such division into the above classes must be made not in the plane of their assignment to the certain aggregate state, but in the plane of the specific peculiarities of the atomic structure and physical and chemical properties. It is assumed here that the crystals are the ordered solids, whereas the amorphous substances are the unordered solids. However, in this case non-ordering does not mean a total chaos in the atomic locations [11]. As J. Zaiman [12] expressly noted, the term 'disordering' in this context means the presence of a 'violated order', not the total order. What order is violated in the amorphous substances, what order do the 'miss'? In our opinion, the reference point should be specified by the reference system of the ideal order in the solid. The simplest and the most general parameter of the occurrence of disordering in this system is SRO.

Thus, taking into account the above analysis, it should be stated that one of the principal classification criteria of pointing out the class of the unordered substances among the solids is the lack of long rangr order (LRO) in their structure [13]. Such classification corresponds to the hierarchic level next after the aggregate state. Two groups of identical terms are 'located' on this level. The first group includes the 'disordered solids' or the 'crystalline substances/crystals'. The second group combines the 'unordered solids' or the 'non-crystalline'/amorphous' substances [14, 15]. The solids with LRO belong to the first group, whereas those without LRO enter the second group.

In this context, the following comments seem to be important. First, application of the above two groups of terms should not go beyond the same aggregate state of the substances, for instance, the solids [16]. Second, one

has to keep in mind the ordering (or disordering) not by any structural parameter, but only by the character of mutual topological spatial geometric locations of the structural particles. That is, the single parameter used to estimate ordering or disordering on this level is the topological LRO only. Third, if one takes into account the two first conditions, we don't see the essential reasons to consider the term 'non-crystalline' substance more general than the 'amorphous' substance.

Note V.S. Minaev's sensible comment [17]: rigorous etymological value of the terms 'amorphous' and 'disordered' means total, not partial, absence of the shape and order, i.e. both notions include the meaning of the lack of any order. Therefore V.S. Minaev assumes that generally accepted term 'amorphous' should be replaced by 'semi-amorphous', while 'disordered' – by 'semi-disordered'. Having completely agreed with these comments, we, nevertheless, see no necessity in the replacement of generally accepted terminology. However, regarding the solids, the total lack of the topological LRO should be taken as the only basis of etymological meaning of the terms 'amorphous', 'unordered' and 'disordered'. Therefore, further the term 'ordered' state should define the substances with total topological order that necessarily includes the topological LRO as well, while the 'unordered' state – the substances with no topological LRO in the structural particles location. As regards the substances with no topological order, they will be specially denoted by the term 'totally disordered state'.

It is unreasonable to extend the area of application of the term 'amorphous substance' to the liquids [16, 18]. Ordering or disordering is a typical attribute of the condensed state in general. In this relation, we may refer to Ref. [14], which clearly states that the liquids could be disordered (common) and ordered (e.g., liquid crystals and polymers) as well. A particular, well-developed system of terms does exist to describe the liquids as the specific aggregate state. In some cases of ordering in the liquids in the LRO scale, the special terms, for example, the 'liquid crystals', are used. Thus, the terms 'disordered' and 'unordered' could, in our opinion, be applied both to the liquids and solids. The term 'amorphous', in turn, is applicable only for the solid condensed systems, since the liquids have no shape due to their physical and chemical nature.

Thus, the term 'amorphous' concerns the solid aggregate state of any substance having no topological LRO, i.e. the structure of which could not be described by a certain spatial lattice with the translation symmetry. We shall call the lack of the topological LRO the disordering (or non-ordering). Therefore, if we deal with a solid aggregate state, the terms 'amorphous', 'non-crystalline', 'unordered' and 'disordered' can be considered equivalent and used as synonyms. In the same context, the terms 'crystalline' and 'ordered' for the systems with the topological LRO can be considered synonyms as well.

Thus, all the substances during their phase transition from the gaseous or liquid state to the solid state could be realized in a form of the unordered (amorphous) systems with no topological LRO, or as the ordered systems (crystals) with topological LRO. In certain conditions, the transitions between the above kinds of the solid state are also possible. In case of the transitions 'crystal $\rightarrow$ amor-

phous body' LRO vanishes, while at the transitions 'amorphous body → crystal' LRO arises.

In many cases there is no clear boundary between the crystals and amorphous materials [13]. For instance, in the crystal with high defect concentration the regular atomic structure may be violated resulting in LRO breakage or even vanishing. Increase of the defect concentration leads in this case to the crystalline lattice destruction and, as a result, to the continuous transition of the crystalline state to the amorphous one. In addition, both the

crystalline and amorphous states may have different ordering degree.

The next, lower, step of the hierarchic pyramid contains the terms that define different classes/kinds of the amorphous substances, each of them having specific characteristics of the atomic network disordering, not inherent in other ones. The examples are the glasses, amorphous films, amorphized solids, gels, pastes etc. In each of these classes, the principal question is the relation between the order and disorder.

ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Бредіхін О. Економічні проблеми охорони земель в Україні / О. Бредіхін // Землевпорядний вісник. – 2007. – № 5. – С. 37 - 40.
Bredikhin A. The economic problems of land in Ukraine / O. Bredikhin // Land management Gazette. - 2007. - № 5. S. 37-40.
2. Земельний кодекс України : наук.-практ. коментар / [за ред. В. І. Семчика]. – К. : Ін-Юре, 2003. – 676 с.
The Land Code of Ukraine : scientific-practical . Comment / [ed. VI Semchyka]. - K.: In- Ure , 2003. - 676 p.
3. Мартин А.Г. Сучасний стан та пропозиції щодо нормування в галузі охорони земель в Україні / А.Г. Мартин, Т.О. Євсюков // Землеустрій і кадастр. – 2008. – № 1. – С. 21-27.
Martin AG Current status and proposals for norms in the field of land in Ukraine / AG Martin , T. Onkar // Land management and cadastre. - 2008. - № 1. - P. 21-27 .
4. Про охорону земель : Закон України від 19.06.2003 р. № 962-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 39. – С. 349.
On Land Protection Law of Ukraine of 19.06.2003 № 962 -IV // Supreme Council of Ukraine . - 2003. - № 39. - S. 349.
5. Сохнич А. Екологічна політика: алгоритм практичних рішень / А. Сохнич // Вісник Львівського державного аграрного університету : землевпорядкування і земельний кадастр. – 2002. – № 2. – С. 189-194.
Sokhnych A. Environmental policy : an algorithm for practical solutions / A. Sokhnych // Bulletin of the Lviv State Agrarian University: Land Management and Land Cadastre . - 2002. - № 2. - P. 189-194 .
6. Ступень М. Шляхи вдосконалення раціонального використання земель сільгосппризначення на прикладі Львівської області / М. Ступень, М. Богіра // Землевпорядний вісник. – 2007. – № 5. – С. 34-35.
The degree of M. Ways of improving the rational use of agricultural land as an example of Lviv region / M. Degree, M. Bohira // Land management Gazette. - 2007. - № 5. - P. 34-35
7. Тихонов А. Т. Наукові підходи до землеустрійного проектування агроформувань на засадах сталого розвитку землекористування / А. Т. Тихонов, В. П. Феденко // Землевпорядний вісник. – 2002. – № 4. – С. 23-26.
Tikhonov T. scientific approach to designing zemleustriynoho agricultural enterprises based on the sustainable development of land use / T. Tikhonov, VP Fedenko // Land management Gazette. - 2002. - № 4. - P. 23-26

Боркач Е.И., Иваницкий В.П., Ковтуненко В.С. Аморфное состояние в иерархической классификации вещества

Аннотация. Аннотация. Лежащее в основе выделения разных агрегатных состояний веществ соотношение средней кинетической энергии движения структурных частиц к средней потенциальной энергии их взаимодействия указывает на однозначную реализацию аморфных веществ именно в твердотельной области фазовой диаграммы. При равновесных условиях получения эту область заполняют полиморфные кристаллические модификации, а при неравновесных условиях в эту же область попадают различные стеклообразные, аморфные и другие структурно неупорядоченные фазы. «Упорядоченным» или «неупорядоченным» по определенному физическому параметру может быть любое агрегатное состояния вещества. При этом степень разупорядочения определяется дисперсией распределения величины одного параметра или нескольких параметров системы. В соответствии с этим и твердотельное агрегатное состояние объединяет в себе два больших класса веществ: упорядоченные твердые тела (в основном это кристаллы) и неупорядоченные твердые тела (или аморфные вещества). При этом основными параметрами такого разделения являются геометрические характеристики пространственного расположения структурных частиц вещества между собой, что определяет топологический порядок твердого тела. Таким образом, термины «роупорядоченное» или «неупорядоченное» можно применять для любого агрегатного состояния веществ, а термин «аморфное» – только для твердотельных систем. В более узком смысле слова аморфным является твердотельное агрегатное состояние любого вещества, в котором отсутствует топологический дальний порядок, то есть структуру которого нельзя описать пространственной решеткой с определенной группой симметрии.

Ключевые слова: агрегатные состояния веществ, фаза, аморфные вещества

TECHNICAL SCIENCES

Цвиркун С.Л.

Применение фильтра Калмана в системе идентификации крупнокусковой руды на конвейерной ленте

*Цвиркун Сергей Леонидович, старший преподаватель
кафедры информатики, автоматизации и систем управления
ГВУЗ «Криворожский национальный университет», г. Кривой Рог, Украина*

Аннотация. В статье рассмотрено применение фильтра Калмана в системе идентификации крупнокусковой руды на конвейерной ленте, установлено, что алгоритм работы фильтра может быть применен в решении задачи идентификации крупнокусковой руды и сконцентрировано внимание на том, что предложенный фильтр обеспечивает устойчивое получение оценок с высокой степенью точности.

Ключевые слова: *фильтр Калмана, автоматизированная система управления, идентификации крупнокусковой руды, объект наблюдения, сортировка, функций принадлежности*

Проблема автоматизации процессов горного производства и жизнедеятельности человека, связанных с распознаванием и сопровождением образов, является одной из перспективных ветвей развития современных ИТ-технологий.

В системе идентификации крупнокусковой руды используется стационарная видеокамера, которая контролирует рабочее пространство конвейерной ленты. На основании поступающей видеoinформации выделяются куски руды, которые соответствуют заданным критериям. Далее система находит траекторию и контролирует её.

Система работает с множеством различных кусков руды (объектов), расположенных на конвейерной ленте. Причём куски руды, в общем случае, имеют произвольную форму и могут перекрываться друг другом. Выделение и сопровождение кусков руды в таких условиях является достаточно сложной задачей. Для её решения используются ряд фильтров различной размерности: медианный, фильтр Гаусса и фильтр Калмана.

Во время движения руды на конвейерной ленте в зоне сопровождения определяются куски руды, удовлетворяющие заданным критериям, после чего выполняется оценка их координат. Для повышения надёжности оценивания параметров кусков руды, используются режим автоматического сопровождения кусков руды, который строится по принципу дискретной системы автосопровождения. При многоцелевом сопровождении требуется распределение временного ресурса для получения первичных измерений. В этом случае возникает задача оптимизации периода обращений к каждому куску руды по критерию количество кусков - точность автосопровождения. Анализ практического использования фильтров в контуре непрерывного автосопровождения, показал эффективность использования с точки зрения качества фильтрации и простоты реализации фильтр Калмана. Оценка координат в системе осуществляется путем сопоставления информации о найденных кусках руды с фактическими данными об их местоположении на конвейерной ленте.

Цель. Цель настоящей работы заключается в рассмотрении математической модели фильтра Калмана при применении в системе идентификации и автосопровождении кусковой руды.

Материалы и методы исследований. Задачу сопровождения можно рассматривать как хорошо изученную проблему теории управления, которая состоит в том, чтобы оценить состояние системы на основании последовательности зашумленных измерений [1]. Формально имеется модель объекта, которая наблюдается в зашумленном пространстве сцены. Обозначим через – модель объекта – наблюдение объекта. В общем случае – вектора признаков, которые вполне могут иметь разную размерность. В процессе сопровождения объекта модели и наблюдения могут использоваться двумя способами:

1. Последовательность наблюдений применяется для уточнения базовой модели. Заметим, что модель с течением времени также может изменяться, поэтому каждое новое наблюдение может давать новую оценку модели.

2. Построенная оценка модели используется для предсказания модели и наблюдения.

В результате получаем механизм обратной связи: наблюдаем, оцениваем, предсказываем и, обновляем на основании предсказаний. Такой механизм лежит в основе методов сопровождения, основанных на фильтрах Калмана и фильтрах частиц. В данном изложении остановимся на применении фильтра Калмана.

Прежде, чем рассматривать применение алгоритма Калмана для решения задачи фильтрации, напомним формулировку задачи фильтрации случайного процесса с известными динамическими свойствами, для решения которой фильтр Калмана изначально предназначался. Цель фильтра Калмана - минимизировать дисперсию оценки векторного случайного процесса x_k , изменяющегося во времени (1). Суть процесса фильтрации состоит в следующем. Фильтр работает в предположении, что система является линейной (наблюдение являются линейной функции состояния) и шумы описываются Гауссовым распределением с математическим ожиданием, равным нулю. Тогда

модель обратной связи может быть описана векторными уравнениями (1) и (2).

$$x_{k+1} = F_k x_k + w_k, \quad (1)$$

$$z_k = H_k x_k + v_k \quad (2)$$

где F_k - матрица преобразования состояния системы; w_k — m -мерный случайный вектор ошибок (белый шум с нормальным распределением $N(0, Q_k)$ с математическим ожиданием, равным 0 и матрицей ковариации Q_k); H_k - матрица связи модели и наблюдения; v_k - «белый» шум с нормальным распределением $N(0, R_k)$.

Заметим, что по определению матрицы ковариации $Q_k = M(w_k w_k^T) \quad (Q_k)_{ij} = M(w_k w_k^T)^5$.

Приведем пример модели для случая равномерного движения [2]. Состояние системы определяется положением и скоростью кусков руды, совокупность которых может быть представлено вектором вида (3).

$$x_k = \begin{bmatrix} x \\ y \\ v_x \\ v_y \end{bmatrix} \quad (3)$$

Матрица преобразования состояния F_k и F , исходя из физических соображений, может быть записана согласно (4).

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 0 & dt & 0 \\ 0 & 1 & 0 & dt \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Поскольку при сопровождении камера регистрирует только координаты положения объекта, то $z_k = \begin{bmatrix} z_x \\ z_y \end{bmatrix}_k$. Поэтому матрицу связи наблюдения и предсказания $H_k = H$ можно записать в соответствии с (5).

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Т.к. в реальных условиях нельзя наблюдать идентичный поток руды, то вводится Гауссов шум с матрицей ковариации Q_k . Матрица ковариации R_k строится, исходя из того, насколько точно выполняются измерения положения кусков руды на конвейерной ленте.

Теперь получим обобщенные уравнения для обновления состояния и модели. Идея состоит в том, что сначала строится априорная оценка X_k состояния согласно (1):

$$\tilde{x}_k^- = F_{k-1} x_{k-1} + w_{k-1} \quad (6)$$

Затем с использованием построенной оценки вычисляется наблюдение

$$z_k = H_k \tilde{x}_k^- + v_k \quad (7)$$

Также можно определить апостериорную оценку X_k состояния, которая строится после наблюдения. Введем ошибки e_k (8) и e_k (9), связанные с каждой оценкой состояния.

$$e_k^- = x_k - \tilde{x}_k^- \quad (8)$$

$$e_k^+ = x_k - \tilde{x}_k^+ \quad (9)$$

Фильтр Кальмана оперирует разностью $z_k - H_k x_k$, в которую вносит вклад ошибка e_k и случайный шум v_k . В идеальном случае шум отсутствует и оценка состояния идеальна, поэтому указанная разность обращается в ноль. Задача состоит в том, чтобы построить матричный коэффициент Кальмана K_k с целью обновления апостериорной оценки согласно (10). Отсюда, если K_k известен, то известен закон получения обновленной модели x_k .

$$\tilde{x}_k^+ = \tilde{x}_k^- + K_k (z_k - H_k \tilde{x}_k^-) \quad (10)$$

Уравнения (8) – (10) позволяют получить выражение связи априорной и апостериорной ошибки (11).

$$e_k^+ = x_k - \tilde{x}_k^+ = x_k - ((E - K_k H_k) \tilde{x}_k^- - K_k z_k) = x_k - (E - K_k H_k) \tilde{x}_k^- + K_k (H_k x_k + v_k) = (E - K_k H_k) \tilde{x}_k^- + K_k v_k \quad (11)$$

Из определения матрицы ковариации пары случайных величин следуют выражения (12).

$$P_k^- = M(e_k^- e_k^{-T}), \quad P_k^+ = M(e_k^+ e_k^{+T}), \quad R_k = M(v_k v_k^T) \quad (12)$$

Вследствие независимости ошибок и получаем нулевую ковариацию для величин e_k^- и v_k (13).

$$M(e_k^- v_k^T) = M(v_k e_k^{-T}) \quad (13)$$

Проделив несложные преобразования (14) (умножение (11) на e_k и определение математического ожидания от полученного выражения), можно перейти к уравнению с матрицами ковариации (15).

$$\begin{aligned} e_k^+ e_k^{+T} &= (E - K_k H_k) e_k^- e_k^{-T} + K_k v_k v_k^T = \\ &= (E - K_k H_k) e_k^- ((E - K_k H_k) e_k^- + K_k v_k)^T + K_k v_k ((E - K_k H_k) e_k^- + K_k v_k)^T = \\ &= (E - K_k H_k) e_k^- e_k^{-T} (E - K_k H_k)^T + (E - K_k H_k) e_k^- v_k^T K_k^T + K_k v_k e_k^{-T} (E - K_k H_k)^T + K_k v_k v_k^T K_k^T \end{aligned}$$

$$P_k^+ = (E - K_k H_k) P_k^- (E - K_k H_k)^T + K_k R_k K_k^T \quad (15)$$

Отсюда получаем, что матрицу K_k необходимо выбрать так, чтобы сумма диагональных элементов (след) матрицы P_k была минимальной.

$$trace(P_k^+) \rightarrow \min_{K_k} \quad (16)$$

Решение данной задачи определяется посредством дифференцирования функции $trace(P_k)$ по K_k (17).

$$-2(E - K_k H_k) P_k^- H_k^T + 2K_k R_k = 0 \quad (17)$$

Как следствие, получаем формулу (18) для вычисления матрицы K_k .

$$K_k = P_k^- H_k^T (R_k + H_k P_k^- H_k^T)^{-1}, \quad (18)$$

где

$$P_k^- = F_k P_{k-1}^+ F_k^T + Q_{k-1}. \quad (19)$$

Заметим, что посредством несложных математических выкладок можно вывести формулу (20) для вычисления P_k .

$$P_k^+ = (E - K_k H_k) P_k^- \quad (20)$$

Из выше изложенного можно выделить 2 этапа работы фильтра:

1. *Предсказание.* Предполагает вычисление априорной оценки состояния $\tilde{x}_k^-$ (6) и наблюдения z_k (7).

2. *Коррекция.* Включает определение матричного коэффициента Кальмана K_k (18) и построение апостериорной оценки состояния $\tilde{x}_k^+$ согласно (10).

Рассмотрим более детально алгоритм работы фильтра Калмана применяемый в компьютерном зрении.

Предположим, что система может находиться в состояниях $X_t = \{x_1, x_2, \dots, x_t\}$, в момент времени t . Последовательность наблюдений будем обозначать $Z_t = \{z_1, z_2, \dots, z_t\}$. Учитывая это, введем предположение о том, что состояние x_t зависит только от предыдущего состояния x_{t-1} - условие Марковской цепи. Таким образом, получим систему с независимым набором наблюдений. Техники фильтрации частиц представляют распределение вероятности в виде коллекции взвешенных выборок - частиц, появление которых регулируется посредством введения весов. Тогда множество S_t (21) будет определять функцию плотности вероятности для состояния при заданном наборе наблюдений. S_t задает приближенное распределение $p(x_t | Z_t)$.

$$S_t = \left\{ (s_i^t, \pi_i^t), i=1, \overline{N}, \sum_{i=1}^N \pi_i^t = 1 \right\} \quad (21)$$

Задача состоит в том, чтобы построить метод восстановления множества на основании S_{t-1} . Формально алгоритм можно представить в виде последовательности этапов [1]:

1. Пусть выборки в момент времени $t-1$ построены (22)

$$S_{t-1} = \left\{ (s_i^{t-1}, \pi_i^{t-1}), i=1, \overline{N}, \sum_{i=1}^N \pi_i^{t-1} = 1 \right\} \quad (22)$$

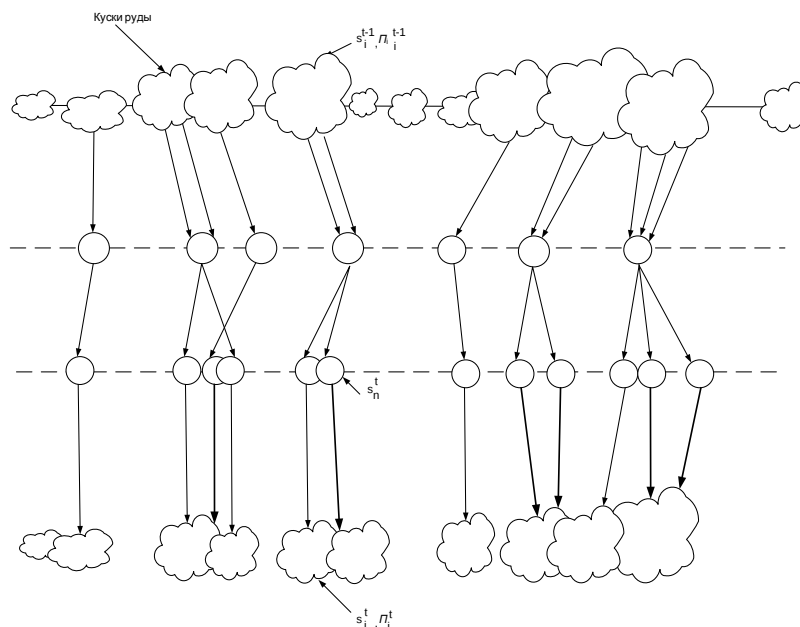


Рис. 1. Иллюстрация работы алгоритма

Дополнительно вычислим интегральные веса согласно (23)

$$c_i = c_{i-1} + \pi_i^{t-1}, i = \overline{1, N}, c_0 = 0 \quad (23)$$

1. Далее определим n -ый экземпляр выборки S_r . Для чего случайным образом выберем число r из отрезка $[0, 1]$ - и вычислим $j = \arg \min_i \{c_i > r\}$. Отсюда получаем текущую оценку состояния s_i^{t-1} .

2. Следующий этап - предсказание следующего состояния. Предсказание (24) выполняется аналогично (1), с разницей лишь в том, что нет ограничений, связанных с линейностью системы и видом распределения шума.

$$s_n^t = F_{t-1} s_i^{t-1} + w_{t-1} \quad (24)$$

4. Далее выполним коррекцию. Используя текущее наблюдение z_t и его распределение, необходимо установить вес полученного экземпляра согласно (25)

$$\pi_i^t = p(z_t | x_t = s_n^t) \quad (25)$$

5. Построим множество S_r , повторив шаги 2 - 4 N раз.

6. Нормализуем последовательность весов так, чтобы $\sum_{i=1}^N \pi_i^t = 1$.

7. Вычислим наилучшую оценку для состояния x_t , например, как линейную свертку полученного набора экземпляров выборки (26). Таким образом, фактически определим некоторый средний кусок руды.

$$X_T = \sum_{i=1}^N \pi_i^t s_i^T \quad (26)$$

Результаты и их обсуждение. Описанный алгоритм проиллюстрирован графически (рис. 1).

На входе итерации алгоритма имеется множество кусков руды $\{(s_i^{t-1}, \pi_i^{t-1})\}$ (верхний уровень диаграммы). В результате N-кратного выбора кусков руды из S_{t-1} получается некоторый набор экземпляров (2-ой уровень сверху). Применение шага предсказания приводит к формированию множества оценочных состояний кусков руды (3-ий уровень), затем для каждой оценки выполняется коррекция на основании имеющихся наблюдений. Как следствие, создается множе-

ство частиц в текущий момент времени (последний уровень диаграммы).

Результаты моделирования адаптивного фильтра Калмана в пакете Matlab показаны на рис. 2, 3. На рисунке 3 видно, что при использовании фильтра Калмана оценка местоположения кусков руды идентична реальному расположению (кривая Actual совпадает с кривой Estimation). Можно сказать, что алгоритм Калмана обеспечивают сходные показатели качества.

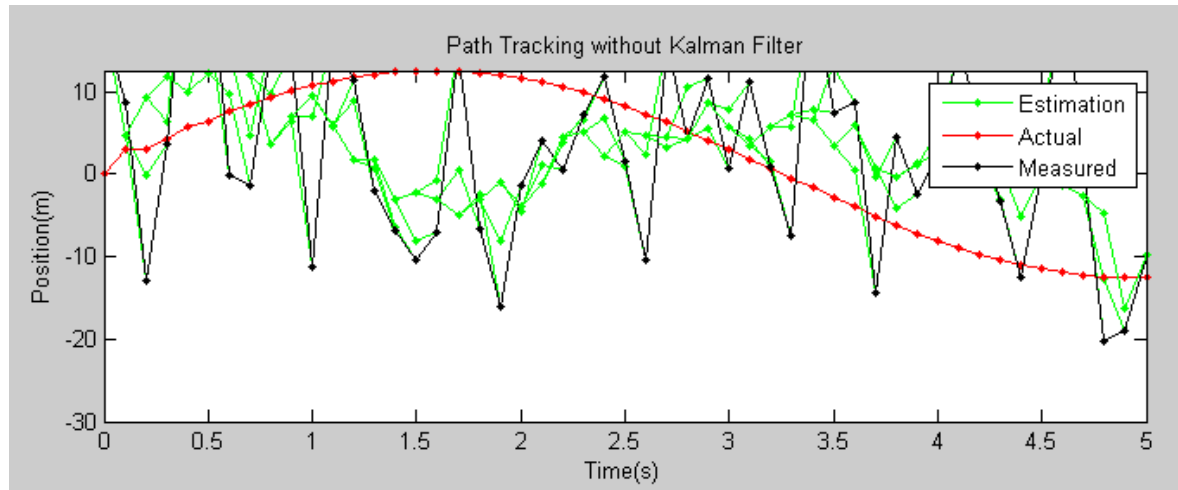


Рис. 2 – Результаты моделирования сопровождения кусков руды без фильтра Калмана

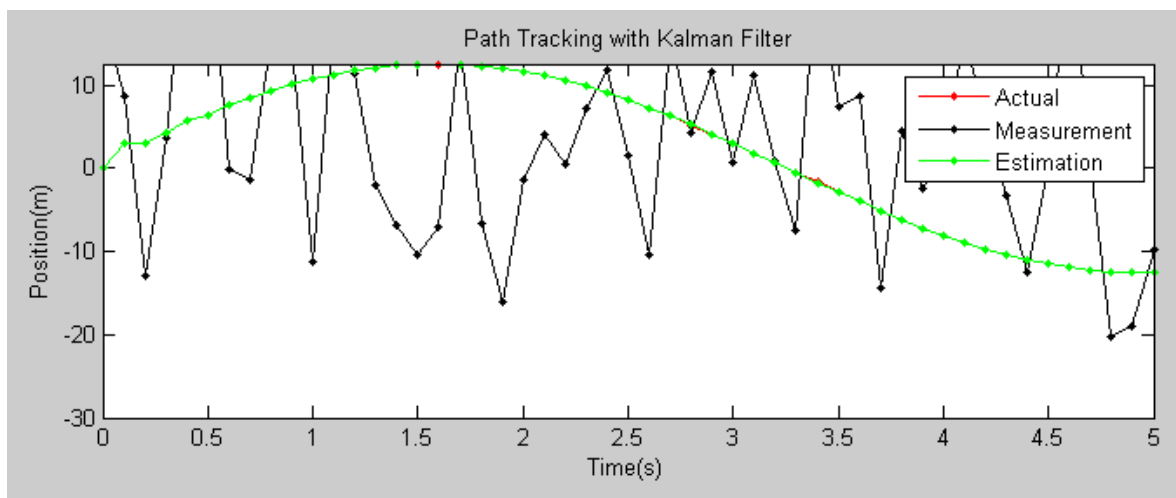


Рис. 3. Результаты моделирования сопровождения кусков руды с фильтром Калмана

Выводы. Показано, что алгоритм работы фильтра Калмана можно применить в задаче идентификации крупнокусковой руды. Проведено исследование процесса статистической обработки информации, на основе которого установлено, что предложенная модификация фильтра обеспечивает устойчивое получение оценок с высокой степенью точности. Фильтр Калма-

на представляет собой наилучший (в смысле минимума дисперсии ошибки) линейный фильтр независимо от вида распределения и позволяет реализовать эффективное управление процессом идентификации крупнокусковой руды. Следует отметить, что скорость обработки видеоизображения с помощью фильтра Калмана не велика.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Sonka M., Hlavac V., Boyle R. Image Processing, Analysis and Machine Vision. Thomson. 2008. 866p.
2. У. Прэтт. Цифровая обработка изображений / У. Прэтт. М.: Мир, 1982. Кн. 2.
3. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV Computer Vision with OpenCV Library. O' Reilly Media Publishers, 2008. 571p.
4. Дьяконов В., Круглов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002г. – 448 с.
5. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. М.: Изд. д. Вильямс, 2004. 465с.

Forsait D., Pons Zh. *Komp'yuternoe zrenie. Sovremennyyi podhod. M.: Izd. d. Vil'yams, 2004. 465s.*

6. Grewal M. S., Andrews A. P. *Kalman filtering: Theory and practice.* — Wiley-Interscience, 2001.

Tsvirkun S.L. Application of Kalman filter in system identification lump ore on the conveyor belt

Abstract. The article discusses the use of the Kalman filter in the system identification lump ore on the conveyor belt, it was found that the algorithm of the filter can be applied to solving the problem of identification of lump ore and focused attention on the fact that the proposed filter provides sustainable obtain estimates with a high degree of precision.

Keywords: *Kalman filter, automatic control system, identification of lump ore, the object of observation, sorting, membership functions*

Мещанинов С.К., Гулеша Е.М., Багрий В.В., Устименко В.О.
Электронная система биометрического контроля и управления надежностью
функционирования человеко-машинной системы

Мещанинов Сергей Карминович, доктор технических наук, профессор кафедры электроники
Гулеша Елена Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры электроники
Багрий Виктор Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры электроники
Устименко Владимир Олегович, старший преподаватель кафедры электроники
Днепропетровский государственный технический университет, г. Днепропетровск, Украина

Аннотация. Приведены данные аналитических исследований электронной системы в комплексе биометрического контроля надежности функционирования сложной технической системы на примере очистного забоя современной угольной шахты. Рассмотрено поведение системы «Человек-Машина-Среда» на основе изучения психофизиологических особенностей поведения человека в экстремальных условиях современного производства. Сделан вывод о том, что для повышения уровня промышленной безопасности при эксплуатации важных и потенциально опасных производственных объектов должен существовать определенный минимум биометрических параметров, контролируемых непрерывно (в on-line режиме).

Ключевые слова: человеческий фактор, биометрический контроль, сложная техническая система, производственный объект

Введение. При эксплуатации сложных машин и комплексов человек и машина становятся объединенными в одну сложную техническую систему (СТС). В процессе ее функционирования в подсистеме "Человек-Машина-Среда" происходит приспособление (взаимодействие) человека и остальных ее подсистем, в результате чего надежность функционирования в целом по системе может быть как повышена, так и понижена. Подсистема "Человек-Машина-Среда" является восстанавливаемой и обслуживаемой. Поэтому она обладает структурным, информационным и функциональным резервированием и ее надежность в целом может быть выше надежности остальных подсистем СТС. Работоспособность и надежность подсистемы "Человек-Машина-Среда" в значительной степени зависят от психофизиологических особенностей человека и от приспособленности машин к взаимодействию с человеком. То есть, необходим биометрический контроль физиологических и психологических возможностей человека нести определенные нагрузки и перегрузки, воспринимать и передавать требуемую информацию, находиться в данной ситуации или условиях необходимое время и т.п. Примером современной СТС является очистной забой угольной шахты. Решение вопросов безопасности особенно важно при эксплуатации очистной выработки, работающей в режиме повышенных нагрузок, когда отказ одного из элементов такой системы может привести к катастрофическим последствиям.

Постановка задачи исследований. Эргономические свойства человека представляют собой комплекс антропометрических, физиологических и психологических его свойств. Вопросы влияния человеческого фактора на уровень безопасности при работе СТС достаточно подробно рассмотрены в работе [1].

Анализ причин травматизма в комплексно-механизированных лавах, по данным работы [5], показывает, что удельная доля травм в результате повреждения машинами и механизмами составляет около 30%. Из них около 50% приходится на субъективные причины: нахождение в опасной зоне (14,3%), ошибочные действия (6 – 12%), несогласованность действий (2,9 – 10,2%), проведение непредвиденных работ (2 – 3%).

Очистной забой современной угольной шахты как СТС представляет собой совокупность таких подсистем, как "Атмосфера", "Технологическое оборудование", "Приконтурная область" и "Обслуживающий персонал", каждая из которых состоит из набора структурных подсистем, взаимодействующих между собой по схеме последовательно соединенных элементов [3]. При этом полная информация об уровне безопасности такой СТС может быть получена, и по ней осуществлены своевременно операции прогноза и управления с помощью комплексной системы контроля и управления надежностью функционирования очистного забоя [3]. Одной из подсистем этой комплексной системы контроля и управления является комплексная система биометрического контроля обслуживающего СТС персонала.

Как указывается в работе [4], надо помнить о двойной роли человека с позиций надежности: с одной стороны, человек – это весьма совершенная система, он может оценивать сложную обстановку и принимать такие решения, которые не способна принять никакая управляющая машина; с другой стороны, человек сам подвержен "отказам", если на его нервную систему и на физическое состояние действуют недопустимые перегрузки.

Особые проблемы имеет система коллективно-комплекс машин-очистная выработка. В ней, кроме уже перечисленных факторов, ведущую роль играют социальные отношения, иерархия (подчиненность) отдельных исполнителей, организационная структура подразделения, идеология и взаимоотношения людей, системы управления качеством и надежностью.

Таким образом, **целью настоящей работы** является исследование значимости человеческого фактора в работе комплексной системы биометрического контроля надежности функционирования СТС на примере очистного забоя современной угольной шахты.

Основная часть. Одной из главных психофизиологических особенностей труда горнорабочих является высокая степень их профессионального риска. Это связано с возникновением частых конфликтных ситуаций, создаваемых противоречивыми мотивами поведения в сложной производственной обстановке. Анализ рискованных действий человека показал, что у

горнорабочих угольных шахт часто встречаются следующие мотивы [1]:

- пренебрежительное отношение к риску;
- недисциплинированность;
- привычка к опасности;
- переоценка своих возможностей.

Модель человеко-машинной системы представлена на рисунке 1.

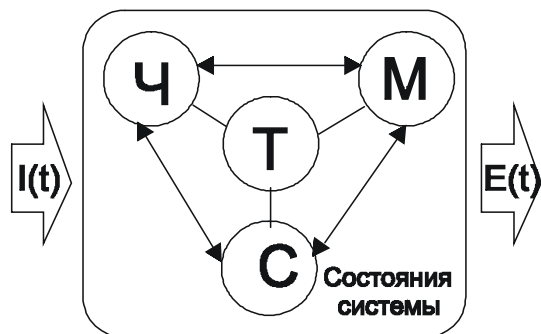


Рис. 1. Модель человеко-машинной системы: Ч – человек; М – машина; С – рабочая среда, которые связаны между собой и внешней (для всей системы) средой при помощи технологии (Т); $I(t)$ – входное информационно-материальное возмущение (управляющие команды на машины и механизмы, потоки материалов, энергии и т.п.); $E(t)$ – выход готовой продукции, отчеты о функционировании СТС в реальном режиме времени, и. т.п.

Развивающееся в процессе труда утомление способствует выбору неправильного решения, вытекающего из конфликта в выборе между выполнением работы безопасным способом или ее выполнением с меньшими усилиями и сроком, но с большим риском. Чрезмерная тяжесть отдельных операций, дефицит времени на их выполнение зачастую делают затруднительным соблюдение осторожности, а память о дополнительных усилиях, необходимых для применения средств безопасности (подкрепленная работой без травм), оправдывает рискованные действия.

Следует отметить, что человек, в отличие от автоматики, не ведет себя рационально. Более того, он осуществляет интуитивно поиск решений, которые отвечают статистическим критериям, или производит замещение подлежащего решению процесса ассоциацией с некоторой ранее имевшейся ситуацией, для которой у него отложилось в памяти решение по прежнему опыту. Такое решение, однако, возможно только на базе подходящей ментальной модели поведения системы. Наряду с вышеперечисленными способностями, человек как часть подсистемы "Человек-Машина-Среда" проявляет существенные недостатки:

- ограниченность памяти;
- отсутствие или наличие ментальной модели с ошибками;
- ограниченная надежность;
- недостаточное постоянство трудоспособности, в особенности, при длительной работе;
- предубежденность и фиксированность;
- недостаточная ментальная арифметика;
- ограниченная полоса пропускания при ручных реагированиях.

По данным работы [1], существует три типа поведения человека:

- базирующееся на знаниях;
- базирующееся на правилах;
- базирующееся на готовности.

Уровень автоматизации человеко-машинной системы [1]:

$$VA = \frac{F_{авт}}{F_{авт+ручн}}, \quad (1)$$

где $F_{авт}$ – функции, которые могут быть выполнены автоматикой; $F_{авт+ручн}$ – функции, которые могут быть выполнены либо человеком, либо автоматикой.

Тогда максимально возможный уровень автоматизации, когда автоматизировано максимально возможное число функций [1]:

$$VA_{max} = \frac{F_{авт+ручн} - F_{ручн}}{F_{авт+ручн}}. \quad (2)$$

Понятие "человеческие отказы" является как бы преобразованием факта, что человек со своими врожденными и приобретенными способностями и слабостями недостаточно принимается в расчет при проектировании технических систем. Поэтому актуальна задача так спроектировать такую систему "Человек-Машина-Среда", чтобы она максимально "считалась" с человеком. В данной ситуации можно утверждать, что человек вынужден идти на компромисс с горными машинами, механизированным комплексом и очистным забоем в целом, в результате чего появляется возможность для оптимизации.

Справедливо и обратное: СТС (очистная выработка) также должна "приспосабливаться" к особенностям людей, ее обслуживающих. Последнее утверждение говорит о возможности оптимизации системы (очистной забой) по отношению к человеку.

Таким образом, имеются две возможности для оптимизации: первая – со стороны человека по отношению к очистному забою, и вторая – со стороны очистной выработки по отношению к человеку, в связи с чем, могут быть построены две целевые функции. Вообще говоря, более правильно понятие "человеческий отказ" заменить понятием "ошибка обслуживания". К основным причинам ошибок обслуживания можно отнести [1]:

- ситуационные факторы (неудобная компоновка, рабочее место, окружающая обстановка, информационный контроль);
- физические, эмоциональные, социальные и организационные факторы (утомленность, болезнь, стресс, негативный производственный климат, плохая обученность персонала);
- неправильное восприятие риска.

Сделанные в работе [2] выводы о негативном влиянии на человека дискомфортных условий труда в каменноугольных шахтах позволяют утверждать, что это влияние не может быть учтено детерминированным образом. При учете человеческого фактора необходимо уделять особое внимание обработке и уплотнению (сжатию) поступающей от контролирующих подсистем и центрального информационно-управляющего комплекса информации. Это необходимо для того, чтобы человек-оператор и обслужива-

ющий очистную выработку персонал могли адекватно и своевременно усвоить поступающий поток информации и принять на этой основе правильные решения. Для достижения такого эффекта уплотнение информации должно соответствовать ряду требований, которые можно сформулировать следующим образом:

- определенность. Человек должен получать конкретную информацию, в соответствии с которой необходимо предпринимать вполне конкретные и однозначные действия. Поступающая информация не должна давать поводов для колебаний либо быть хотя бы в какой-то мере двусмысленной;

- обратимость. В случае необходимости информационное сообщение должно иметь возможность быть развернутым для более подробного анализа причин, его создавших;

- представительность. Поступающая информация должна быть в форме, которая не сможет быть оставленной без внимания. Для очистной выработки это, по-видимому, должна быть система световой и звуковой сигнализации, размещенная на контрольно-управляющем пункте и непосредственно на рабочих местах.

Оценку надежности и безопасности СТС удобно осуществить не учитывая следующие общие положения:

- производственная деятельность потенциально опасна, так как связана с проведением технологических процессов, а последние – с энергопотреблением (выработкой, хранением, преобразованием механической, электрической, химической, ядерной и другой энергии);

- опасность проявляется в результате несанкционированного либо неуправляемого выхода энергии, накопленной в оборудовании и/или вредных веществах, непосредственно в самих работающих, во внешней относительно людей и техники среде;

- внезапный выход энергии может сопровождаться происшествиями с гибелью или травмированием людей, повреждениями оборудования или объектов окружающей их природной среды;

- происшествия предшествуют цепи предпосылок, приводящие к потере управления технологическим процессом, нежелательному выбросу используемых в нем энергии или вредных веществ, их воздействию на людей, оборудование и окружающую среду;

- звеньями причинной цепи происшествия являются ошибочные и несанкционированные действия персонала, неисправности и отказы техники, а также нерасчетные воздействия на них извне.

К человеку-оператору в данном контексте, а также и в определенном смысле, и ко всему обслуживающему очистной забой персоналу, кроме требований, обусловленных непосредственными производственными задачами, должен быть предъявлен следующий набор требований: безошибочность, готовность, воспитанность, своевременность, точность восприятия и реагирования на поступающую информацию. В соответствии с этим необходимы дополнительные мероприятия по профотбору лиц, обслуживающих очистной забой.

В той или иной степени как операторы в очистной выработке работают все горнорабочие. К факторам,

обуславливающим ошибки в работе оператора, и ведущим к повышению опасности ведения работ, следует отнести [1]:

- недостаток информации об авариях;
- дефицит времени на принятие решений;
- неадекватная реакция в стрессовой ситуации (влияние стресса усугубляется страхом, обусловленным повышенной ответственностью, неуверенностью в себе, недостатком знаний и опыта).

Очевидно, что часть этих ошибок, причины которых не связаны с индивидуальными личностными качествами, может быть исключена в результате обучения и специальных тренингов.

Выводы.

Таким образом, можно утверждать, что:

- полный и однозначный прогноз уровня безопасности при ведении работ в очистной выработке по человеческому фактору невозможен в силу специфики психофизиологических характеристик человека;

- в качестве контролируемых параметров по данному фактору могут быть использованы численность работающих, их возраст и квалификация, которая должна оцениваться по специальной шкале;

- основным путем повышения уровня безопасности в очистном забое по человеческому фактору, является проведение обучающе-тренировочных занятий с обслуживающим очистной забой персоналом и регулярный контроль его психофизиологических характеристик.

В общем случае, подсистема "Обслуживающий персонал" является, в значительной степени специфической. Однако, несмотря на это, ее функционирование можно рассматривать со системотехнических позиций, как и функционирование всех остальных подсистем очистного забоя. Больше всего функционирование этой подсистемы сходно с функционированием подсистемы "Технологическое оборудование".

Действительно, подсистема "Обслуживающий персонал" оказывает посредством задания режимов работы технологического оборудования прямое воздействие на приконтурную область массива, изменяя его состояние. Очевидно, что выход за некоторые допустимые пределы параметров подсистемы "Обслуживающий персонал", влечет за собой аналогичные изменения в поведении отдельных подземных рабочих. С другой стороны, их неправильные действия могут повлечь за собой нарушения в работе всей СТС.

Тогда для оценки вероятности надежной работы подсистемы "Обслуживающий персонал" можно предложить следующий набор информативных параметров, который является квазипостоянным (он обновляется от смены к смене):

- число работающих в очистном забое, A_1 ;
- их квалификацию, A_2 ;
- возраст, A_3 ;
- отношение количества работающих в очистной выработке к их оптимальному (требуемому) количеству, A_4 ;
- прочие параметры работающих, способные оказывать влияние на безопасность ведения работ, A_5 .

Кроме того, должен существовать определенный минимум биометрических параметров, регистрируемых непрерывно (в on-line режиме). К таковым могут быть отнесены: температура тела человека-оператора, частота дыхания и пульса, возможно, регистрация акустического и ИК-излучения с поверхности тела горнорабочего. На сегодняшний день, эти измерения не производятся в силу сложности их реализации в

производственных условиях, а также дороговизны используемой аппаратуры.

Однако, совершенно очевидно, что такая информация могла бы стать одним из ключевых звеньев на пути к решению проблемы повышения уровня промышленной безопасности при эксплуатации важных и потенциально опасных производственных объектов.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Архангельский В.И. Человеко-машинные системы автоматизации // В.И. Архангельский, И.Н. Богаенко, Г.Г. Грабовский, Н.А. Рюмшин. – К.: НБК «КиА», 2000. – 296 с.
Arhangelskiy V.I. Chelovecko-mashinnyie sistemy avtomatizatsyi [Man-machine systems of automation] // V.I. Arhangelskiy, I.N. Bogaenko, G.G. Grabovskiy, N.A. Riumshin. – K.: NVK "KiA", 2000. – 296 s.
2. Герлетка С. Влияние эргономических факторов на электрофизиологию человека // Безопасность труда в промышленности // С. Герлетка – 2003. – №1. – С. 59 – 63.
Gerletka S. Vliyanie ergonomicheskikh faktorov na elektrofiziologiu cheloveka [Influence of ergonomic factors on human electrophysiology] // Bezopasnost truda v promishlenosti / S. Gerletka – 2003. – №1. – S. 59 – 63.
3. Мещанинов С.К. Методы моделирования и управления надежностью функционирования горных выработок [Текст]: моногр. // С.К. Мещанинов. – Национальный горный университет, 2012. – 360 с.
Meshaninov S.K. Metody modelirovaniya i upravleniya nadezhnostiu funkcionirovaniya gornih virabotok [Tekst]: monogr. [Simulation methods and reliability management operation mining] // S.K. Meshaninov. – Natsionalniy gorniy universitet, 2012. – 360 s.
4. Проников А.С. Надежность машин // А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
Pronikov A.S. Nadiozhnost mashin [reliability of Machines] // Pronikov A.S. – M.: Mashinostroenie, 1978. – 592 s.
5. Ушаков К.З. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело // К.З. Ушаков, Н.О. Каледина, Б.Ф. Кирин. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 487 с.
Ushakov K.Z. Bezopasnost vedeniya gornih rabot i gornospasatelnoe delo [Safety of mining operations and Mine-rescue dealing] // K.Z. Ushakov, N.O. Kaledina, B.F. Kirin. – M.: Izd-vo MGU, 2002. – 487 s.

Meshaninov S.K., Guliesha O.M., Bagriy V.V., Ustimenko V.O.

Electronic system of biometric identification and reliability management operation man-machine system

Abstract. Presented the data of analytical researches of the electronic system of in the biometric control complex of functioning reliability the difficult technical system on the example of modern coal mine working out. Are considered the behavior of system "Man-machine-environment" on the basis of study of psihfisiological features man's behavior in the extreme terms of modern production. Made the conclusion that for the increase of industrial safaty during exploitation the important and potentially dangerous industrial objects must to exist a certain minimum of biometric parameters, controlled continuously (in the on-line mode).

Keywords: human factor, biometric control, difficult technical system, productive object

Волошин Н.В.

Проектирование автоматизированных систем распознавания с использованием математического аппарата сетей Петри

Волошин Николай Владимирович, аспирант

Отделение гибридных моделирующих и управляющих систем в энергетике

Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины, г. Киев, Украина

Аннотация. В статье приведены результаты исследований в области обработки изображений. Представлены алгоритмы локализации и идентификации объектов наблюдения с использованием математического аппарата сетей Петри на изображении большого разрешения. Распознавание реализовано на основе метода усиления простых классификаторов с использованием метода локальных бинарных шаблонов.

Ключевые слова: ЛБШ, AdaBoost, распознавание, идентификация, сеть Петри

Введение. Целью работы является разработка и реализация программного комплекса распознавания объектов наблюдения на изображении. Он должен реализовывать как минимум две основные функции: локализацию объекта и его последующую идентификацию. Обработка изображения состоит из следующих последовательных шагов:

- анализ качества изображения;
- подавление шумов;
- выделение граничных характеристик объекта;
- геометрические преобразования;
- поиск и выделение главных признаков.

Цель. В рамках данной работы проводится обзор и применение основных методов цифровой обработки изображения, определены основные алгоритмы фильтрации, сегментации и распознавания, получены основные характеристики изображения. Целью исследования является решение задачи компьютерной идентификации объектов наблюдения, на основе анализа изображений большого разрешения.

Материалы и методы. Метод AdaBoost один из лучших по соотношению показателей (эффективность распознавания) / (скорость работы). Этот детектор основан на усилении простых классификаторов. Усиление простых классификаторов – подход к решению задач классификации, путем комбинирования примитивных "слабых" классификаторов в один "сильный" [4]. Под "силой" классификатора в данном случае понимают эффективность решения задачи классификации. Слабый классификатор имеет вид:

$$h(x, f, p, \Theta) = \begin{cases} 1, & pf(x) < p\Theta \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (1)$$

где f – признак, p – полярность (показывает направление неровности), Θ – пороговое значение.

Финальный сильный классификатор имеет вид:

$$C(x) = \begin{cases} 1, & \sum_{i=1}^T \alpha_i h_i(x) \geq \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T \alpha_i \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (2)$$

где $\alpha_i = \log \frac{1}{\beta_i}$.

Распознавание образов проходит путем использования локальных бинарных шаблонов (ЛБШ). ЛБШ – описание окружности точки изображения в двоичной форме. Оператор ЛБШ, который применяется к точке изображения, использует восемь точек окружности, принимая центральную точку в качестве порога. Пиксели, которые имеют значение больше, чем централь-

ный пиксель (или равны ему), принимают значения "1", те, которые меньше центрального, принимают значение "0". Таким образом, получается восьмиразрядный бинарный код, который описывает окружность пикселя [3].

Изображение разбивается на $k \times k$ областей и в каждой области для каждого пикселя изображения вычисляется ЛБШ-код. Потом все гистограммы областей объединяются в одну гистограмму. Эта гистограмма формирует вектор признаков изображения.

При классификации изображений используется метод нахождения наименьшего расстояния между гистограммами χ^2 . Расстояние между гистограммами S и M определяется по формуле:

$$\chi^2(S, M) = \sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^k \frac{(S_{i,j} - M_{i,j})^2}{S_{i,j} + M_{i,j}} \right) \quad (3)$$

В качестве инструмента для изучения и моделирования подобных систем предлагается использовать сеть Петри (СП) [6]. СП в основном состоит из трех основных компонентов: позиций, переходов и дуг. Дуги соединяют позиции с переходами и переходы с позициями. Не существует дуг, которые соединяют переходы-переходы и позиции-позиции напрямую. Каждая позиция содержит ноль или больше маркеров. Векторное представление количества маркеров на всех позициях, определяет состояние СП. Простой граф СП показан на рис. 1.

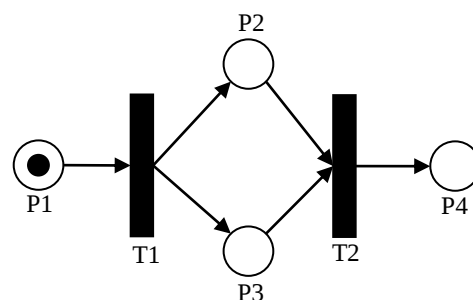


Рис. 1. Граф Сети Петри

Формальная структура СП описывается: (P, T, I, O, S) , где P – множество позиций $\{p_1, \dots, p_n\}$; T – множество переходов; I – множество позиций связанных с помощью дуг в качестве входа в переходы; O – множество позиций, связанных с помощью дуг как выходы из переходов; S – множество функ-

циональных правил, которые содержат маркеры $\{t_1, \dots, t_m\}$.

Формальное определение и состояние СП показанной на рис. 1 (P, T, I, O, S) можно записать так: $P = \{p_1, p_2, p_3, p_4\}$; $T = \{t_1, t_2\}$; $I = \{\{p_1\}, \{p_2, p_3\}\}$; $O = \{\{p_2, p_3\}, \{p_4\}\}$; $S = \{1, 0, 0, 0\}$.

Результаты. Каждый ЛБШ-код представляет тип микроизображения структуры, а их распределение можно использовать в качестве описания текстуры [1]. Как метод для распознавания используется выше-описанный метод Adaboost. Виды признаков, которые используются для анализа изображения: граничные, линейные, центральные и диагональные.

Таким образом, чтобы распознать объект наблюдения сначала создается набор для классификации. Если говорить о графических файлах и соответствующей информации, то для этих целей наилучшим образом подойдет описание на основе ЛБШ-кодов. Каждый следующий классификатор строится по объектам, неверно классифицированным предыдущими класси-

фикаторами. AdaBoost вызывает слабый классификатор в цикле $t = 1, \dots, T$. После каждого вызова обновляется распределение весов, которые отвечают важности каждого из объектов обучающего множества для классификации. На каждой итерации веса каждого неверно классифицированного объекта возрастают (или аналогично, вес каждого корректно классифицированного объекта уменьшается), таким образом, новый классификатор "фокусируется" на этих объектах. Схематически данный алгоритм представлен на рис. 2 в виде управляющей сети, одной из модификаций сетей Петри [2].

Нечеткая Нейронная Сеть Петри (ННСП) используется в качестве метода для принятия решений. Структура предлагаемой ННСП показана на рис. 3 и 4. Сеть имеет следующие три слоя:

- входной слой, состоящий из n входов;
- слой переходов, который состоит из скрытых переходов;
- выходной слой, состоящий из m выходов.

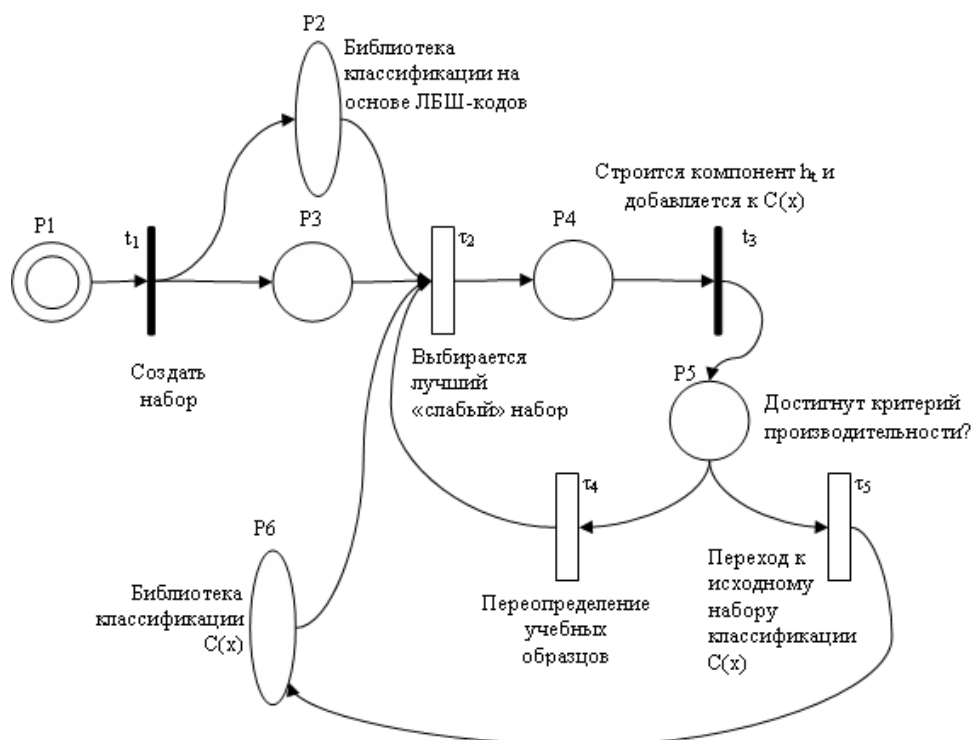


Рис. 2. Алгоритм распознавания

Входы обозначают значения функций. Макропереходы выступают в качестве обрабатывающих модулей. Коммуникации зависят от параметров переходов, которые являются пороговыми значениями и параметров дуг (соединений), которые являются весами. Каждый выход соответствует классу шаблона. Маркировка выходных позиций отражает уровень шаблона на соответствующего класса.

Характеристики сети следующие:

– X_j является маркером j -го входного слоя, который вычисляется функцией треугольного отображения. Вершина данной функции является средним значением входных точек. Длина основы треугольника рассчитывается исходя из разницы между мини-

мальными и максимальными значениями входных сигналов. Этот процесс поддерживает ввод сети на периоде $[0, 1]$.

$$X_j = f(\text{input}(j)) \quad (4)$$

где f -треугольная функция:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x - \min(x)}{\text{average}(x) - \min(x)}, & \text{if } x < \text{average}(x) \\ \frac{\max(x) - x}{\max(x) - \text{average}(x)}, & \text{if } x > \text{average}(x) \\ 1, & \text{if } x = \text{average}(x) \end{cases} \quad (5)$$

– W_{ij} – вес между i -ым переходом и j -ым входом;

– r_{ij} – пороговый уровень, связанный с маркировкой j -го входа и i -го перехода;

– Z_i – активация i -го перехода, который определяется следующим образом:

$$Z_i = \sum_{j=1}^n [W_{ij} S(r_{ij} \rightarrow x_j)], j = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, \text{hidden} \quad (6)$$

– Y_k – маркировка k -ого выхода сформированного переходом, который выполняет нелинейное отображение взвешенных сумм уровней активации переходов Z_i и соединённых связями V_{ki}

$$Y_k = f \left(\sum_{i=1}^{\text{No.of Transitions}} V_{ki} Z_i \right) \quad (7)$$

где f является нелинейной монотонной возрастающей функцией от R к $[0, 1]$.

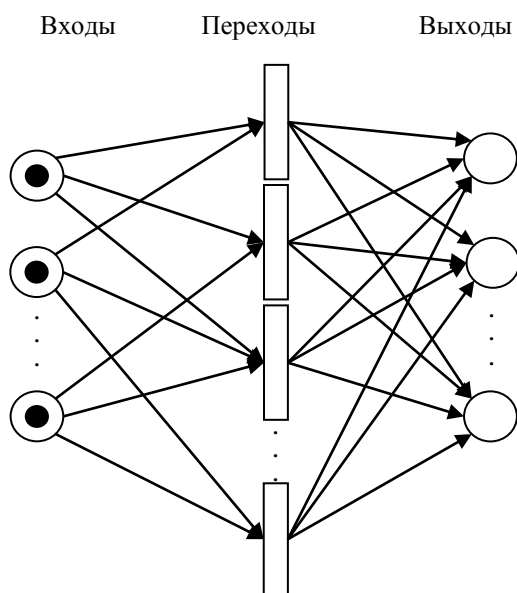


Рис. 3. Структура Нечеткой Нейронной Сети Петри

Процесс обучения сети зависит от минимизации определенного индекса производительности с целью оптимизации параметров сети (весов и порогов). Индекс производительности использует стандартную сумму квадратов ошибок [5].

ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Волошин М.В. Моделі опису об'єкта та достовірність ідентифікації в системах комп'ютерного зору // Восточно-Европейський журнал передових технологій. – 2010. – №4/7 (46) – с. 56-63.
Voloshin M.V. Modeli opysu ob'yekta ta dostovirnist' identyfikatsiyi v systemakh kompyuternoho zoru [Description of the object model and the accuracy of its identification in computer vision systems] // East European Journal of Enterprise Technologies. – Kharkov, 2010. – № 4/7 (46). – P. 56-63
2. Кузьмук В.В., Супруненко О.О. Модифицированные сети Петри и устройства моделирования параллельных процессов: Монография. – К.: Маклаут, 2010. – 252 с.
Kuzmuk V.V., Suprunenko O.O. Modifitsirovannyye seti Petri i ustroystva modelirovaniya parallel'nykh protsessov [Modified Petri nets and tools for modeling parallel processes]: Monograph. – K.: Maklout, 2010. – 252 p.

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m (t_k - y_k)^2 \quad (8)$$

где t_k – k -ая цель; y_k – k -ый выход. Обновление параметров осуществляется в соответствии с градиентным методом:

$$\text{param}(\text{iter} + 1) = \text{param}(\text{iter}) - \alpha \nabla_{\text{param}E} \quad (9)$$

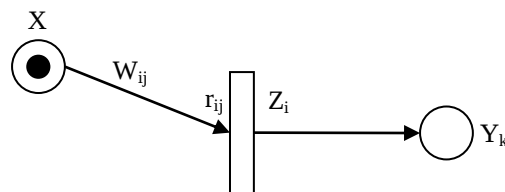


Рис. 4. Часть обозначений выхода сети

где $\nabla_{\text{param}E}$ – градиент производительности индекса E по отношению к сети параметров, α – скорость обучения коэффициентов, iter – счетчик итераций.

Нелинейная функция, связанная с выходом, описывается следующим образом:

$$y_k = \frac{1}{1 + \exp \left(- \sum_i Z_i V_{ki} \right)} \quad (10)$$

Каждый признак объекта наблюдения проецируется на свою зону, которая отвечает за определенный класс объектов наблюдения. Некоторые признаки выступают как независимые от других, а остальные состоят в так называемых группах и, соответственно, объединяются в некоторые системы или классы. Сегментация используется для извлечения целевых данных из входящих признаков для формирования вывода.

Выводы. В данной работе описан алгоритм локализации объектов наблюдения, а также их последующая идентификация на изображении. Данный подход может найти применение и применяется при разработке и реализации программного комплекса распознавания объектов наблюдения на изображении большого разрешения. Распознавание реализовано на основе метода усиления простых классификаторов с использованием метода локальных бинарных шаблонов.

3. Маслий Р.В. Использование локальных бинарных шаблонов для распознавания лиц на полутонных изображениях // ВНТУ. – 2008. – №4. – 1-6 с.
Masliy R.V. Ispol'zovaniye lokal'nykh binarnykh shablonov dlya raspoznavaniya lits na polutonovykh izobrazhebiyakh [Using local binary patterns for face recognition on halftone images] // VNTU. – 2008. – №4. – P. 1-6
4. Viola P., Jones M. Robust Real-Time Face Detection // International Journal of Computer Vision. – 2004. – №57(2). – P. 137-154.
5. Awais M., Habib-ur-Rehman Recognition of Arabic phonemes using fuzzy rule base system // Proceedings of 7th Int. Multi Topic Conf. INMIC-2003, 2003 – P.367-370
6. Ashon S.I. Petri net models of fuzzy neural networks // IEEE Trans. Syst. Man Cybern, №25(6), 1995 – P. 926-932

Voloshin N.V. Designing of automated recognition systems using the mathematical formalism of Petri nets

Abstract. The article is presents the results of researching by image processing. The algorithms of location and identification of objects with using the mathematical formalism of Petri nets on the high resolution image are presented in this article. Identification is realized with using of AdaBoost method and the local binary patterns.

Keywords: *LBP, AdaBoost, recognition, identification, Petri net*

Воронюк Ю.Ю., Беспалько Р.І.

Методико-технологічний аспект забезпечення раціонального використання земель сільськогосподарського призначення Карпатського регіону

Воронюк Юлія Юріївна, асистент

Беспалько Руслан Іванович, кандидат біологічних наук, доцент

кафедра землевпорядкування та кадастру

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна

Анотація. Проаналізовано сучасний стан земель сільськогосподарського призначення в Карпатському регіоні та проблеми їх раціонального використання. Розглянуто методико-технологічні аспекти забезпечення такого використання. Досліджено актуальність системного підходу для розв'язання проблем сільськогосподарського землекористування в регіоні та прийняття рішень.

Ключові слова: *землі сільськогосподарського призначення, Карпатський регіон, раціональне використання, методико-технологічні аспекти, система.*

Вступ. Землі сільськогосподарського призначення стратегічний та один з найбільш важливих ресурсів України. Сучасний розвиток земельних відносин, запровадження земельної реформи, недосконалість законодавчо-нормативної бази, прямо впливають на рівень та ефективність використання земель сільськогосподарського призначення. Основні механізми використання земель досліджуваної категорії земель, які були передбачені земельною реформою, на практиці та в часі продемонстрували посередні результати, безпорадність в умовах ринкової економіки та необхідність впровадження нових засад управління земельними ресурсами.[2,6] Це зумовлює необхідність постійного наукового моніторингу та розробки безлічі науково-технічних підходів, методик, які б обґрунтували раціональність використання земель сільськогосподарського призначення. Особливої уваги потребують сільськогосподарські землі, що розташовані в Карпатському регіоні, оскільки раціональність та ефективність їх використання, залежить від притаманних лише йому природно-кліматичних, рельєфних, геолого-геоморфологічних особливостей і ряду інших факторів, які значно відрізняються від загальнодержавних.

Аналіз досліджень та публікацій. Проблеми раціонального використання земельних ресурсів висвітлено в працях багатьох науковців: І.К. Бистряков, В.М. Будзяк, А.А. Варламов, Д.С. Добряк, Й.М. Дорош, П.Г. Казьмір, О.П. Канаш, П.Ф. Кулинич, А.Г. Мартин, Л.Я. Новаковський, С.О. Осипчук, А.Я. Сохнич, А.М. Третяк. Дослідження, що стосуються проблем ефективного та екологічно безпечного використання земель сільськогосподарського призначення Карпатського регіону розглянуто в працях Р.Р. Білика, А.М. Третяка, М.В. Щурика та ін. Проте, методико-технологічні алгоритми забезпечення раціонального використання земель даної категорії, залишаються не вивченими і тому потребують подальших досліджень.

Мета та завдання. Метою даної роботи є обґрунтування сутності методико-технологічних проблем, аналіз їх складових частин і можливості застосування для забезпечення раціонального використання земель сільськогосподарського призначення Карпатського регіону. Передбачено виконання наступних завдань:

– проаналізувати сучасні проблеми забезпечення раціонального використання земель сільськогоспо-

дарського призначення та їх особливості в Карпатському регіоні;

– запропонувати систему складових частин охорони земель сільськогосподарського призначення;

– обґрунтувати основні методико-технологічні показники забезпечення раціонального використання земель сільськогосподарського призначення в Карпатському регіоні.

Матеріали та методи досліджень. Законодавчо-нормативна база в галузі використання земель, основу якої становить Земельний кодекс України, не зазначає чіткого визначення сутності поняття раціональне використання земель. Це створює перешкоди в розумінні землевласниками та землекористувачами значення та важливості забезпечення такого використання земель сільськогосподарського призначення. Однак, в статті 205 Земельного кодексу України, зазначено зміст економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель.[1] Це тільки один факт з безлічі інших, які доводять недосконалість та неповноту законодавчо-нормативної бази у сфері земельних ресурсів, який має негативні наслідки.

Аналіз праць багатьох українських вчених у галузі раціонального землекористування дає підстави вважати, що раціональне використання земель сільськогосподарського призначення повинне включати комплекс методико-технологічних, екологічних, економічних та організаційних аспектів. В умовах Карпатського регіону дана проблематика набуває ще більшої комплексності та потребує врахування особливостей цієї території.

У процесі дослідження нами були використані такі методи наукового пізнання як: монографічний метод – для вивчення та узагальнення існуючих наукових підходів до вирішення проблеми раціоналізації використання земель сільськогосподарського призначення та виявлення причинно-наслідкових зв'язків розвитку цієї проблеми; системний та структурно-функціональний підходи – для аналізу використання земель сільськогосподарського призначення як системи, яка містить велику кількість елементів та складових частин, які мають певне функціональне призначення; методи аналізу та синтезу – при обґрунтуванні висновків та пропозицій.

Результати та їх обговорення. В умовах сьогодення стан земель сільськогосподарського призначення Карпатського регіону можна охарактеризувати як

критичний з тенденцією до погіршення. Така ситуація спричинена низкою факторів: правових, економічних, організаційних, природно-кліматичних, екологічних, геолого-геоморфологічних, соціальних та ін.

В складі Карпатського регіону перебувають чотири області України: Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська і Чернівецька. Площа сільськогосподарських угідь у володінні та користуванні сільськогосподарських підприємств і господарств населення є найвищою у Львівській області – 1025,1 тис. га, тоді як в Івано-Франківській – 493,3 тис. га, в Чернівецькій – 450,1 тис. га відповідно, і найнижчий показник в Закарпатській області – 401,3 тис. га. [4] Варто зазначити, що області досліджуваного регіону мають найнижчі в Україні показники землезабезпеченості сільськогосподарськими угіддями з розрахунку на одного жителя (табл.1).

З таблиці 1 видно, що в Карпатському регіоні найбільше сільськогосподарських угідь припадає на одного мешканця у Чернівецькій області – 0,5 га, в тому числі ріллі – 0,36 га, дещо нижчий показник у Львівській області – 0,4 га сільськогосподарських угідь та ріллі – 0,28 га, ще нижчі показники в Івано-Франківській – 0,36 га сільськогосподарських угідь, в тому числі ріллі – 0,27 га, та Закарпатській – 0,32 га сільськогосподарських угідь і 0,15 га - ріллі відповід-

но. В середньому по Карпатському регіоні, на одного мешканця припадає сільськогосподарських угідь – 0,40 га, в тому числі ріллі – 0,26 га. Для порівняння, зазначимо, що в Україні ці показники становлять – 0,80 та 0,26 га відповідно.

Таблиця 1. Показники землезабезпеченості населення Карпатського регіону станом на 1 січня 2012 року*

Область	Площа на одного мешканця, га	
	Сільськогосподарських угідь	Ріллі
Закарпатська	0,32	0,15
Івано-Франківська	0,36	0,27
Львівська	0,40	0,28
Чернівецька	0,50	0,36
Карпатський регіон	0,40	0,26
Україна	0,80	0,68

*Розраховано за даними: [4, с. 236-237; 3 с.11]

Аналізуючи динаміку змін площ сільськогосподарських угідь в Карпатському регіоні за період 1990-2013 рр., простежується стійка тенденція їх зменшення. Так, за 23 роки площа сільськогосподарських угідь на досліджуваній території зменшилася на 10,5 % [4].

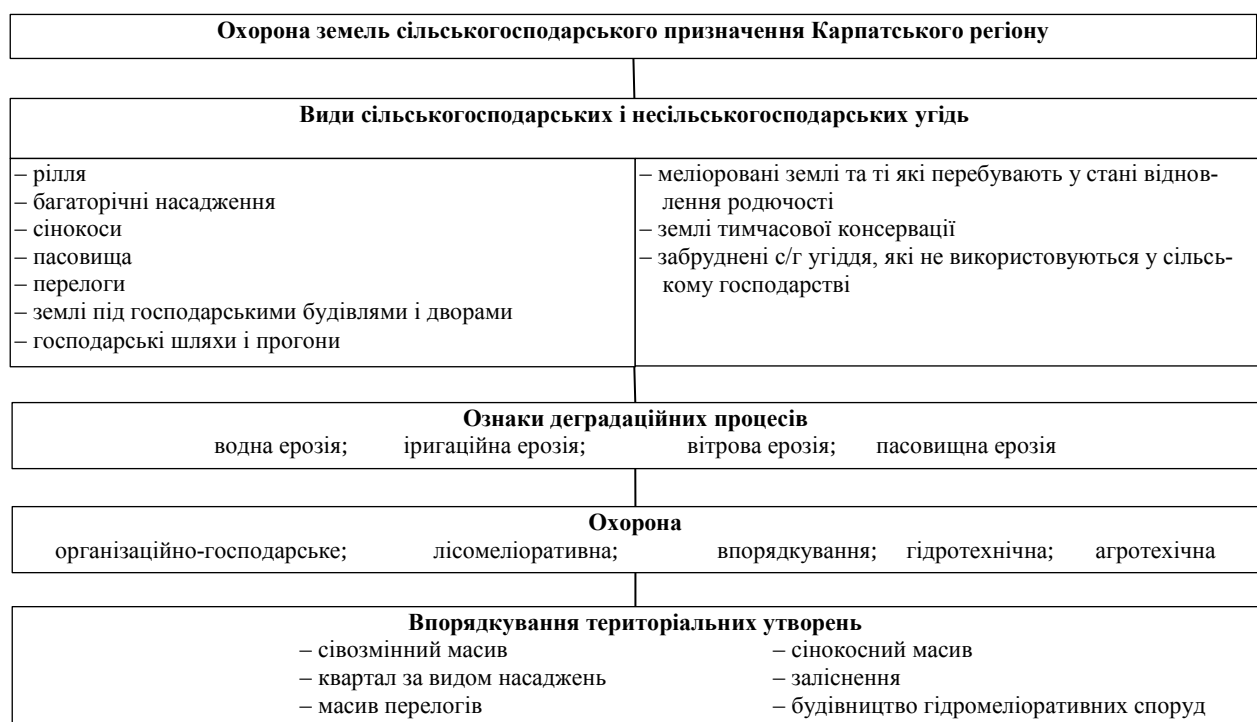


Рис. 1. Система охорони земель сільськогосподарського призначення Карпатського регіону

Сьогодні є загальновідомим той факт, що земельна реформа, не виправдала покладених на неї сподівань, як підтверджують вище наведені цифри, і не вирішила одного з найважливіших завдань – забезпечення раціонального, екологічно безпечного та ефективного використання земель сільськогосподарського призначення та їх охорони. Розпаювання земель колективної власності проводилося без врахування особливостей Карпатського регіону, а також не були вилучені з обігу деградовані й малопродуктивні землі, які потре-

бували консервації. Природні умови і рельєф досліджуваної місцевості, сприяють змиву і розмиву ґрунтів. Території, де було проведено протиерозійні і меліоративні заходи - розпайовані, виникла надмірна подрібненість земель, тому належний догляд за такими ділянками не ведеться.

На нашу думку, землі сільськогосподарського призначення необхідно розглядати як систему і приймати управлінські рішення, враховуючи повний комплекс показників, які мають максимальний чи мінімальний

вплив на забезпечення раціонального використання земель. В залежності від ступеня впливу певних показників на досліджувану нами проблему, в структурі елементів системи, вони розміщуються на відповідному рівні. Важливою характеристикою системи є її структура, під якою в теорії систем розуміється тип взаємин і взаємодій елементів, зв'язок системи, їхня впорядкованість й організація, що зберігається при всіх змінах системи й руйнується разом з нею.[5] Як нами вже було зазначено вище – землі сільськогосподарського призначення, є системою за своєю суттю і тому логічним є застосування системного підходу.

Забезпечення раціонального та ефективного використання земель сільськогосподарського призначення завжди нероздільно розглядається з їх охороною. Так, науково та методико-технологічно обґрунтована система охорони земель повинна оцінювати необхідні процеси не ділячи їх на складові (рис. 1).

Дана система чітко показує об'єкт, на який спрямовуватимуться заходи охорони, проблеми, які існують на досліджуваній території і шляхи їх вирішення. Методико-технологічний аспект забезпечення раціонального використання земель сільськогосподарського призначення Карпатського регіону в своїй основі передбачає розробку систем показників, елементів та факторів, які мають багаторівневу структуру і взаємозв'язки між собою. Це дозволяє одночасно оцінити всі елементи, що створюють і впливають на проблему та розробити спрощений варіант її вирішення та застосування на практиці.

Рациональне використання земель має передбачати гармонізацію взаємодії суспільства з використанням природного ресурсу - землі, та розробку економічних механізмів її екологічно безпечної експлуатації. Реалізація цього положення на практиці справа не з легких, як видно з сучасного стану земель на досліджуваній території, адже ситуація вимагає поєднати практично важко поєднуване. Ми вважаємо, для вирішення проблеми доречно використати системний підхід і розглядати гармонізацію суспільства і землі, з одного боку, та економічні механізми екологобезпечної експлуатації землі з іншого, як дві великі системи, які потребують структуризації та врахування всіх їх складових елементів. Перша із зазначених систем розглядатиме проблеми антропогенного впливу на землі сільськогосподарського призначення, інша – екологічні ризики, які притаманні даній місцевості, їх подолання і створення екологічно безпечного та економічно вигідного середовища. Наступний етап роботи з системами передбачає їх оптимізацію: визначення найбільш пріоритетних та дієвих на практиці напрямків вирішення проблеми раціоналізації використання земель сільськогосподарського призначення. В

результаті аналізу оптимізованих систем, розробляються науково і технологічно обґрунтовані пропозиції щодо забезпечення раціонального та ефективного використання земель сільськогосподарського призначення Карпатського регіону, враховуючи його природно-кліматичні, рельєфні, геолого-геоморфологічні та інші особливості. Зокрема, на досліджуваній території передбачається здійснення: 1) організаційних заходів – оптимізація структури сільськогосподарських угідь і несільськогосподарських угідь; 2) агро меліоративних заходів – протиерозійні способи обробітку ґрунту, відновлення його родючості; 3) проведення лісомеліоративних заходів – лісові насадження, які здійснюють водорегулюючу, протиерозійну, санітарно-гігієнічну та інші екологічні функції; 4) застосування гідротехнічних заходів – створення гідротехнічних споруд, які перешкоджатимуть утворенню на схилах великих об'ємів дощових і талих вод.

Висновки. Аналіз сучасного стану земель сільськогосподарського призначення в Карпатському регіоні та методи їх використання, дає підстави вважати, що жодні з проведених заходів передбачених, зокрема, земельною реформою не дали результатів. Досліджувана місцевість характеризується високими екологічними ризиками в силу своїх природно-кліматичних умов і потребує застосування таких науково-обґрунтованих методів та підходів розроблених з технологічної точки зору, які б забезпечили раціоналізацію використання земель сільськогосподарського призначення, вирішивши при цьому комплекс супутніх завдань. Дані землі пропонується розглядати як систему взаємозалежних елементів, показників, чинників та факторів, які прямо або опосередковано впливають на забезпечення раціонального використання сільськогосподарських земель. Складові системи мають багаторівневу структуру та зв'язки, аналіз яких дозволяє оптимізувати всю систему сільськогосподарського землекористування регіону за видами основних завдань, які потребують вирішення. Ці завдання являють собою сутність визначення раціонального використання земель – гармонізацію взаємодії суспільства і землі, та розробку економічно доцільних механізмів екологічно безпечного її використання.

Врахування подібних методико-технологічних аспектів забезпечення використання раціонального використання земель сільськогосподарського призначення Карпатського регіону, сприяють пошуку оптимальних та реально дієвих рішень цієї проблеми на практиці. Крім того, заходи передбачені цими рішеннями, дозволять мінімізувати і попередити екологічні ризики деградації ґрунтів, та підвищити ефективність використання земель сільськогосподарського призначення в регіоні.

ЖИТЕПАТҮПА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Земельний кодекс України (з останніми змінами і доповненнями) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
Zemel'nyi kodeks Ukrainy (z ostannimyi zminamy i povnenniamy)
[Land Code of Ukraine] / [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> 2.
Зось-Кіор М. Результати та перспективи земельної реформи в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://confiapv.at.ua/publ/konf_26_27_kvitmja_2012_r/sekcija

- 5_ekonomichni_nauki/rezultati_ta_perspektivi_zemelnoji_reform
i_v_ukrajini/41-1-0-1791
- Zos'-Kior M. Rezul'taty ta perspektyvy zemel'noi reformy v Ukraini [Results and prospects of land reform in Ukraine] / [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: http://confiapv.at.ua/publ/konf_26_27_kvitnja_2012_r/skicija_5_ekonomichni_nauki/rezultati_ta_perspektivi_zemelnoji_reformi_v_ukrajini/41-1-0-1791

3. Регіони України: Статистичний збірник 2012. / за ред. О.Г. Осауленка. – Частина I. – К.: Державна служба статистики України, 2012. – 310 с.

Regiony Ukrainy: Statystychnyi zbirnyk 2012 [Regions of Ukraine: Statistical collection 2012] / za red. O.G. Osauleuka. – Chastyna I. – K.: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2012. – 310 s.

4. Сільське господарство України за 2012: Статистичний збірник / за ред. Н.С. Власенка. – К.: Державна служба статистики України, 2013. – 402 с.

Sil's'ke gospodarstvo Ukrainy za 2012: Statystychnyi zbirnyk [Agriculture of Ukraine for 2012: Statistical collection] / za red. N.S. Vlasenka. – K.: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2013. – 402 s.

5. Черняга П.Г. Модель оцінки небезпечних фізико-геологічних процесів на сформованих землекористуваннях в населених пунктах / Т.В. Бухальська, А.В. Люсак // Сучасні

досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наук. праць Зх. геодезичного т-ва УТГК. – 2009. – Вип. 1 (17). – С. 278 – 288.

Cherniaga P.G. Model' otsinky fizyko-geologichnykh protsesiv na sformovanykh zemlekorystuvanniakh v naselenykh punktakh [Assessment model of dangerous physical and geological processes on the created land-tenures in settlements] / T.V. Bukhal's'ka, A.V. Liysak // Suchasni dosiagnennia geodezychnoi nauky ta vyrobnytstva: zb. nauk. prats' Zkh. Geodezychnogo t-va UTGK.- 2009. – Vyp. 1 (17). – S. 278 – 288.

6. Шурик М.В. Трансформація земель сільського господарства Карпатського макрорегіону / М.В. Шурик. – Чернівці: КНИГИ–XXI, 2005. – 352 с.

Shchuryk M.V. Transformatsia zemel' sil's'kogo gospodarstva Karpats'kogo makroregionu [Transformation of agriculture lands for the Carpathian macroregion] / M.V. Shchuryk. – Chernivtsi: KNYGY–XXI, 2005. – 352 s.

Voroniuk Yu.Yu., Bepal'ko R.I. Methodological and technical aspects of ensuring rational agricultural lands usage for the Carpathian region

Abstract. The current state of agricultural lands in the Carpathian region and problems of it's rational use is analysed. Methodological and technical aspects of ensuring rational land usage are considered. Relevance of system approach for the solution of agricultural land problems usage in the region and decisions-making are investigated.

Keywords: agricultural lands, Carpathian region, rational usage, methodological and technical aspects, system

Воронюк Ю.Ю., Беспалько Р.И. Методико-технологический аспект обеспечения рационального использования земель сельскохозяйственного назначения Карпатского региона.

Аннотация. Проанализировано современное состояние земель сельскохозяйственного назначения в Карпатском регионе и проблемы их рационального использования. Рассмотрены методико-технологические аспекты обеспечения такого использования. Исследована актуальность системного подхода для решения проблем сельскохозяйственного землепользования в регионе и принятия решений.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, Карпатский регион, рациональное использование, методико-технологические аспекты, система

Editor-in-chief: Dr. Xénia Vámos

The journal is published by the support of
Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Eastern Europe

Készült a Rózsadomb Contact Kft nyomdájában.
1022 Budapest, Balogvár u. 1.
www.rcontact.hu