



BEU
BAKU ENGINEERING UNIVERSITY

ISSN 2521-6376

Volume 2
Number 1
2018

Journal of Baku Engineering University

**MECHANICAL
AND INDUSTRIAL
ENGINEERING**

Journal is published twice a year
Number-1. June, Number-2. December

An International Journal

<http://journal.beu.edu.az>

Founder

Havar Mammadov

Editor-in-chief

Niftali Qocayev

Co - Editor

Yadullah Babayev

Editorial advisory board

Amrulla Agamaliyev (Baku State University, Azerbaijan)
Anatoliy Palmov (Sank- Petersburg Technical University, Russia)
Igor Kiyko (Moscow State University, Russia)
Ismail Fidan (USA, Tennessee, Technical University)
Gelani Panahov (National Academy of Science, Azerbaijan)
Garib Murshudov (York Akademy,UK, London)

Hamed Sari-Sarraf (Texas Technik University,USA)
Mugammed Mehdiyev (Baku State University, Azerbaijan)
Suleyman Karadeniz (Turkey , 9 Eylul University)
Remzi Varal (Suleyman Demirel University, Turkey)
Vladimir Gudramovic (Dnepropetrovsk State University, Ukraine)
Vagif Mirsalimov (Azerbaijan Technical University, Azerbaijan)

International Advisory board

Abdullah Sofiyev (Suleyman Demirel University, Turkey)
Abusamat Abusattarov (Uzbekistan, Tashkent State University)
Ertugrul Durak (Turkey, Suleyman Demirel University)
Fatih Oncul (USA, Sothern Polytechic State University)
Fuad Latifov (Azerbaijan, National Academy of Science)
Latif Talibli (Azerbaijan, Azerbaijan National Aviation Academy)
Musa Ilyasov (Azerbaijan, Azerbaijan National Aviation Academy)
Mustafa Toparli (Turkey, Dokuz Eylul University)
Nariman Rasulov (Azerbaijan, Azerbaijan Technical University)
Nikolay Leontyev (Russia, Moscow State University of Civil Engineering)
Rudolf Berqman (Israel, Tel-Aviv University)

Shakir Mammadov (Azerbaijan, Azerbaijan University of Architecture and Construction)
Sunkay Akbarov (Yildiz Technical University, Turkey)
Tarik Chakar (Turkey, Sakarya University)
Telman Alimjanov (Kazakistan, Alma-Ata State University)
Ugurlu Nadirov (Azerbaijan, Azerbaijan Technical University)
Vagif Hacıyev (Azerbaijan, National Academy of Science)
Vitali Paymushin (Tataristan, Kazan Aviation Academy)
Vladimir Gudramovich (Ukraine, Dnepropetrovsk State University)
Vladimir Starovoytov (Belarus, Minsk State University)
Yuri Konoplyov (Tataristan, Kazan State University)
Ziraddin Mammadov (Turkey, Harran University)

Executive Editors

Shafag Alizade

Assistant Editors

Parviz Hasanov
Gulnara Akhverdiyeva

Design

Ilham Aliyev

Contact address

Journal of Baku Engineering University
AZ0102, Khirdalan city, Hasan Aliyev str. 120, Absheron, Baku, Azerbaijan

Tel: 00 994 12 - 349 99 66/78 **Fax:** 00 994 12 349-99-90/91

e-mail: journal@beu.edu.az

web: <http://journal.beu.edu.az>

facebook: [Journal Of Baku Engineering University](https://www.facebook.com/Journal-Of-Baku-Engineering-University)

Copyright © Baku Engineering University

ISSN 2521-6376

ISSN 2521-6376



Journal of Baku Engineering University

**MECHANICAL AND
INDUSTRIAL ENGINEERING**

Baku - AZERBAIJAN

Journal of Baku Engineering University

MECHANICAL AND INDUSTRIAL ENGINEERING

2018. Volume 2, Number 1

CONTENTS

EVALUATION OF MASONRY STRUCTURES BEHAVIOR UNDER SEISMIC FORCES VIA LABORATORY SCALE EXPERIMENTS

Ömer Mercimek, Yaşar Erbaş _____ 3

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ СКОРОПОРЯЖИХСЯ ГРУЗОВ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

Фаддеева Е. Ю., Мамедов Б. А., Шарифли Э. В., Кузьмичева Е. О. _____ 13

COMPARISON OF RETROFITTED AND URM STRUCTURES IN TERMS OF SEISMIC PERFORMANCE AFTER MAJOR EARTHQUAKES

Yaşar Erbaş, Ömer Mercimek _____ 19

YENİ KONSTRUKTİV İCRALI BALANSİRSİZ MANCANAQ DƏZGAHININ KİNEMATİK PARAMETRLƏRİNƏ CƏM KONSTRUKTİV VƏ TEXNOLOJİ XƏTALARIN TƏSİRİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

B.B. Əhmədov _____ 26

METAL OVUNTULARI ÜFÜRMƏKLƏ PALADIN ÇALOVDA OKSİGENSİZLƏŞDİRİLMƏSİ

Babanlı M.B., Kərimov R.İ., Bayramov A.T. _____ 33

İKİPİLLƏLİ SİLİNDRİK DİŞLİ ÇARX REDUKTORLARININ MİNİMAL KÜTLƏ MEYARINA GÖRƏ OPTİMALLAŞDIRILMASI

H.İ. Mirzəyev, Ş.B. Çərkəsov, O. Hüseyinov _____ 41

QORUYUCU QAZIMA BORU POLADLARINDA YARANAN QÜSURLARIN TƏHLİLİ

Kərimov R.İ. _____ 47

OVUNTULARI ÜFÜRMƏKLƏ ÇALOVDA POLADIN KÜKÜRDSÜZLƏŞMƏ PROSESİNİN TERMODİNAMİKASININ TƏHLİLİ

Babanlı M.B., Kərimov R.İ., Bayramov A.T. _____ 55

MÜXTƏLİF SİNİFLİ YANGINLARIN SÖNDÜRÜLMƏSİNDƏ İSTİFADƏ OLUNAN YANGINSÖNDÜRÜCÜ VASİTƏLƏRİN EKOLOJİ CƏHƏTDƏN ZƏRƏRLİ TƏSİRLƏRİNİN TƏHLİLİ

M.Ə. Qurbanova _____ 64

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ СПРОСОМ

Д. Г. Мороз, Э. В. Шарифли _____ 70

UOT: 624.042.7;624.01:550.34

EVALUATION OF MASONRY STRUCTURES BEHAVIOR UNDER SEISMIC FORCES VIA LABORATORY SCALE EXPERIMENTS

Ömer MERCİMEK^{1,2}, Yaşar ERBAŞ^{3,4}

¹Gazi University, Department of Civil Engineering, Ankara, TURKEY

²Ankara YıldırımBeyazıt University, Department of Civil Engineering, ANKARA
omercimek@ybu.edu.tr

³Middle East Technical University, Department of Civil Engineering, Ankara, TURKEY

⁴Bartın University, Department of Civil Engineering, Bartın, TURKEY
yasar.eras@metu.edu.tr

ABSTRACT

A number of studies have been carried out with the aim of determining the behavior of masonry structures under different loading conditions. Among these loadings, seismic forces are the first and the most important types come to mind due to their devastating effects (in-plane effect, out-of plane effect, etc.) on masonry structures. In this study, lab scale experiments mentioned in the literature have been investigated to figure out the behavior of masonry structures against inertial forces. The experimental methods and results incidental to these studies are referred. Some studies on the shaking table are presented to determine the damage distribution of the whole structure.

Keywords: Masonry structures; Lab scale test, In-plane and Out-of-plane behavior.

ОЦЕНКА ПОВЕДЕНИЯ КИРПИЧНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ СИЛ С ПОМОЩЬЮ ЛАБОРАТОРНЫХ МАСШТАБНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

РЕЗЮМЕ

Были проведены ряд исследований с целью определения поведения кирпичных сооружений при различных условиях нагружения. Среди этих нагрузок сейсмические силы являются главными и наиболее важными, которые приходят на ум из-за их разрушительных воздействий (эффект в плоскости, эффект вне плоскости и т. д.) на кирпичные сооружения. В этом исследовании были проведены лабораторные масштабные эксперименты, упомянутые в литературе, для выяснения поведения кирпичных сооружений при воздействии инерционных сил. Приводятся экспериментальные методы и результаты, относящиеся к этим исследованиям. Представлены некоторые исследования по вибрационному столу, для определения распространения повреждения по всему сооружению.

Ключевые слова: Кирпичные сооружения; Лабораторный масштабный тест, Поведение в плоскости и вне плоскости.

LABORATORIYA MIQYASLI EKSPERIMENTLƏR YARDIMI İLƏ SEYSMIK QÜVVƏLƏRƏ MƏRUZ QALAN KƏRPIÇ QURĞULARIN DAVRANIŞININ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

XÜLASƏ

Müxtəlif yükləmə şəraitində kərpiç qurğuların davranışını müəyyən etmək üçün bir sıra tədqiqatlar aparılmışdır. Bu yüklər arasında seysmik qüvvələr kərpiç qurğularına olan dağıdıcı təsirlərinə görə (müstəvidə təsir, fəzada təsir və s.) əsas və ən vacibidir. Bu tədqiqatda, atalet qüvvələrə məruz qalan kərpiç qurğuların davranışını aydınlaşdırmaq üçün ədəbiyyatda qeyd olunan laboratoriya miqyaslı eksperimentlər aparılmışdır. Bu tədqiqatlarla bağlı eksperimental metodlar və nəticələr təqdim edilmişdir. Qurğu üzrə zədələrin yayılmasını təyin etmək üçün vibratör masa üzərində bəzi tədqiqatlar təqdim edilmişdir.

Açar sözlər: kərpiç binaları; Laboratoriya miqyaslı test, Plane və off-plane davranış.

Introduction

Masonry structures have been started to build since ancient times. Masonry temples, mosques and government buildings that were built in old times and still existing prove this

knowledge. It is known that many of these masonry structures were constructed by the experiences of the builders, without regard to any regulations or principles. However, in the recent period, regulations about design principles of masonry structures and evaluation of behavior during the earthquake have been established. They are being tried to be developed. In Turkey and most of other countries, many experimental, analytical and numerical studies have been carried out both for the evaluation and development of these regulations and for the investigation of the earthquake behavior of old masonry structures. In this study, experimental works are usually included. Also, some analytical and numerical results have also been included to make comparisons. The studies usually examine out-of-plane, in-plane and damage distribution behaviors during the earthquake. In-plane behavior, which is behavior in the earthquake direction, has been studied by many researchers. Within the scope of this study, only four studies were considered. In Magenes and Calvi (1992), an experimental program on seismic behaviors of old brick walls was presented. Shear and compression tests on full-scale walls had done extensive research on the basic material mechanical parameters. The relationship of aspect ratio and different failure modes to a wall shear strength were discussed. Moreover, Magenes and Calvi (1997) handled the problems of evaluation of strength, deformability, and energy dissipation capacity of unreinforced brick masonry walls, within the context of seismic assessment of existing buildings. Tomazevic and Klemenc (1997) investigated the seismic behavior of confined walls. To develop method for modeling the seismic behavior of confined walls, test results of walls with a h/l ratio 1.5 and 1:5 scale were used. The last study about in-plane behavior Parisi and Augenti (2012) intended at providing a simplified methodology to assess the effects of irregularities on the in plane seismic capacity of unreinforced masonry (URM) walls with openings. Also, out-of plain behavior, which is behavior in the direction perpendicular to earthquake direction, has been studied by many researchers. In this study, only three studies were considered. Griffith et al. (2004) tested fourteen unreinforced brick masonry walls. The test program included static, free-vibration, and dynamic tests using harmonic support, impulse support, and earthquake support motion. Besides, Lonhoff et al. (2017) and Abrams et al. (2017) made a literature review and made some suggestions for out of plane behavior of masonry structures. To provide a comprehensive overview of out of plane behavior, these two journals are selected. Furthermore, shanking table tests conducted by Yi et al. (2006) and Lourenço et al. (2013) have been examined to make inferences about the behavior and damage distribution of the whole structure under seismic forces.

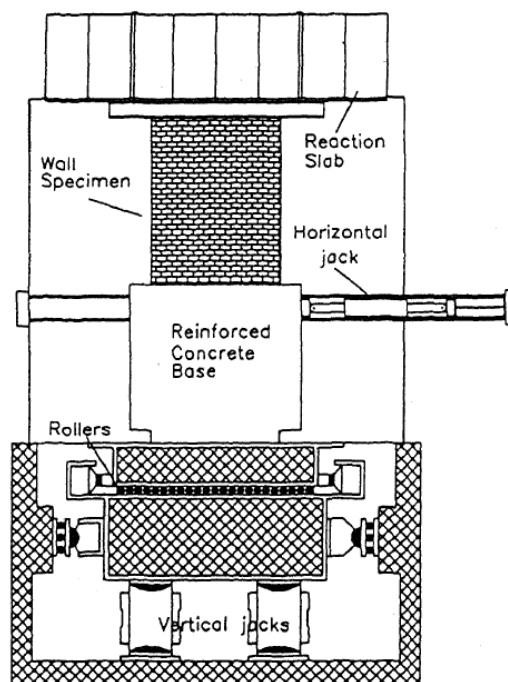
In-Plane Behavior

Material properties are the most important parameter in the behavior of masonry structures. For in-plane behavior, the material properties as well as the vertical loads and geometry of the wall become important. Taking these variables into account, Magenes and Calvi (1992) conducted 5 full scale tests and preliminary experiments of bricks, mortar, mortar joints and wallets. 5 full scale walls having a width $d = 1.5$ m and a thickness $t = 0.38$ m, with a height h of 2 m (three walls) and 3 m (two walls). The purpose was to perform one preliminary monotonic test, and to explore two values of aspect ratio and two values of nominal vertical compression stress σ_m (0.4 and 1.2 MPa). These walls were tested with the system shown in Figure 1. As a result of the experiments different failure modes were observed.

Wall MI1m and MI1, $h = 2$ m, $\sigma_m = 1.2$ MPa. Wall MI1m was tested monotonically, wall MI1 cyclically. The maximum horizontal load corresponded to the first diagonal crack, and

decreased rapidly to a lower value. The failure mode concerned mainly the mortar beds, with slight damage in the bricks. Wall MI2, $h = 2$ m, $\sigma_m = 0.4$ MPa. The first failure was due to a shear sliding mechanism located at the top mortar layer, with an apparent friction coefficient between 0.57 and 0.65. Thanks to the axial load increment the horizontal load also increased up to the formation of diagonal cracks. The post peak behaviour was similar to case MI1. Wall MI3, $h = 3$ m, $\sigma_m = 1.2$ MPa. The failure mode involved sub-vertical cracks started in the central area of the panel, with extensive brick damage. The cracks extended slowly, cycle after cycle, with a correspondent gradual strength deterioration. Wall MI4, $h = 3$ m, $\sigma_m = 0.4$ MPa. The mortar joints collapsed, allowing the formation of two wide diagonal cracks. The increment of the vertical load was in this case critical to avoid a flexural failure. The overall cyclic behavior seems to be strongly affected by the different failure mechanisms.

Figure 1. Test setup of Magenes and Calvi.

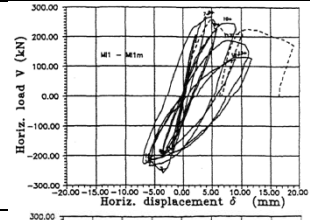
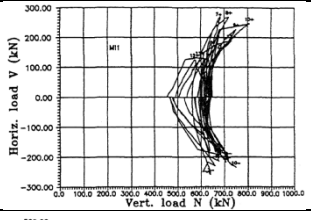
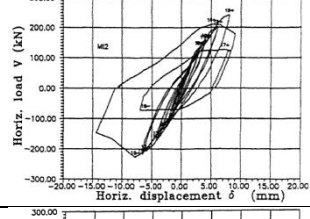
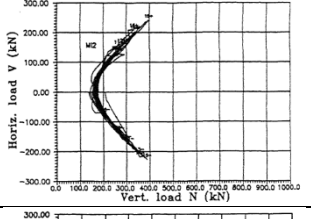
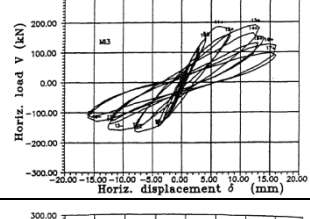
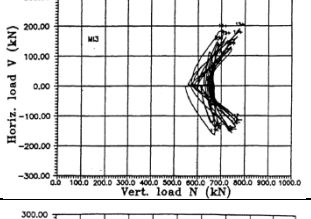
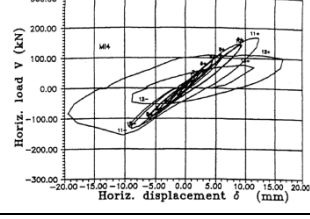
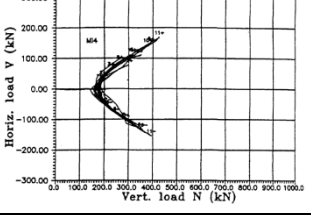


The horizontal load and horizontal displacement plots for all walls are shown in Table 1. Besides, the horizontal and vertical load plots of all the walls are shown in Table 1.

As can be understood from Table 1, while WI4 is failed wall with the greatest displacement at the lowest load, WI1 is failed wall with the lowest displacement at the greatest load. During the experiment the vertical load was not kept constant due to the motion of the wall plane, but this condition is recorded and shown in Table 1. Considering this information, the following deductions can be made;

- Shear strength is directly proportional to vertical stress. In other words, a masonry wall has higher shear strength at lower floors.
- In constant wall thickness, wall height and shear strength are inversely proportional. So, the more slender walls ($h/d = 2$) have shown apparently a shear strength sensibly lower than the squatter walls ($h/d = 1.34$), for the same axial action. It is possible to overcome the shear strength in floors which are used for commercial purposes and whose floor height is higher than the other floors.

Table 1. Properties of walls and test results

Walls	h(m)	t(m)	σ_v (MPa)	Load Type	Horz. Load-Displacement	Horz. Load-Vertical Load
MI1m- MI1	2	0.38	1.2	Mono Cyclic		
MI2	2	0.38	0.4	Cyclic		
MI3	3	0.38	1.2	Cyclic		
MI4	3	0.38	0.4	Cyclic		

Besides these inferences, the collapse modes of the walls are also important. Magenes and Calvi (1992) encountered two different failure modes of the walls in their experiments;

- In a lower axial action, frictional failure of the mortar joints, and
- In a higher axial action, tensile cracking of bricks.

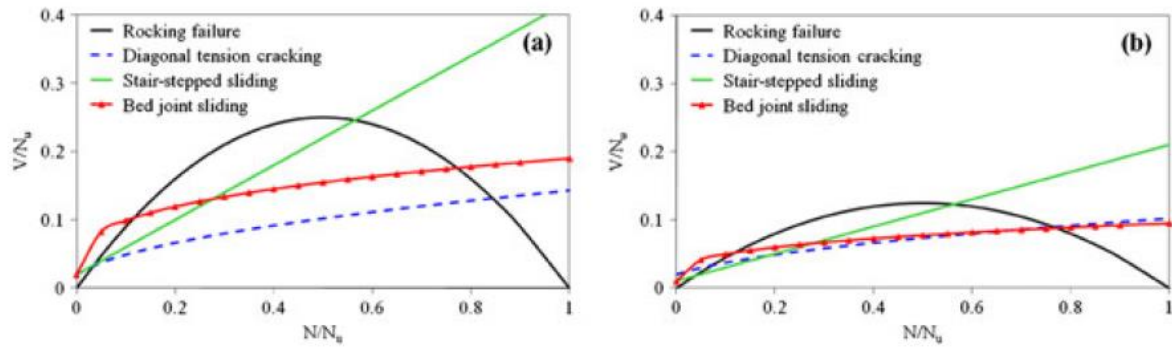
After five years, again, Magenes and Calvi (1997) proposed three failure modes: rocking failure, shear cracking and sliding. On the other hand, Parisi and Augenti divided the sliding mechanism into two parts: bed-joint sliding and stair-stepped sliding. In-plane mechanisms of Parisi and Augenti is shown in Table 2. Also, Table 2 provides some formulations and explanations of the failure mechanisms. An application for $\beta = \gamma = 0.02$ and same support type (fixed-fixed) is shown in Figure 2. Here, it is also possible to see the importance of the slenderness ratio.

Until now, unreinforced plain masonry structures have been studied. However, there are also confined walls in masonry structures. Tomazevic and Klemenc (1997) examined the seismic behavior of these walls. Confined masonry walls is shown in Table 3. with h/l ratio 1.5, made at 1:5 scale, were tested under seismic lateral load and vertical load.

Table 2. Some information about failure models

Failure Mode	Image of failure mode	Lateral strength corresponding failure mode	Ultimate strength and meaning of symbols
rocking failure		$V_{tc} = \frac{d}{2l_0}(1 - \bar{N}_d)N_d$	$V_u = \min\{V_{tc}, V_{dt}, V_{sd}, V_{bj}\}$ <p>N_d, axial force</p> <p>\bar{N}_d, normalized to the ultimate axial force</p> <p>l_0, distance between the section where the flexural capacity is attained and the contraflexure point</p> <p>β, ratio between diagonal shear strength at zero confining stress and uniaxial compressive strength of masonry</p> <p>p, shear stress distribution factor</p> <p>γ, ratio between sliding shear strength at zero confining stress and uniaxial compressive strength of masonry</p> <p>μ_a, fictitious friction coefficient equal to 0.4</p>
diagonal tension cracking		$V_{dt} = \beta N_u \sqrt{1 + \frac{\bar{N}_d}{p\beta}}$	
bed-joint sliding		$V_{sd} = \frac{1}{p}(\gamma + \mu_a \bar{N}_d)N_u$	
stair-stepped sliding		$V_{bj} = \frac{1}{p}(\gamma + 0.17\sqrt{\bar{N}_d})N_u$	

Figure 2. Limit strength domains of (a) squat macroelement and (b) slender macroelement under fixed-fixed conditions.



In this part of the study, only the confined effect has been taken into consideration since the other variables have been evaluated before. As a result of the tests, load-displacement graphs and failure modes are given in Table 3. This figure shows that; confined walls show a much better behavior than plain walls. With this information, the in-plane behavior part of the masonry structures under seismic forces is completed. Now, out-of-plane behavior of masonry structures, which is more critical than the in-plane behavior, will be discussed under seismic forces.

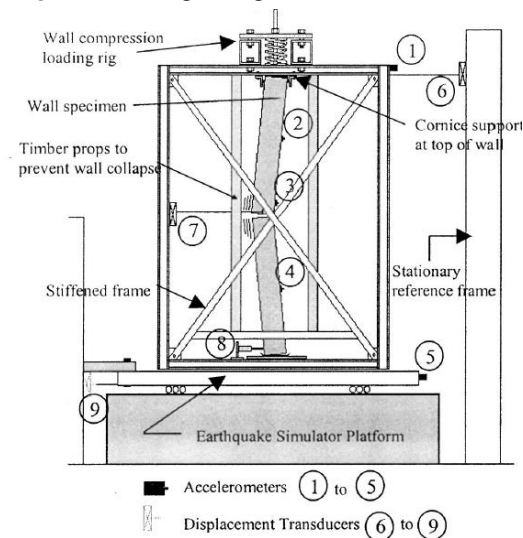
Table 3. Information about dimensions of walls and test results.

Observed Situation	Confined Masonry Wall	Plain Wall	Some Informations and Results
Dimensions and instrumentation of walls			<p>380/240/38 mm model walls, either confined at the vertical borders of the wall with 20/38 mm RC tie-columns (specimens AH) or without tie-columns (specimens BH)</p>
Typical lateral load-displacement hysteresis loops			
Typical walls after lateral resistance test			<p>Single diagonal crack developed in the case of walls BH, leading to a sudden collapse along a clearly formed diagonal failure plane at much smaller displacement amplitudes than in the case of confined masonry specimens. Typical outlook of specimens AH and BH just before, or during collapse, is shown in here.</p>

Out-Of-Plane Behavior

Out-of-plane behavior has attracted much attention in the past. Nevertheless, there is a general lack of alignment of which aspects of the seismic response that a structural model should reflect.

Figure 3. Test rig configuration of Griffith et al.



In this structural model, there are many subjects and variables to be questioned such as boundary conditions, slenderness of wall, axial stress, modeling of corners, different actions of walls, openings, effects of in-plane damage and type of analysis. In the scope of this study, some publications have been discussed in order to reveal these situations. Griffith et al. (2004) conducted out-of-plane experiments with the system shown in Figure 3. Summary of key earthquake excitation test results for 110 mm (thickness) walls are given in Table 4.

Table 4. Test Results According to Some Earthquake Scenarios

Scenarios	Displacement-time graphs	Test Results (110 mm Walls) ($\sigma_v=0$)																									
4 x Nahini		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Excitation^a</th> <th>PGD (mm)</th> <th>PWD (mm)</th> <th>PGA (g)</th> <th>PWA (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100% NH</td> <td>4.2</td> <td>9</td> <td>0.23</td> <td>0.26</td> </tr> <tr> <td>200% NH</td> <td>8.3</td> <td>21</td> <td>0.46</td> <td>0.26</td> </tr> <tr> <td>300% NH</td> <td>12.5</td> <td>28</td> <td>0.69</td> <td>0.26</td> </tr> <tr> <td>400% NH</td> <td>16.6</td> <td>32.5</td> <td>0.92</td> <td>0.26</td> </tr> </tbody> </table>	Excitation ^a	PGD (mm)	PWD (mm)	PGA (g)	PWA (g)	100% NH	4.2	9	0.23	0.26	200% NH	8.3	21	0.46	0.26	300% NH	12.5	28	0.69	0.26	400% NH	16.6	32.5	0.92	0.26
		Excitation ^a	PGD (mm)	PWD (mm)	PGA (g)	PWA (g)																					
		100% NH	4.2	9	0.23	0.26																					
		200% NH	8.3	21	0.46	0.26																					
		300% NH	12.5	28	0.69	0.26																					
400% NH	16.6	32.5	0.92	0.26																							
0.66 x El Centro		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>50% EL</td> <td>81.5</td> <td>44</td> <td>0.18</td> <td>0.27</td> </tr> <tr> <td>66% EL</td> <td>107.6</td> <td>Failed</td> <td>0.23</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>80% EL</td> <td>130.4</td> <td>Failed</td> <td>0.28</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>100% EL</td> <td>163.0</td> <td>Failed</td> <td>0.35</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	50% EL	81.5	44	0.18	0.27	66% EL	107.6	Failed	0.23	—	80% EL	130.4	Failed	0.28	—	100% EL	163.0	Failed	0.35	—					
		50% EL	81.5	44	0.18	0.27																					
		66% EL	107.6	Failed	0.23	—																					
		80% EL	130.4	Failed	0.28	—																					
		100% EL	163.0	Failed	0.35	—																					
0.8 x Pacoima Dam		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>50% PD</td> <td>27.0</td> <td>41</td> <td>0.22</td> <td>0.34</td> </tr> <tr> <td>66% PD</td> <td>35.6</td> <td>65</td> <td>0.28</td> <td>0.32</td> </tr> <tr> <td>80% PD</td> <td>43.1</td> <td>87</td> <td>0.34</td> <td>0.34</td> </tr> <tr> <td>100% PD</td> <td>53.9</td> <td>Failed</td> <td>0.43</td> <td>0.34</td> </tr> </tbody> </table>	50% PD	27.0	41	0.22	0.34	66% PD	35.6	65	0.28	0.32	80% PD	43.1	87	0.34	0.34	100% PD	53.9	Failed	0.43	0.34					
		50% PD	27.0	41	0.22	0.34																					
		66% PD	35.6	65	0.28	0.32																					
		80% PD	43.1	87	0.34	0.34																					
		100% PD	53.9	Failed	0.43	0.34																					
<p>Note: PGD=peak ground displacement; PWD=peak wall displacement; PGA=peak ground acceleration; PWA=peak wall acceleration. ^aNH=Nahanni; EL=El Centro; and PD=Pacoima Dam.</p>																											

Lönhoff et al. (2017) evaluated analytical and numerical approaches obtained as experimental results. Four different analytical models are shown in Figure 4. The comparison between these analytical models and the numerical model is made in Figure 5. From Lönhoff et al. (2017), the following deduction can be made; there is no agreement for out-of-plane behavior and new analytical and numerical models should be developed by conducting new experimental studies.

Figure 4. Analytical models: (a) Paulay; (b) Griffith; (c) DIN EN 1996; (d) KTA2201.33.

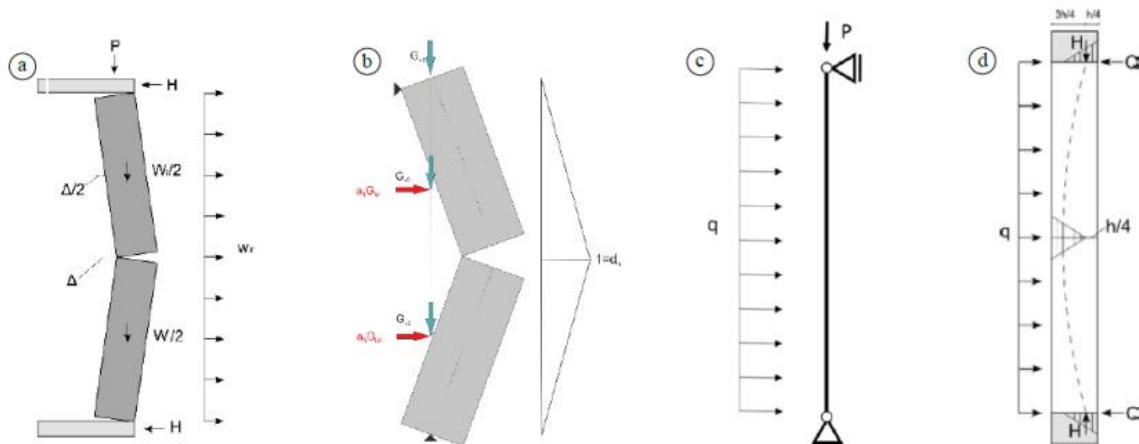
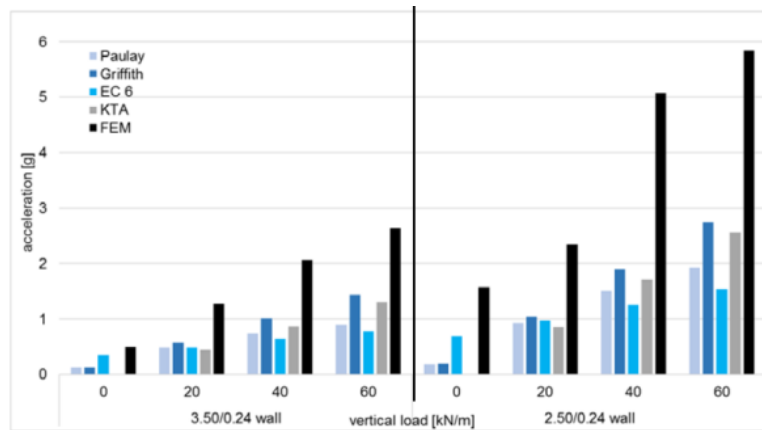



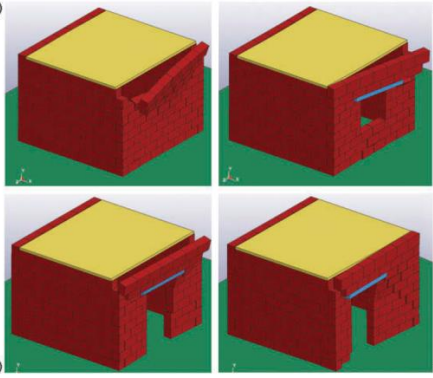
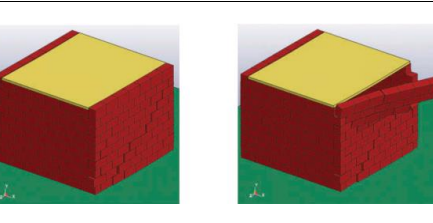
Figure 5. Comparison of the maximum accelerations from analytical and numerical analyses



Abrams et al. (2017) reviewed a number of studies in the literature and made a review of out-of-plane. The work is quite extensive. However, only a summary is given by way of Table 1.

Table 1. Brief information about Abrams et al. (2017) study

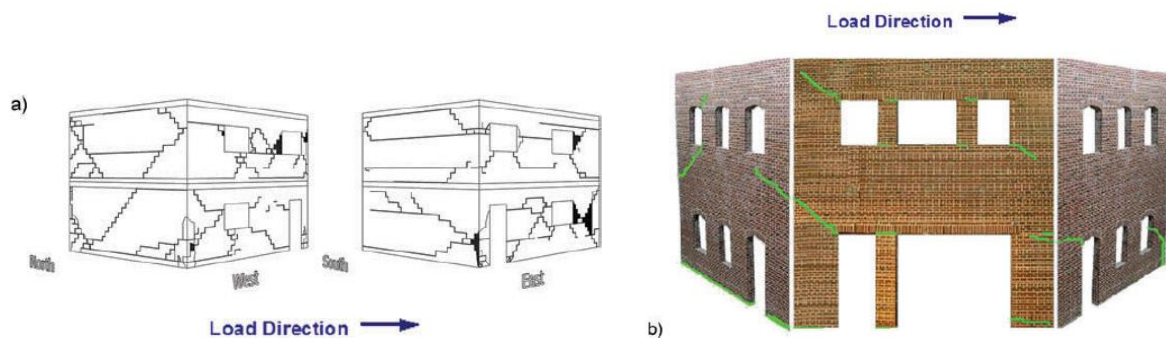
Variables	Some Figure About Out-of-Plane Behavior	Some informations
Boundary conditions	<p>$S_f=1.8$ $S_f=1$ $S_f=0.4$</p>	<p>Ground motion along X.</p> <p>As S_f grows, behavior of fixed-fixed support is approached.</p>
Walls span horizontally As well as vertically	<p>$S_f=1.8 - h/l=0.36$ $S_f=1.2 - h/l=0.72$</p>	<p>Ground motion along X.</p>
Three-dimensional effects	<p>Load Direction →</p>	<p>three-dimensional damage patterns may include damage to corners or wall intersections (this has been commonly observed as a result of strong ground shaking)</p>
Actions		<p>different inertial actions occur during the earthquake</p>
Axial stress		<p>A special case where a lack of vertical stress can be significant is when an out-of-plane thin wall acts with orthogonal return walls that do not resist vertical stress.</p>

Corners		Corners damage will influence strength and behavior of an out-of-plane wall since the stiffness of the edge boundary condition is decreased, or even worse, the edge condition collapses.
Openings		Ground motion along X Effects of openings on out-of-plane failure mechanism: (a) without openings, (b) with central window (c) with central door and (d) with eccentric door
Effects of previous in-plane damage		step 1: Ground motion along Z step 2: Ground motion along X previous in-plane damage changes out-of-plane behavior significantly.

Damage To The Whole Structure And Results

Lourenço et al. (2013) and Yi et al. (2006) tested masonry structures under seismic forces via shaking table and analytical model. Some of the damages and cracks obtained in these studies are shown in Figure 6. For the whole masonry structure, different results and supports output can be observed when considering cracks and breaks from Figure 6.

Figure 6. Damage patterns involving corners in an unreinforced concrete-block building, (Lourenço et al. 2013), (b) cracking at base of left-hand flanged wall can alter the boundary condition (adapted from Yi et al. 2006).



As a result, masonry structures are exposed to different effects during the earthquake, such as out-of-plane and in-plane. These effects have been explored many times with lab-scale experiments by researcher. Similar comments are made as a result of the experiments. However, there are various doubts as to whether these results are very close to each other and can be made a general rule. Nevertheless, when the experimental studies are examined, it is evident that masonry structures are more fragile against the out-of-plane effect that they are exposed to during the earthquake. In addition, tensile forces during the in-plane effect often encourage the wall to failure.

REFERENCES

1. Abrams D. P., AlShawa O., Lourenço P. B. and Sorrentino L. *Out-of-Plane Seismic Response of Unreinforced Masonry Walls: Conceptual Discussion, Research Needs, and Modeling Issues*, International Journal of Architectural Heritage, Vol. 11, No. 1, pp. 22-30, 2017.
2. Magenes G. and Calvi G. M. *In-Plane Seismic Response of Brick Masonry Walls*, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 26, pp. 1091-1112,1997.
3. Parisi F. and Augenti N. *Seismic Capacity of Irregular Unreinforced Masonry Walls with Openings*, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 42, pp.101-121, 2013.
4. Griffith M. C., Lam N. T. K., Wilson J. L. and Doherty K. *Experimental Investigation of Unreinforced Brick Masonry Walls in Flexure*, Journal of Structural Engineering, Vol. 130, No. 3, pp.423-432, 2004.
5. Magenes G. and Calvi G. M. *Cyclic behaviour of brick masonry walls*, Earthquake Engineering, Tenth Word Conference, Proceedings Book, Balkema, pp. 3517-3522, 1992.
6. Tomazevic M. and Klemenc I. *Seismic Behaviour of Confined Masonry Walls*, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 26, pp. 1059-1071,1997.
7. Lönhoff M., Dobrowolski C. and Sadegh H. *Analysis of the out-of-plane capacity of unreinforced masonry infill walls*, Procedia Engineering, Vol. 199, pp. 693-698,2017.
8. Yi, T., Moon F. L., Leon R. T., and Kahn L. F. *Lateral load tests on a two-story unreinforced masonry building*, Journal of Structural Engineering Vol. 132, No. 5, pp. 643–652,2006.
9. Lourenço, P. B., L. Avila, G. Vasconcelos, J. P. Alves, N. Mendes, and A. C. Costa. *Experimental Investigation On The Seismic Performance Of Masonry Buildings Using Shaking Table Testing*, Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 11, No. 4, pp. 1157–90,2013.

УДК 005.932

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

ФАДДЕЕВА Е. Ю.,

к.т.н., доцент кафедры «Менеджмент», «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет МАДГТУ (МАДИ)». 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64.

faddeeva84@mail.ru

МАМЕДОВ Б. А.

аспирант кафедры «Менеджмент», «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет МАДГТУ (МАДИ)». 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64.

borec495@mail.ru

ШАРИФЛИ Э. В.

студент 4 курса бакалавриата по «Автотранспортной технике»
«Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»,
125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64.

radle98@hotmail.com

КУЗЬМИЧЕВА Е.О.

старший преподаватель кафедры «Менеджмент», Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет МАДГТУ (МАДИ)». 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64.

katosha89@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются новые подходы к управлению перевозочным процессом скоропортящихся грузов в международных перевозках. Этот вид экономики по перевозке скоропортящихся грузов отнесен к модели экономики дефицита. Является экономически выгодным из-за невозможности найти адекватной замены перевозок от двери до двери.

Цепь товародвижения подобных грузов есть циклическая изменяющееся по аналогии путем выработки алгоритмов поведения через универсум ее ретроспективы. Все события в цепи по времени упорядочены и регулярны. Перевозка происходит по схеме накопления груза, перемещения в кузов автомобиля и преобразования т.е. перевозки из пункта А в пункт Б.

По параметру синхронизации участников цепи, перевозимый груз отнесен к ресурсам-ценностям, а его перемещение с помощью ресурсов-затрат: информации, финансов, энергии, материалов, трудовых ресурсов.

Процессность через троичность изменения состояния предмета труда(груза) является основой механизма менеджмента и партнерства участников цепи. Регулируется она специальными документированными профилями.

Ключевые слова: Автомобильный транспорт, скоропортящийся груз, законы формирования систем, детерминизм, универсум, алгоритм, модель экономического дефицита, цепь товародвижения, принцип менеджмента, синергия, потоки ресурсов, логистика, предметы труда, синхронизация, функциональные процессы, документальные профили.

NEW APPROACHES TO THE MANAGEMENT OF THE TRANSPORTATION PROCESS OF PERISHABLE GOODS IN INTERNATIONAL TRAFFIC

ABSTRACT

The article discusses new approaches to the management of the transportation process of perishable goods in international transport. This type of economy in the transport of perishable goods is related to the economy model of deficit. It is cost-effective due to the inability to find an adequate replacement for door-to-door shipments. The chain of distribution of such goods is cyclically changing by analogy by developing algorithms for behavior through the universe of its retrospectives. All events in the chain are ordered and regular in time. Transportation takes place according to the scheme of accumulation of cargo, moving to the car body and converting it. transportation from point A to point B.

According to the parameter of synchronization of the chain participants, the transported cargo is related to resource values, and its movement by means of resource costs: information, finance, energy, materials, labor resources.

Processuality through the threefoldness of changing the state of the object of labor (cargo) is the basis of the mechanism of management and partnership of chain participants. It is governed by special documented profiles.

Keywords: road transport, perishable goods, laws of system formation, determinism, universum, algorithm, economic deficit model, chain of distribution, management principle, synergy, resource flows, logistics, objects of labor, synchronization, functional processes, documentary profiles.

Введение

Очевидной общей тенденцией в природе (и неживой особенно) является самопроизвольное разрушение порядка т.е. нарушение гомеостаза.

Гомеостаз – это процесс в живых и неживых организмах, которые по мнению англ. Исследователя У.Кеннома поддерживает постоянство внутренней среды объекта, как определяющего условия его жизни, и здесь, поверхностные знания становятся все более основательной и обстоятельной мудростью.

В настоящее время спрос на перевозки, и в частности, на перевозку скоропортящихся грузов выражает совокупную общественную потребность в этом виде перевозок. И здесь, к законам, по которым формируется всякая система относятся: закон организованности, закон подбора, закон меры, где управляют спросом – стимулируют, содействуют и регулируют его.

Эволюция осуществляется путем отбора признаков, детерминированных стабильным развитием, где в детерминизме есть определенная жесткость связей как между фазами одного процесса, так и между процессами, что обеспечивает формирование устойчивых социальных стереотипов и установок любого процесса.

Потребление есть движущая сила экономического прогресса, где размер потребителей в определенный период времени, выраженный в процентах, называют рейтинговым процессом к условиям введения бизнеса на транспорте отнесено минимальное присутствие конкуренции внутри отрасли между разными видами транспорта и есть стабильность потребления транспортной продукции (услуг).

В принципе, специфика перевозки скоропортящихся грузов от двери до двери и специализированный подвижной состав, позволяют этот вид перевозок отнести к модели экономического дефицита, когда предлагаются не услуги, стоимость, которых растет вместе с качеством, а делаются предложения, которым практически невозможно найти адекватной замены.

По мнению исследователя М. Портера, цепочка потребительской ценности этого вида перевозки, начинается с начальной стадии движения доставки скоропортящейся продукции массовому или единичному потребителю, что можно считать основными и вспомогательными видами деятельности в цепи товародвижения по созданию её потребительской ценности. [1].

Взаимодействие внутри цепи осуществляется в форме цикличности, т.е. такого механизма движения и развития, который определяет с обязательным участием человека (как социального фактора), существование любой искусственной системы, т.к. человек в обществе находится в пространственном измерении его существования [2].

Цепь товародвижения есть агрегированная сложная система т.е. объединение нескольких объектов движения с их параметрами в элементы более высокого уровня с их согласованием во времени (бюджетным, а не астрономическим) подобным системам присущи свойства развития и адаптации к новым условиям путем создания новых элементов со своими связями, локальными целями и средствами их достижения.

Ни одна отрасль, в том числе и транспорт, ни секунды не стоит на месте и не является окончательной, что приводит к появлению ряда понятий, категорий, подходов, которые облегчают понимание сути явления, процесса, технологии. При этом, любое дело должно отличаться какой-нибудь примечательной особенностью, где ситуация постижения нового всегда связана с поиском подобности.

Аналогия – это практическое употребление, оперирующее с уже найденным, уже понятным, постигнутым. При этом, размышляя над процессом ищут вначале обосновывающую опору мысли, перебирая все известные похожести, и по завершению рассмотрения останавливаются на процессе близком к анализируемому. И здесь, все новые знания возникают по причине постижения глубинного назидательного, смысла рассматриваемого процесса, где изменения ощущения его реализации означают изменения в отношениях между составляющими этого процесса.

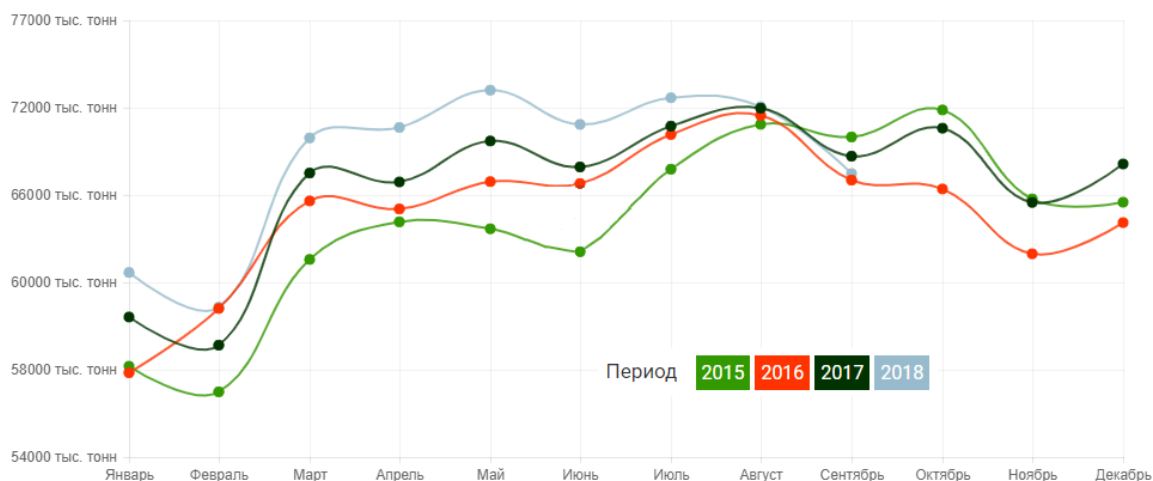
Критическими параметрами внешней среды как среди действия цепи товародвижения является темп изменений общества под воздействием определенных инновационных результатов. Защитные реакции системы к определенным видам изменений во внешней среде основаны на выработке алгоритмов поведения через принципы и универсум в процессе её ретроспективы. Принцип – это социальная данность способная затрагивать определенные интересы людей. Универсум – это когда вселенскому целому присущ эффективно работающий механизм развития последующих действий на базе предшествующих разогревающих воздействий. Через оптимальное (нормативное) количество времени, сил и средств.

Производство услуг на транспорте, их распределение обмен и потребление являются обязательными и формирующими экономические отношения. Услуга приобретает потребительскую форму, только при ее реализации в сфере обращения и воспроизводства.

На рынке товаров потребительского спроса, в частности на продукты питания, включая и скоропортящиеся, затраты на их производство составляют 10% в структуре себестоимости продукции, а стоимость их доставки конечному потребителю достигает 50%.

Прогноз структуры рынка грузоперевозок скоропортящейся продукции в 2018 году по видам транспорта таков: автомобильный – 74,5%, Железнодорожный 14,3%, речной – 0,2, морской – 0,5, авиационный 11,0%.

Рис. 1. Статистика перевозки скоропортящихся грузов автомобильным транспортом за 2015-2018 гг.



Обмен товарами осуществляется на основе их стоимости, величина которой измеряется общественно необходимыми (на основе нормативов (метрик)) затратами труда, а также уровнем спроса и предложения через организационные инновации, где правила регулируют процессы, а методы – выполнение действий и операций. Для эффективной оптимизации процессов необходимо иметь всегда больше регулируемых параметров, чем регулируемых переменных.

При этом законы механики и физики относятся к возможностям компании, где формальности функционирования реализуются в виде запретов, обременений и ограничений. Наиболее предпочтительной организацией деятельности является системно-алгоритмический подход, т.е. осуществление определенной последовательности фазы процессов, детерминировано-приводящей к целевому результату.

Процесс организации рационального функционирования цепи товародвижения, сводится к выбору рациональных путей достижения целей этой цепи. К принципам рациональной организации относятся: наличие целей, эластичность действий, устойчивость, разделение и кооперация труда, линейность, прямолинейность ресурсных потоков, гибкость. Подобные принципы организации создают интеграционные изменения в системах, описываемые экспоненциальным законам [3].

При этом, все события по перемещению товарной массы происходят во времени упорядоченно и регулярно, при которых причины всегда определяют следствие, а изменения одной переменной происходят только в одном направлении. И здесь, бизнес есть экономическая деятельность, дающая общественную прибыль.

Управление отклонениями от запланированных бизнес-процессов в цепи товародвижения позволяет сократить потери в них, увеличить запас финансовой прочности и расширить возможности транспортного предприятия в конкуренции.

Цепь товародвижения – это последовательность событий, предназначенная для удовлетворения потребностей в скоропортящихся продуктах. Здесь логическая цепь товародвижения подразумевает совокупность логистических операций по изменению состояний предмета труда, как основного понятия в деятельности человека, состоящего из его накопления, перемещения и изменения, выполняемых последовательно, с момента зарождения товаропотока (один владелец) до момента появления другого владельца груза на соответствующем потребительском рынке.

В качестве предметов труда, или ресурсов-ценностей, выступают информация, энергия, материя. Сопряженность совокупности процессов внутри звена над предметом труда (накопление, перемещение, преобразование) как универсума (алгоритма) организации деятельности, есть способность внутри цепи ликвидировать стыковые узкие места между составляющими цепи на основе логистических принципов (продавец-потребитель и взаимной ответственности). Достижение требуемой степени синхронизации по параметру взаимодействия на основе договорных отношений в цепи товародвижения должно составлять 65-70%. Под регулярным менеджментом в цепи товародвижения понимается организация процессов управления (планирование, контроль, учет, анализ, координация, коммуникации), как совокупности операций, ведущих к образованию и совершенствованию взаимосвязи между звеньями цепи товародвижения.

Операции по изменению состоянию предмета труда (ресурса-ценности) осуществляется под воздействием ресурсов-затрат (информация, финансы, материалы, энергия), имеющих прямое направление движения для информации, энергии, материалов и обратное движение для финансов и трудовых ресурсов в соответствии с законами физики. Подобное взаимообратное движение ресурсов в процессе функционирования цепей товародвижения создает эффект синергии, но при условии, что ресурсы-затраты направлены при движении противоположно друг другу.

Так образом, регулярный менеджмент предполагает организацию его основных составляющих: структуру, финансы, бизнес-процессы, маркетинг, учет, экономику, логистику. Так, бизнес-процесс анализа рынка перевозок должен вестись в направлениях:

- общий анализ рынка автотранспортных перевозок (рост рынка, эластичность, основные тренды); анализ рынка относительно видов перевозок (степень насыщения, как поделен рынок новые предложения); анализ рынка относительно перевозок скоропортящихся перевозок (структура спроса, степени взаимозаменяемости, сила позиции этого вида перевозок на рынке);
- анализ участников рынка: перевозчики (рыночная, производственная программа, ассортимент видов перевозок); конкуренты (насколько сильный конкурент, насколько сильна его производственная программа, отличия отдельных перевозок конкурента по его реальным характеристикам (по способам распространения, по цене и т.д.); посредники (какие функции выполняют, структура, покрытые рынки); вспомогательные службы (какие функции выполняют); потребители (потребности, покупательная способность, отношение с перевозчиками, не соответствие их реальным характеристикам к требуемым, перевозки глазами потребителя);
- анализ «маркетинг микс»: перевозки (ассортимент, производственная программа, гибкость предприятия); продвижение услуг (степень известности перевозчика, подходящие рекламные носители, рекламная стратегия); цена (уровень цены, вариация цен, система скидок); дистрибуция (плотность охвата, возможность распространения, преимущества распространения);
- анализ окружающей среды: природа (климат, инфраструктура); экономика (экономические показатели, конъюнктура, экономический рост); общество (социальные нормы, жизненные привычки); технология (наука, технический прогресс); право и политика (правовые нормы, политические учреждения).

Детальность, информационного ресурса может быть увеличена за счет использования большого количества фактов, аргументов, мнений.

Процессность через троичность фазовых состояний в регулярном менеджменте есть основа его системообразования в виде организованного сильно структурированного механизма. Здесь процессы детерминируемы, т.е. взаимодействуют точно предвиденным образом, где логистика рационализирует систему менеджмента перевозок с точки зрения экономии совокупных затрат в цепи товародвижения.

Тогда последовательность в долгосрочной перспективе – концентрация усилий в среднесрочной перспективе и изобретательность в краткосрочном периоде, которые совместно создают условия для развития цепей товародвижения через оптимизацию использования ограниченных ресурсов-затрат. И здесь важно обладать подробной информацией типа «сегодня на сегодня на завтра». Она может быть использована как основная, дополнительная, справочная.

Цепь товародвижения при перевозке скоропортящихся товаров при их смешанном сообщении по своей сути должна быть формированной, а для выполнения интегрированной функции в них, смежные функциональные уровни должны соединяться.

Цепи товародвижения, как естественно-портативные образования, решают проблемы коммуникации, полномочий и целевых установок через развитие таких категорий как устойчивость, взаимодействие, сбалансированность. Используемый здесь путь – интеграция процессов планирования, учета и диспетчирования.

Партнёрство, с точки зрения технологии реализации цепи товародвижения должно регламентироваться на основе профиля [4], т.е. набора базовых документов, включающего международные и национальные стандарты и их спецификации, определяемые для них ограничения, и методические рекомендации по реализации и поддержанию соответствующих процессов.

Число согласований в цепи товародвижения возрастает пропорционально квадрату числа субъектов. При этом работа партнерства требует определенных личных отношений и четко определенных мест соединения совместной деятельности на информационно-технологическом уровне.

Заключение

Таким образом взаимодействие участников цепи товародвижения включает в себя организацию корпоративных отношений, реинжиниринг ключевых бизнес-процессов, интегрированное планирование, создание единого информационного пространства для координации и коммуникации участников цепи, что приводит к потере парадигмы местного присутствия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вартанова, Е.Л. Основы медиабизнеса / Е.Л. Вартанова. – М.: Аспект пресс, 2009. – С. 142.
2. Кочетов, Э.Г. Геоэкономический (глобальный) толковый словарь (основы высоких геоэкономических технологий современного бизнеса) / Э.Г. Кочетов. -Екатеринбург: ОАО «ИПЛ «Уральский рабочий», 2006.-С. 109.
3. Покровский А.К., Базис логистического менеджмента: учебное пособие / А.К. Покровский, Л.Б. Миротин, И.А. Башмаков. – М.: ООО «Технополиграфцентр», 2018. – С. 210.
4. Сергеев, А.М. Организационное поведение: учебное пособие / А.М. Сергеев. – М.: Академия, 2008. – С. 126.
5. Покровский А.К. Логистика структуризации систем транспортного производства /А.К. Покровский, И.А. Башмаков. // Интегрированная логистика. – М.: ВИНТИ РАН, 2016, №1. – С. 4-6.

UOT: 624.042.7;624.01:550.34

COMPARISON OF RETROFITTED AND URM STRUCTURES IN TERMS OF SEISMIC PERFORMANCE AFTER MAJOR EARTHQUAKES

Yaşar ERBAŞ^{1,2}, Ömer MERCİMEK^{3,4}

¹Bartın University, Department of Civil Engineering, Bartın, TURKEY

²Middle East Technical University, Department of Civil Engineering, ANKARA
yasar.erbas@metu.edu.tr

³Gazi University, Department of Civil Engineering, Ankara, TURKEY

⁴Ankara YıldırımBeyazıt University, Department of Civil Engineering, ANKARA
omercimek@ybu.edu.tr

ABSTRACT

The huge amount of property damage, loss of use and death incidents involving in masonry structures after major earthquakes have kept interest on dynamic performance of URM structures on the agenda in the scientific research. This paper assembles brief information on earthquake performance of unreinforced and retrofitted masonry buildings. It considers how the performance of retrofitted masonry buildings compares with that of unreinforced masonry (URM) buildings in roughly same conditions with regard to ground acceleration, soil and structural characteristics. Reporting common observed in-plane and out-of plane failure mechanisms and occurring reasons the paper then compares the seismic performance of URM and retrofitted masonry buildings against inertial forces.

Key words: Masonry buildings, Seismic performance, Failure mechanism.

СРАВНЕНИЕ УСИЛЕННЫХ И НКС СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИСИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

РЕЗЮМЕ

Огромный объем имущественного ущерба, потери в эксплуатации и смертельные инциденты, связанные с кирпичными конструкциями после крупных землетрясений, сохраняют интерес к динамическим характеристикам неармированных кирпичных сооружений (НКС). В этой статье собрана краткая информация о воздействии землетрясений на неармированные и усиленные кирпичные сооружения. Рассматривается эффективность усиленных кирпичных сооружений по сравнению с неармированным кирпичным сооружением (НКС) при одинаковых ускорениях земли, грунтовых и структурных характеристиках. Составляя отчет об общих наблюдаемых механизмах плоского и пространственного разрушения, в статье сравниваются сейсмические характеристики (НКС) и усиленных кирпичных сооружений, возникающих от инерционных сил.

Ключевые слова: Кирпичные здания, Сейсмические характеристики, Механизм разрушения.

GÜCLÜ ZƏLZƏLƏ ŞƏRAİTİNDƏ GÜCLƏNDİRİLMİŞ VƏ ARMİRLƏŞDİRİLMƏMİŞ KƏRPİÇ QURĞULARIN MÜQAYİSƏSİ

XÜLASƏ

Böyük zəlzələlər təsirindən kərpic qurğularda əmələ gələn maddi ziyan, istismar itkilər və ölüm hadisələrinin mövcudluğu armirləşdirilməmiş kərpic qurğuların (AKQ) dinamik xüsusiyyətləri vacib əhəmiyyət kəsb edir. Bu məqalədə armirləşdirilməmiş və gücləndirilmiş kərpic qurğulara olan zəlzələ təsirləri haqqında qısa məlumatlar toplanmışdır. Eyni yer təcilə və eyni grunt xüsusiyyətlərə və struktura malik olan gücləndirilmiş kərpic qurğuların və armirləşdirilməmiş kərpic qurğuların (AKQ) effektivliyi müqayisə edilir. Müşaidə edilən müstəvi və fəza dağılma mexanizmlər haqqında hesabat tərtib edərək məqalədə gücləndirilmiş və armirləşdirilməmiş kərpic qurğularda (AKQ) ətalət qüvvələrən yaranan seysmik xüsusiyyətlər müqaisə edilir.

Açar sözlər: Yığma yarılar, Sismik performans, Göçmə mexanizması.

Introduction

Although their history dates back to the earliest times, the behavior of unreinforced masonry (URM) constructions is still among the least known in part. One of the most important

reasons for this uncertainty is that the material properties of the components, which vary from region to region, lag behind other building materials such as concrete and steel which have been started to use after thousands of years due to the construction quality and low lateral resistance against inertial forces. As a consequence, URM buildings in developed countries do not satisfy the engineering approaches in terms of playing complex role against seismic forces and in reinforced concrete (RC) frame designs masonry is used as infill walls by neglecting its contribution to lateral resistance. On the other hand, including developing countries, a considerable part of the construction stock in the world is made up of URM buildings. Due to the economical and widespread availability of materials, especially the advantage of being easy to construct, URM structures will be one of the first alternatives in the developing countries to come to mind after reinforced concrete and steel structures in the future. In passing, as well as in developed countries in case of historical heritage, willing to protect the architectural masterpieces -formed masonry- that preserved their original form for centuries such as monuments, churches, etc. let masonry to retain its presence.

In this paper, some of the researches conducted on the performance of URM and retrofitted URM structures after major earthquakes that have occurred during the last two decades in which that have been reviewed in the study. The general evaluation has been made and resulted on this fundamental question: How did the retrofitted URM buildings perform in comparison with that of conventional URM buildings in the most general sense? Pursuant to this goal, the characteristics of the earthquakes and the URM buildings that were mentioned in the studies and the observed common performance of both URM and retrofitted URM buildings were reported.

Earthquake Characteristics And URM Building Properties

The 2010 Tabanlı Earthquake (Turkey)

Tapan et al. (2013) investigated the effect of Tabanlı (Van) Earthquake which had a magnitude of $M_w=7.1$ and a roughly 5 km focal depth. In terms of structural systems; the buildings in Van city center are mostly composed of 4-5 storey reinforced concrete buildings, while the proportion of URM buildings in Erciş is higher than Van city center. In villages, almost all buildings are brick walls built of mud brick, light concrete blocks or stones, usually using sludge lumber [1].

The 2003 California Earthquake (America)

Hardebeck et al. (2004) have carried a study considering the effect of the California earthquake in the region with focal depth of 7.1 km and $M = 6.5$ magnitude. The areas affected by the seismic event are URM buildings built about 100 years ago [2].

The 2008 Wenchuan Earthquake (China)

Zhao et al. (2009) have investigated the lethal impact of Wenchuan Earthquake which has a magnetude of 7,9 with 19 km focal depth. The structural systems mostly includes stone work houses consist of precast concrete plates based on reinforced concrete beams supported by clay brick walls; with wooden roofs with light roof tiles often used in one or two storey buildings and a considerable amount of dwellings are URM buildings in rural areas [3].

The 2009 Abruzzo Earthquake (Italy)

İndirli et al. (2012) have conducted a on the URM constructions in the Abruzzo Earthquake that occurred in the Historical Centers of L'Aquila and CastelvechioSubequo region. Nearly

all URM buildings have become unusable in the earthquake of $M = 6.2$ magnitude in the Abruzzo region, located in a tectonic basin with silt, sand and small gravel in the center of the Italian [4].

The 2010 Darfield Earthquake (New Zealand)

Ingham and Griffith (2011) have researched the effects of Darfield Earthquake on URM buildings. The earthquake was recorded as the most damaging earthquake after the 1931 Hawke's Bay earthquake. This earthquake with a magnitude of 7.1 and a focal depth of 10 km. The ground that predominantly affected by the earthquake is composed of sand, gravel and former mash. The buildings in the district are typically URM structures, which can be characterized as 2 or 3 floors, the height of which is the most common of 2-storey buildings and consists of stand-alone or row buildings [5].

The 2015 Gorkha Earthquake (Nepal)

Sharme et al. (2016) have investigated the seismic performance of URM buildings in Gorkha Earthquake with $M = 7.8$ magnitude and 15 km focal depth and its aftershock with $M = 7.3$ magnitude. The buildings in the rural areas of Nepal were built as URM buildings. Materials in local areas, for example using mud bricks, bricks and stones. Many residential and public buildings in Kathmandu District are not built in accordance with the 1980s Nepal National Building Code [6].

Observed Common Seismic Performance of URM Buildings

Although the seismic performances of URM buildings differ from each other according to the material, workmanship, ground class and ground motion characteristics in the earthquakes mentioned in the first part, studies have been carried out in which these structures are usually damaged or collapsed with the same mechanisms after major earthquakes. The common reasons for the poor performance of URM buildings are given below.

Large openings in the walls caused in-plane failure and X shaped diagonal cracks were formed in the peers. Wall segments are overturned and detached due to out-of-plane effects. Due to the collision of the adjacent buildings, there were big cracks in the walls. (Figure 1)

Figure 1. Damaged 4-storey URM building due to in-plane and out-of plane actions [3]



URM buildings are made of weak materials. The heavy roofs are seated on the walls with poor connections. Anchorage and steel tie were not used at the intersection points of the orthogonal walls. Figure 2 shows the material crushing of the URM building after the earthquake.

Figure 2. Collapse due to poor and disaggregated masonry [4]



Global in-plane and out-of-plane mechanisms are sometimes formed at the same time. There are also structures where detachments and vertical cracks occur at the same time due to overturning. This is due to the irregular distribution of unconscious steel-tie strengthening in time. (Figure 3)

Figure 3. Mixed collapse mechanisms: out-of-plane and in-plane damage [4]



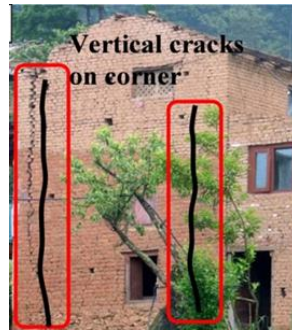
Splitting (usually with vertical cracks) have been observed in the walls due to the irregularity of the material or the subsequent openings. Because of the poor anchors of chimneys or niches, these elements have fallen. The reason for this fall is that the behavior of these non-structural elements can not follow the structural deformation behavior. Gable walls are overturned because they are not connected with bond beams. (Figure 4)

Figure 4. Overturning of gable wall [4] and chimney [5] due to lack of anchorage



Poor connections between walls and floors or inadequate shear force transfer result in structural integrity and vertical cracks. The walls perpendicular to the directions of seismic forces were subjected to out-of-plane bending. Vertical cracks were also formed in this case. (Figure 5)

Figure 5. Vertical cracks near the corner due to out-of plane action [6]



Seismic Performance of Retrofitted URM Buildings

Most of the architectural buildings built in Europe since the beginning of this century are URM constructions. In many areas of earthquake hazard, these structures need more performance against to seismic forces. The concept of strengthening is not a new term. Throughout the history of architecture, some techniques have been used to improve the earthquake performance of constructions. These techniques have been developed with the results of laboratory studies and design procedures.

The 2010-2011 Darfield Earthquakes (New Zealand)

The vast majority of URM buildings were out of use after the February 2011 earthquake.

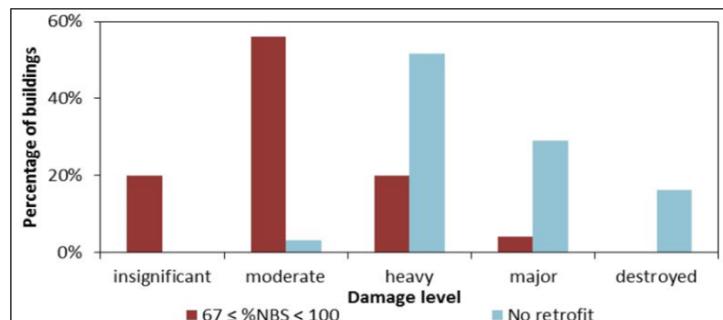
Table 1. Usability of URM buildings [7]

Table 1. Tagging	After Sept 4, 2010 Mw7.1	After Feb 22, 2011 Mw6.2
Red	21%	82%
Yellow	32%	17%
Green	47%	1%

The City Council of Christchurch has made building assessments and affixed placard to the buildings concerned that the use of the building can be used safely (green), restricted use (yellow) or unsafe (red).

Generally retrofitted URM buildings, there was little damage compared to the buildings did not. Strengthening with rigid vertical elements yielded better results than strengthening with flexible elements, since the existing walls are closer to the deformation behavior. Figure 6 shows the percentage of damage in URM buildings retrofitted and conventional URM buildings.

Figure 6. Damage ratios between URM buildings retrofitted to 67 % NBS and those with no retrofit [7]



As can be seen in Figure 6, more than 75 percent of the retrofitted buildings can be used. Restricted use of 20 percent was left, remaining 5 percent was heavily damaged. Unreinforced

URM buildings can be used safely at 3 percent, 50 percent restricted use and remaining 47 percent is unsafe to use.

The 1997 Umbria-Marche Earthquake (Italy)

In 1997, two magnitude $M = 5,5$ and $5,9$ earthquakes occurred on the same day. A detailed analysis of the buildings carried out after the earthquake in Umbra for retrofitted buildings. On the average, buildings without any strengthening received D2 or higher damage, D3 with 51% damage and D4 31% damage. In buildings with roof strengthening, there was no major damage from D2. It was seen that D2 damage (27%), D3 damage (27%) and collapse (D5) were 8% when URM buildings were reinforced only by steel-bonds. (Table 2)

Table 2. Seismic performance of buildings during earthquake [8]

Type of strengthening	Damage Level %						Number of buildings	Mean damage ratio
	D0	D1	D2	D3	D4	D5		
None			17	51	31		29	0.57
Ties		19	43	27	3	8	37	0.33
Ringbeam	12.5	25	37	19	6		16	0.24
Ties and ringbeam	20	4	4				5	0.10
All strengthened	5	22	41	22	4	5	58	0.29

Conclusion

When the researches are evaluated in terms of seismic performance, it is seen that the seismic resistance of the retrofitting URM buildings compared to the unreinforced constructions are similar in almost all regions of the world.

Despite the fact that ground, earthquake and masonry buildings characteristics are quite different from each other, there are some common points from the view of seismic resistance. The most fundamental point is that seismic strengthening improves the URM building performance.

Although the retrofitting techniques used were different, URM buildings with structural integrity showed better performance compared to the buildings where local strengthening was applied.

In some former URM buildings, combined in-plane and out-of-plane damage patterns were formed after the earthquake. The reason for this is probably not enough and good quality of strengthening due to the fact that they were retrofitted a long time ago.

Very few reinforced URM buildings have retained to be serviceable after the earthquake, but the overturning of gable walls or detachment of chimney parts from adjacent buildings made these strictly usable or out of use. On the other hand, it was seen that the falling pieces caused injuries or even death to people passing by. This supports that the seismic strengthening should be local, structural and even regional.

Acknowledgement

We would like to express our thanks to Prof. Dr. Murat AltuğErberik for giving us the opportunity to conduct such a study.

REFERENCES

1. Tapan M, M. Comert, C. Demir, Y. Sayan , K. Orakcal and A. Ilki. *Failures of structures during the October 23, 2011 Tabanlı (Van) and November 9, 2011 Edremit (Van) earthquakes in Turkey*, Engineering Failure Analysis, Vol. 34, pp.606-628, 2013
2. Hardebeck J. L., J. Boatwright, D. Dreger, R. Goel, V. Graizer, K. H. Chen Ji, L. Jones, J. Langbein , J. Lin, E. Røeloffs, R. Simpson , K. Stark, R. Stein, and J. C. Tinsley. *Preliminary Report on the 22 December 2003, M=6.5 San Simeon, California Earthquake*, Seismological Research Letters, Vol. 75, Number 2, 2004
3. Zhaoa B., F. Taucer and T. Rossetto. *Field investigation on the performance of building structures during the 12 May 2008 Wenchuan earthquake in China*, Engineering Structures, Vol. 31, pp.1707-1723, 2009
4. Indirli M., L. A. S. Kouris , A. Formisano , R.P. Borg and F.M. Mazzolani. *Seismic Damage Assessment of Unreinforced Masonry Structures After The Abruzzo 2009 Earthquake: The Case Study of the Historical Centers of L'Aquila and CastelvecchioSubequo*, International Journal of Architectural Heritage, Vol. 7:5, pp.536-578, 2013
5. Ingham J., and M Griffith. *Performance of Unreinforced Masonry Buildings During the 2010 Darfield (Christchurch, Nz) Earthquake*, Australian Journal of Structural Engineering, Vol. 11:3, pp. 207-224, 2010
6. Sharma K., L. Deng and C. C. Noguez. *Field investigation on the performance of building structures during the April 25, 2015, Gorkha earthquake in Nepal*, Engineering Structures, Vol. 121, pp.61-74, 2016
7. F. Turner, K. Elwood, M. Griffith, J. Ingham, and J. Marshall. *Performance of Retrofitted Unreinforced Masonry Buildings during the Christchurch Earthquake Sequence*, Structural Congress 2012, Proceedings Book, Chicago, pp. 1092-1103, 2012
8. Spencer R. J. S., C. S. Oliveira, D. F. D'ayala, F. Papa and G. Zuccaro. *The Performance Of Strengthened Masonry Buildings In Recent European Earthquakes*, 12th Worl Conference on Earthquake Engineering, , Auckland, Paper 1366, 2000

UOT:62-187;621.81-187;62-23-187

YENİ KONSTRUKTİV İCRALI BALANSIRSIZ MANCANAQ DƏZGAHININ KİNEMATİK PARAMETRLƏRİNƏ CƏM KONSTRUKTİV VƏ TEXNOLOJİ XƏTALARIN TƏSİRİNİN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

B.B. ƏHMƏDOV

Azərbaycan Texniki Universiteti

Ahmedov.Beyali@mail.ru

XÜLASƏ

Məqalədə neft quyularının istismar olunmasında istifadə olunan yeni konstruktiv icralı mancanaq dəzgahının kinematik parametrləri, hazırlanma və quraşdırma zamanı yaranan ölçüsüz parametrlər olan xətalara təsirini nəzərə almaqla dirsəyin uzunluğunun, kanatın uzunluğuna olan nisbətindən və nisbi eksentrikliyi nəzərə alan əmsaldan asılı olaraq analitik üsulla tədqiq edilərək cəm konstruktiv və texnoloji xətalara təsiri qiymətləndirilmiş və bu xətalara təsirini nəzərə almaqla mancanaq dəzgahının əsas kinematik parametrləri olan ştanqın asqı nöqtəsinin getdiyi yolun, onun sürət və təcilinin təyin olunması üçün analitik ifadələr təklif edilmişdir. Mancanaq dəzgahını xarakterizə edən parametrlərdən təcrübi əhəmiyyət kəsb edən əsas parametr olan ştanqın asqı nöqtəsinin təcilinin ştanqlar kolonnasında yaranan dinamik qiüvvələrə təsirini tədqiq etmək üçün onun ideal harmonik hərəkət zamanı yaranan təcildən sapması müəyyən edilərək xəta əmsalı və ölçüsüz kinematik parametr qiymətləndirilmişdir.

Açar sözlər: mancanaq dəzgahı, xəta, rotor, plunjer, ştok, blok, dirsək.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE TECHNOLOGICAL AND CONSTRUCTIVE ERRORS ON THE KINEMATIC PARAMETERS OF THE NEW CONSTRUCTIVE USE OF PUMPING UNIT

ABSTRACT

The article deals with the analytical determination of the kinematic parameters of the new design of the pumping unit for oil wells operation, taking into account the dimensionless kinematic parameters, the ratio of the length of the crank to the length of the rope and the relative eccentricity characterizing the errors in the manufacture and installation of the pumping unit. Analytic expressions proposed for determining the main kinematic parameters, taking into account the total design and technological errors, that is, the displacement, speed and acceleration of the suspension point of the rod of the pumping unit. To study the effect of acceleration of the point of suspension of the rod, which is the main practical parameter characterizing the pumping units for dynamic forces in rod columns, the deviations of the actual maximum accelerations from the maximum accelerations are determined with perfectly harmonious motion and the error coefficient and the dimensionless kinematic parameter.

Keywords: pumping unit, error, rotor, plunger, stock, block, crank.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ НА КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ НОВОГО КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ БЕЗБАЛАНСИРНОГО СТАНКА-КАЧАЛКИ

РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрены вопросы аналитического определения кинематических параметров нового конструктивного исполнения станка-качалки для эксплуатации нефтяных скважин с учетом безразмерных кинематических параметров, отношение длины кривошипа на длину каната и относительного эксцентриситета, характеризующие погрешности изготовления и монтажа станка-качалки. Предложены аналитические выражения для определения основных кинематических параметров с учетом суммарных конструктивных и технологических погрешностей, то есть перемещении, скорости и ускорения точки подвеса штанги станка-качалки. Для исследования влияние ускорения точки подвеса штанги, являющегося основным практическим параметром характеризующий станка-качалки на динамические усилия в колонны штанг, определены отклонения действительных максимальных ускорений от максимальной ускорений при идеально гармоническом движении и произведен оценка коэффициента погрешностей и безразмерного кинематического параметра.

Ключевые слова: станок-качалка, погрешность, ротор, плунжер, шток, блок, кривошип.

Problemin aktuallığı. Neftçixarma sənayesinin effektivliyi daha çox tətbiq olunan avadanlıqlardan asılı olur. Neftin dərin quyulardan çıxarılması üçün xüsusi nasos qurğularından, yəni mancaq dəzğahlarından geniş istifadə olunur. Bu avadanlıq neftçixarma kompleksinin ayrılmaz bir hissəsini təşkil edir.

Mancaq dəzğahından quyunun dibində qurulan ştanqlı quyu nasosuna irəliləmə hərəkəti vermək üçün istifadə edilir. Enerjiyə sərf olunan xərcləri azaltmaq üçün mancaq dəzğahının çevirici mexanizmi mükəmməl kinematik sxemə malik olmalıdır.

Son zamanlar balansirli mancaq dəzğahları ilə yanaşı yeni konstruksiyalı mancaq dəzğahlarından da geniş istifadə olunur. Yaradılan yeni konstruksiyalı mancaq dəzğahının konstruksiyası həm sadə, həm iqtisadi baxımdan əlverişli, həm də yığcam konstruksiyaya malik olmalıdır. Qeyd olunan üstünlükləri nəzərə almaqla Azərbaycan Texniki Universitetinin "Maşınların konstruksiya edilməsi" kafedrasında yeni konstruksiyalı balansirsiz mancaq dəzğahının konstruksiyası işlənilib hazırlanmışdır (qurğu Avrasiya Patent təşkilatı tərəfindən patentləşdirilmişdir №201650057/26, 2017).

Məsələnin qoyuluşu. Maşın və mexanizmlərin nəzəri tədqiqi zamanı həll edilən məsələlərin sadələşdirilməsi üçün kinematik cütlər ara boşluqsuz və xətalarsız ideallaşdırılmış mexanizmlər kimi nəzərdən keçirilir. Lakin maşın və mexanizmlərin istismar təcrübəsi göstərir ki, real mexanizmlərdə bütün bəndlərin ölçüləri layihələndirmə zamanı qəbul edilmiş ölçülərdən fərqlənir. Bu bəndlərin hazırlanması, yığılması, quraşdırılması, onların yeyilməsi, elastiki və temperatur deformasiyalar və s. zamanı yol verilən xətalər ilə əlaqədar olur. Məsələn, maşın və mexanizmlərin bəndləri mütləq sərt, qeyri-elastiki və araboşluqsuz qəbul edilir. Fırlanma hərəkəti edən ideal kinematik cütlərdə bu o deməkdir ki, yuvanın diametri onun daxilində yerləşdirilmiş valın diametrinə tamamilə bərabər olur və bu val yuvada heç bir araboşluğu ilə otuzdurulmayıb. Lakin real mexanizmlərdə valın yuvada fırlanması üçün o bu yuvada müəyyən hərəkətli ara boşluğu ilə otuzdurulmalıdır. Müəyyən istismar prosesindən sonra hətta görünən səthlərin yeyilməsi nəticəsində bu ara boşluğu da artır.

Mancaq dəzğahının hər hansı bir konstruksiyalı çevirici mexanizmini layihələndirərkən onun kinematik parametrlərini, yəni ştanqın asqı nöqtəsinin yerdəyişməsini, sürətini və onun təcilini istənilən zaman ərzində təyin etmək tələb olunur.

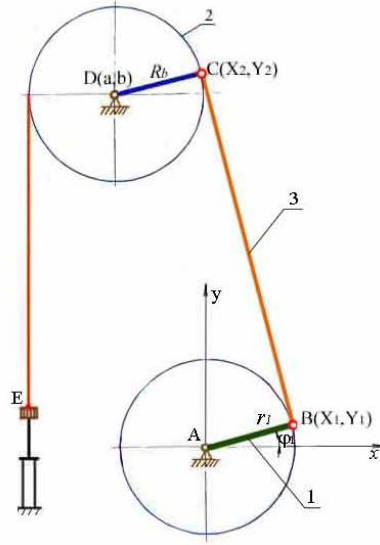
Şəkil 1-də yeni konstruktiv icralı balansirsiz mancaq dəzğahının çevirici mexanizminin kinematik sxemi göstərilmişdir. Bu mancaq dəzğahı sadə şəkildə dirsəkdən 1, blokdan 2 və bir ucu ştanqın asqı nöqtəsinə, digər ucu isə dirsəyə 1 bərkidilmiş kanatdan 3 ibarətdir. Dir-sək müəyyən bucaq sürətində ştanqın asqı nöqtəsinin reversiv hərəkəti təmin edir. Belə ki, yuxarı blok 2 asqı nöqtəsinin yuxarı hərəkətində bir tərəfə, aşağı hərəkətində isə əks tərəfə fırlanır. Bu kinematik sxem dirsəyin bir tərəfə fırlanması halında bir tam dövrdə, ştanqların asqı nöqtəsinin yuxarıya və aşağıya doğru bir tsikl hərəkətini təmin edir.

Mancaq dəzğahının çevirici mexanizminin bəndlərinin ölçülərinin hazırlanma, yığılma, quraşdırılma, onların yeyilməsi, elastiki və temperatur deformasiyalar və s. zamanı yol verilən xətalər ilə əlaqəli model kimi qəbul edək.

Hazırlanma, yığılma, quraşdırılma, onların yeyilməsi, elastiki və temperatur deformasiyalar və s. zamanı yol verilən xətalər dirsəyin eyni vəziyyətində real və ideal çevirici mexanizmin aparılan bəndinin vəziyyətlərinin fərqi kimi qəbul edilir.

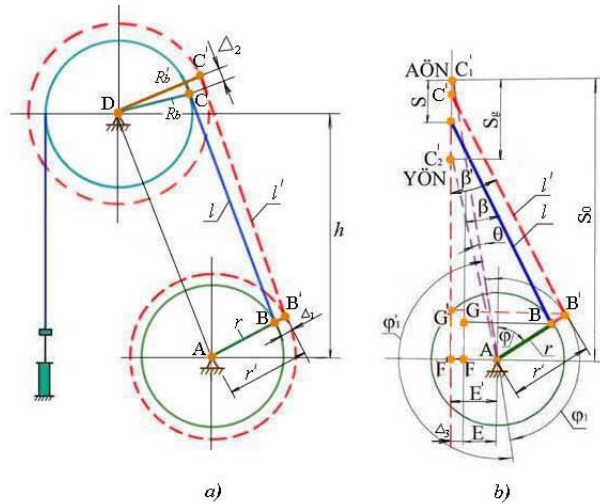
Şəkil 2-də yığılma, quraşdırılma, yeyilmə, elastiki və temperatur deformasiyalar və s. zamanı yol verilən xətalər ilə mövcud olan yeni konstruktiv icralı mancaq dəzğahının çevirici mexanizminin sxemi göstərilmişdir.

Şəkil 1. Mancanaq dəzgahının çevirici mexanizminin kinematik sxemi



Cəm texnoloji və konstruktiv xətlərin təsirini nəzərə almaqla ştanqın asqı nöqtəsinin yerdəyişməsinə, sürətini və onun təcilini təyin edək.

Şəkil 2. Mancanaq dəzgahının çevirici mexanizminin hesablanma sxemi



Mancanaq dəzgahının çevirici mexanizminin C nöqtəsinin hərəkət tənliyini tərtib etmək üçün koordinat sisteminin başlanğıcını ştanqın asqı nöqtəsinin aşağı ölü nöqtəsinə uyğun gələn C_1' nöqtəsində qəbul edirik (bu halda C nöqtəsi dirsəyin fırlanma oxundan maksimal məsafədə uzaqlaşır). Onda C nöqtəsinin dirsəyin φ bucağına uyğun gələn yerdəyişməsi

$$S_g = C_1'C_2' = C_1'F' - C'F' = C_1'F' - (r' \cos \varphi + l' \cos \beta) = \left(\sqrt{C_1'A^2 - F'A^2} \right) - (r' \cos \varphi + l' \cos \beta) =$$

$$= \sqrt{(r' + l')^2 - E'^2} - r' \cos \varphi - l' \cos \beta' = l \sqrt{(\lambda' + 1)^2 - \varepsilon'^2 \lambda'^2} - r' \cdot \cos \varphi - l' \cos \beta' \quad (1)$$

burada $\lambda' = \frac{r'}{l'}$ – ölçüsüz kəmiyyət olub xətlərin təsirini nəzərə almaqla dirsəyin uzunluğunun, kanatın uzunluğuna olan nisbətini nəzərəalan əmsal; $\varepsilon' = \frac{E'}{r'}$ – xətlərin təsirini nəzərə

almaqla nisbi eksentrikliyi nəzərə alan əmsaldır.

φ və β bucaqları bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olduğundan şəkil 2,b-dən

$$G'B' = r' \cdot \sin \varphi + E' = l' \cdot \sin \beta'$$

buradan

$$\sin \beta' = \frac{r' \cdot \sin \varphi + E'}{l'} = \lambda'(\sin \varphi + \varepsilon')$$

φ və β bucaqları arasında əlaqən

$$\cos \beta' = \sqrt{1 - \sin^2 \beta'} = \sqrt{1 - (\lambda'(\sin \varphi + \varepsilon'))^2}$$

Bu ifadələri (1)-də nəzərə alsaq

$$S = l' \sqrt{(\lambda' + 1)^2 - \varepsilon'^2 \lambda'^2} - r' \cdot \cos \varphi - l' \sqrt{1 - (\lambda'(\sin \varphi + \varepsilon'))^2}$$

Bu ifadə ştanqın asqı nöqtəsinin getdiyi yolu dəqiqliklə təyin etməyə imkan verir. Təcrübə hesablamalarda bu ifadəni sadələşdirmək üçün kökaltı ifadələri Nyuton binomuna görə sıraya ayırmaq olar:

$$\sqrt{(1 + \lambda')^2 - \varepsilon'^2 \lambda'^2} = \left[(1 + \lambda')^2 - \varepsilon'^2 \lambda'^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 1 + \lambda' - \frac{\varepsilon'^2 \lambda'^2}{2(1 + \lambda')} - \frac{\varepsilon'^4 \lambda'^4}{8(1 + \lambda')^3} - \frac{\varepsilon'^6 \lambda'^6}{16(1 + \lambda')^5} - \dots$$

$$\sqrt{1 - (\lambda'(\sin \varphi + \varepsilon'))^2} = \left[1 - (\lambda'(\sin \varphi + \varepsilon'))^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2}(\lambda'(\sin \varphi + \varepsilon'))^2 -$$

$$- \frac{1}{8}(\lambda'(\sin \varphi + \varepsilon'))^4 - \frac{1}{16}(\lambda'(\sin \varphi + \varepsilon'))^6 - \dots$$

Praktiki hesablamalar üçün bu sıraların birinci iki həddini götürmək məsləhət görülür. Onda

$$\begin{aligned} S &= l' \left(1 + \lambda' - \frac{\varepsilon'^2 \lambda'^2}{2(1 + \lambda')} \right) - r' \cos \varphi - l' \left(1 - \frac{1}{2}(\lambda'(\sin \varphi + \varepsilon'))^2 \right) = \\ &= r' \left(1 - \cos \varphi + \frac{\lambda'}{2} \sin^2 \varphi + \varepsilon' \lambda' \sin \varphi - \frac{\varepsilon'^2 \lambda'^2}{2(1 + \lambda')} + \frac{\lambda' \varepsilon'^2}{2} \right) \end{aligned}$$

$\sin^2 \varphi = \frac{1 - \cos 2\varphi}{2}$ olduğundan

$$S = r' \left[1 - \cos \varphi + \frac{\lambda'}{4} (1 - \cos 2\varphi) + \varepsilon' \lambda' \sin \varphi - \frac{\varepsilon'^2 \lambda'^2}{2(1 + \lambda')} + \frac{\lambda' \varepsilon'^2}{2} \right] \quad (2)$$

Bu ifadəni zamana görə bir dəfə diferensiallasaq, onda ştanqın asqı nöqtəsinin sürətini aşağıdakı kimi təyin edərik

$$V = \frac{dS}{dt} = r' \cdot \omega \left[\sin \varphi + \frac{\lambda'}{2} \sin 2\varphi + \varepsilon' \lambda' \cos \varphi \right] \quad (3)$$

Bu ifadəni zamana görə bir dəfə diferensiallasaq isə, onda ştanqın asqı nöqtəsinin təcilini aşağıdakı kimi təyin edərik

$$a = \frac{dV}{dt} = r' \cdot \omega^2 \left[\cos \varphi + \lambda' \cos 2\varphi - \varepsilon' \lambda' \sin \varphi \right] \quad (4)$$

Məlumdur ki, yeni konstruktiv icralı mancanaq dəzgahının çevirici mexanizminin ən vacib kinematik xarakteristikaları ölçüsüz kəmiyyət olan dirsəyin uzunluğunun, kanatın uzunluğuna olan nisbətini nəzərə alan əmsal (λ) və nisbi eksentrikliyi nəzərə alan əmsaldır (ε) Şəkil 1-dən

$$\lambda' = \frac{r'}{l'} = \frac{r \pm \Delta_1}{l \pm \Delta_2} = \frac{r \left(1 \pm \frac{\Delta_1}{r}\right)}{l \left(1 \pm \frac{\Delta_2}{l}\right)} = \lambda \frac{k_1}{k_2}; \quad \varepsilon' = \frac{E'}{r'} = \frac{E \pm \Delta_3}{r \pm \Delta_1} = \frac{E \left(1 \pm \frac{\Delta_3}{E}\right)}{r \left(1 \pm \frac{\Delta_1}{r}\right)} = \varepsilon \frac{k_3}{k_1}$$

burada Δ_1 , Δ_2 və Δ_3 -uyğun olaraq mancanaq dəzgahının cəm konstruktiv və texnoloji xə-taları; $k_1 = 1 \pm \frac{\Delta_1}{r}$, $k_2 = 1 \pm \frac{\Delta_2}{l}$ və $k_3 = 1 \pm \frac{\Delta_3}{E}$ -ölçüsüz kəmiyyətlər olub cəm konstruktiv və texnoloji xətlərin dirsəyin radiusuna, kanatın uzunluğuna və eksentritetin uzunluğuna olan nisbətini nəzərə alır.

Onda (2), (3) və (4) ifadələri uyğun olaraq aşağıdakı şəkildə olacaqdır

$$S = r \cdot k_1 \left[1 - \cos \varphi + \frac{\lambda}{4} \left(\frac{k_1}{k_2} \right) (1 - \cos 2\varphi) + \varepsilon \lambda \left(\frac{k_3}{k_2} \right) \sin \varphi - \frac{\varepsilon^2 \lambda^2}{2(k_2 + \lambda k_1)} k_1 k_3^2 + \frac{\lambda \varepsilon^2}{2} \frac{k_3^2}{k_1 k_2} \right] \quad (5)$$

$$V = r \cdot k_1 \cdot \omega \left[\sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \left(\frac{k_1}{k_2} \right) \sin 2\varphi + \varepsilon \lambda \left(\frac{k_3}{k_2} \right) \cos \varphi \right] \quad (6)$$

$$a = r \cdot k_1 \cdot \omega^2 \left[\cos \varphi + \lambda \left(\frac{k_1}{k_2} \right) \cos 2\varphi - \varepsilon \lambda \left(\frac{k_3}{k_2} \right) \sin \varphi \right] \quad (7)$$

Mancanaq dəzgahının kinematik parametrini xarakterizə edən parametrlərdən təcrübi əhəmiyyət kəsb edən əsas parametr ştanqın asqı nöqtəsinin təcilidir. Müəyyən edilmişdir ki, neft quyularının ştanqlar kolonnasındakı dinamik qüvvələr təcilin qiymətindən və onun dəyişmə qanunauyğunluğundan asılı olur. Odur ki, mancanaq dəzgahının ştanqlar kolonnasında yaranan dinamik qüvvələri analiz etmək üçün ştanqın asqı nöqtəsinin təcilini iki ədəd toplanan şəkildə ifadə etmək olar:

$$a = a_1 + a_2 \quad (8)$$

burada $a_1 = r \cdot k_1 \cdot \omega^2 \cos \varphi$ - ştanqın asqı nöqtəsinin birinci növ harmonik dəyişən təcili;

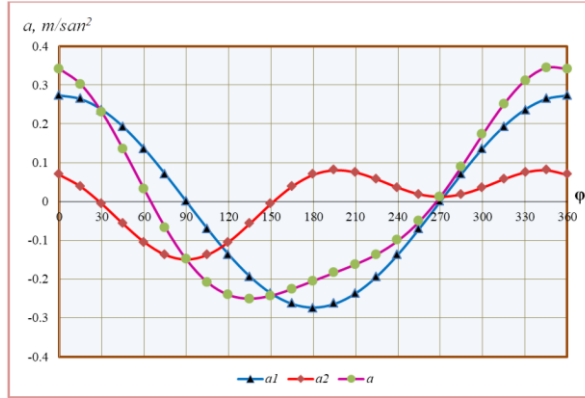
$a_2 = r \cdot k_1 \cdot \omega^2 \lambda \left(\frac{k_1}{k_2} \right) \cos 2\varphi - \varepsilon \lambda \left(\frac{k_3}{k_2} \right) \sin \varphi$ - ştanqın asqı nöqtəsinin ikinci növ harmonik dəyişən təcilidir.

Normativ sənədlərə əsasən cəm konstruktiv xətanı təxminən dirsək üçün $\Delta_1 = \begin{matrix} +10mm \\ -5mm \end{matrix}$, kanat üçün $\Delta_2 = \begin{matrix} +30mm \\ -10mm \end{matrix}$ və eksentritəd üçün $\Delta_3 = \begin{matrix} +50mm \\ -20mm \end{matrix}$ qəbul edərək hesablamalar aparılmış və hesablamaların nəticələri isə şəkil 2-də göstərilmişdir.

Şəkil 3-də xətlərin təsirini nəzərə almaqla ştanqın asqı nöqtəsinin təcilinin dirsəyin dönmə bucağından asılılıq qrafiki göstərilmişdir. Qrafikin analizi göstərir ki, ştanqın asqı nöqtəsinin birinci növ maksimal təcili $a_1 = r \cdot k_1 \cdot \omega^2 \cos \varphi$ dirsəyin dönmə bucağının $\varphi = 0^\circ$ və 180° qiymətlərində, ştanqın asqı nöqtəsinin ikinci növ maksimal təcili $a_2 = r \cdot k_1 \cdot \omega^2 \lambda \left(\frac{k_1}{k_2} \right) \cos 2\varphi - \varepsilon \lambda \left(\frac{k_3}{k_2} \right) \sin \varphi$

dirşəyin dönmə bucağının $\varphi = 90^0$ və 195^0 qiymətlərində, cəm maksimal təcil isə $a = a_1 + a_2$ isə dirşəyin dönmə bucağının $\varphi = 135^0$ və 345^0 qiymətlərində yaranır.

Рис.3. Ştanqın asqı nöqtəsinin təcilinin dirşəyin dönmə bucağından asılılıq qrafiki



Qeyd olunduğu kimi həqiqi maksimal sürətin və təcilin ideal harmonik hərəkət zamanı yaranan sürətdən və təcildən sapması ştanqlar kolonnasında yaranan dinamik qüvvələrə əsaslı təsir göstərir. Odur ki, yeni konstruktiv icralı mancanaq dəzğahını xarakterizə edən kinematik parametrləri qiymətləndirmək üçün həqiqi maksimal sürətin və təcilin ideal harmonik hərəkət zamanı yaranan sürət və təcildən sapmasını təyin edirik

$$\Omega = \frac{a_{E_{max}}}{a_{Ei}} = \frac{1}{\cos \varphi} \left[\cos \varphi + \lambda \left(\frac{k_1}{k_2} \right) \cos 2\varphi - \varepsilon \lambda \left(\frac{k_3}{k_2} \right) \sin \varphi \right] \quad (9)$$

burada a_{Ei} - ideal harmonik hərəkət zamanı ştanqın asqı nöqtəsinin maksimal təcili; Ω - həqiqi maksimal təcilin ideal harmonik hərəkət zamanı yaranan maksimal təcildən sapmasını nəzərə alan kinematik parametrdir.

Konstruktiv və texnoloji xətlərin kinematik parametrlərinə təsirini qiymətləndirmək üçün (9) ifadəsini şərti olaraq aşağıdakı şəkildə yazmaq olar

$$\begin{aligned} \Omega &= \frac{1}{\cos \varphi} \left[\cos \varphi + \lambda \left(\frac{k_1}{k_2} \right) \cos 2\varphi - \varepsilon \lambda \left(\frac{k_3}{k_2} \right) \sin \varphi \right] = 1 + \lambda \left(\frac{k_1}{k_2} \right) \frac{\cos 2\varphi}{\cos \varphi} - \varepsilon \lambda \left(\frac{k_3}{k_2} \right) \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \\ &= 1 + \lambda \left(\frac{k_1}{k_2} \right) \frac{\cos 2\varphi}{\cos \varphi} - \varepsilon \lambda \left(\frac{k_3}{k_2} \right) \operatorname{tg} \varphi = 1 + \chi \end{aligned} \quad (10)$$

burada $\chi = \lambda \left(\frac{k_1}{k_2} \right) \frac{\cos 2\varphi}{\cos \varphi} - \varepsilon \lambda \left(\frac{k_3}{k_2} \right) \operatorname{tg} \varphi$ - ölçüsüz kinematik parametrləri (λ, ε) nəzərə almaqla konstruktiv və texnoloji xətlərin kinematik parametrlərinə (Ω) təsirini nəzərə alan xəta əmsalıdır.

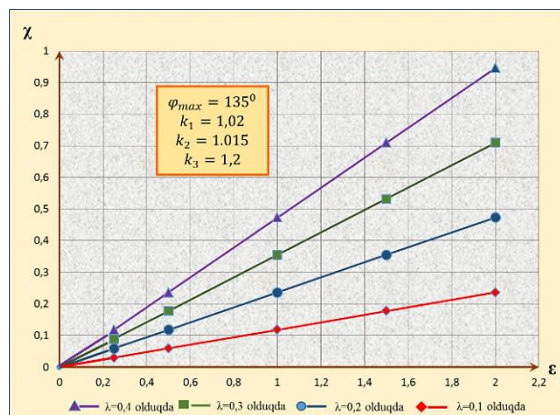
Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq şəkil 3-də xəta əmsalının (χ) ölçüsüz kinematik parametrlərdən (λ, ε) asılılıq qrafiki qurulmuşdur. Qrafikdən görüldüyü kim kinematik parametrlər (λ, ε) artdıqca xəta əmsalı (χ) da pilləvari olaraq artır. Bu da ştanqın asqı nöqtəsinə əlavə dinamik qüvvələrin düşməsinə, detalların intensiv olaraq yeyilməsinə və mancanaq dəzğahının xidmət müddətinin azalmasına səbəb olur.

Nəticələr

1. Təklif olunan ifadələr texnoloji və konstruktiv xətlərin təsirini nəzərə almaqla yeni konstruktiv icralı mancanaq dəzğahının ştanqın asqı nöqtəsinin yerdəyişməsi, sürəti və təcilinin dəyişmə qanunauyğunluğunu daha dəqiqliklə təyin etməyə imkan verir.

2. Müəyyən edilmişdir ki, mancanaq dəzgahının texnoloji və konstruktiv xətlərinin yeni konstruktiv icralı man-canaq dəzgahının keyfiyyətini xarak-terizə edən kinematik parametrlə təsiri ölçüsüz kinematik parametrlər, yəni dirsəyin uzunluğunun, kanatın uzunluğuna olan nisbətini nəzərə alan əmsal (λ) və nisbi eksentrikliyi nəzərə alan əmsal (ε) artdıqca daha böyük olur.

Şəkil 4. Xəta əmsalının ölçüsüz kinematik parametrlərdən (λ, ε) asılılıq qrafiki



3. Hesablamalar göstərir ki, cəm texnoloji və konstruktiv xətlərin mancanaq dəzgahının əsas kinematik parametrlərinə, yəni ştanqının asqı nöqtəsinin yerdəyişməsinə, sürətinə və təcilinə təsiri təxminən (3...9%) təşkil edir.
4. Təklif olunan ifadələr cəm texnoloji və konstruktiv xətlərin təsirini nəzərə almaqlayeni konstruktiv icralı mancanaq dəzgahının layihələndirilməsi zamanı mühüm əhəmiyyət kəsb edə bilər.

ƏDƏBİYYAT:

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М.; Наука, 1975.-640 с.
2. Аливердизаде К.С. Балансирные индивидуальные приводы глубиннонасосной установки (станки-качалки). Баку, 1951, 215 с.
3. Чичеров Л.Г., Молчанов Г.В., Рабинович А.М, и др. Расчёт и конструирование нефтепромыслового оборудования. М.: Недра, 1987. – 422 с.
4. Наджафов А.М. Поисковое конструирование механического привода штанговых насосов. Баку, ЭЛМ, 2008, 254 с.

UOT669.18.046.518..621.746..27..66.065.52

METAL OVUNTULARI ÜFÜRMƏKLƏ PALADIN ÇALOVDA OKSİGENSİZLƏŞDİRİLMƏSİ

BABANLI M.B.

ADNSU

KƏRİMOV R.İ.

Baku Steel Company

BAYRAMOV A.T.

Baku Steel Company MMC

Bakı, AZƏRBAYCAN

AydinB@bakusteel.com

XÜLASƏ

Çalovda metal ovuntuları üfurməklə maye poladdan oksigenin kənarlaşdırılması məsələsinə baxılır. Mg və Al-la oksigensizləşdirmənin izahını vermək üçün MgO-Al₂O₃ sisteminin hal diaqramı təqdim olunub. Alüminium və silikokalsiumun əlavəsilə paladin ardıcıl oksigensizləşdirilməsinin qrafikləri verilib. Oksigenin aktivliyinin [O] - [Si] və [O] - [Al] sistemlərində tarazlıqları qiymətləndirilmişdir. Maye polada üfürülən maqneziumun sərfindən poladda oksigenin miqdarının azlığı qeyd olunur. Göstərilmişdir ki, maqneziumun sərfi artdıqca oksigenin poladda miqdarı monoton azalır. Metal ovuntuların üfürülməsində oksigenin faktiki və hesabi miqdarının qrafikləri verilib.

Açar sözlər: maqnezium ərintiləri, oksigensizləşdirmə, hal diaqramı, posa fazası, metal ovuntuları, alüminium, silikokalsium, hesabi-taraz qiymətlər.

РАСКИСЛЕНИЕ СТАЛИ В КОВШЕ ПРОДУВКОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ РАЗЬОМЕ

Рассматривается вопрос удаления кислорода из жидкой стали продувкой металлических порошков в ковше. Для объяснения раскисления Mg и Al представлена диаграмма состояния системы MgO-Al₂O₃. Даны графики последовательного раскисления стали добавками алюминия и силикокальция. Оценены равновесности активности кислорода в системах [O]-[Si] и [O]-[Al]. Также представлена зависимость количества кислорода от расхода магния, породуваемого в жидкую сталь. Показано, что с увеличением расхода магния происходит монотонное снижение количества кислорода в стали. Представлены графики фактического и расчетного количества кислорода при продувке металлических порошков.

Ключевые слова: сплавы магния, раскисление, диаграмма состояния, шлаковая фаза, металлические порошки, алюминий, силикокальций, расчетно-равновесные значения.

DEOXIDATION OF STEEL IN THE LADLE BY BLOWING METAL POWDERS SUMMARY

Consideration is given to removing oxygen from liquid steel by blowing metal powders in a ladle. To explain the deoxidation of Mg and Al, a state diagram of the MgO – Al₂O₃ system is presented. The graphs of the sequential deoxidation of steel by the addition of aluminum and silicocalcium. The equilibrium activity of oxygen in the [O]-[Si] and [O]-[Al]. system is estimated. Also presented is the dependence of the amount of oxygen on the consumption of magnesium produced in molten steel. It is shown that a monotonic decrease in the amount of oxygen in steel occurs with an increase in magnesium consumption. The graphs of actual and calculated amounts of oxygen when purging metal powders are presented.

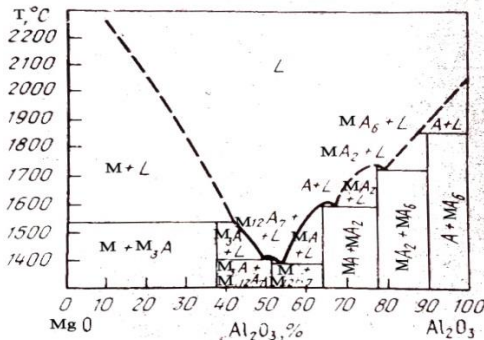
Keywords: magnesium alloys, deacidification, state diagram, slag phase, metal powders, aluminum, silicocalcium, calculated-equilibrium values.

Giriş. Sadə elementlərdən oksidlərin yaranmasının sərbəst enerjisinin müqayisəsi göstərir ki, qələvitorpaq metalları oksigenə qarşı ən reaksiya qabiliyyətli metallardır. Maqnezium və

oksigen arasında 1600°C-də maye dəmirdə taraz nisbət $a_{MgO}=6.4 \cdot 10^{-11}$ çox kiçik qiymətə malikdir. Maqneziumun oksigenə kimyəvi hərisliyi polad istehsalında adətən tətbiq olunan oksigensizləşdirici elementlərə nisbətən xeyli yüksəkdir, ona görə maqnezium kompleks oksid ünsürləri yaradaraq əksər oksigensizləşdirmə məhsulları ilə qarşılıqlı təsirdə ola bilər. Alüminiumla oksigensizləşdirilmiş poladların əridilməsində $MgO-Al_2O_3$ faza diaqramı (şəkil 1) göstərir ki, maye alüminatlar yüksək temperaturlarda tərkiblərin geniş intervalında mövcud ola bilərlər və maqneziumun aşqarları olan giltorpaq toplantılarının qlobullaşmasına kömək edə bilər. Lakin digər oksigensizləşdirici elementlərdən fərqli olaraq maqnezium poladəritmə proseslərinin yüksək temperaturlarında ($P_{Mg}=0.17MPa$ 1560°C-də) maye dəmirdə kiçik həll olma qabiliyyətinə malikdir. 1560°C-də onun maksimal həll olması maye maqneziumun artıqlığı ilə tarazlıqda 0.028% təşkil edir. Maqneziumun həll olması karbonun, silisiumun, nikelin iştirakında artır. Məsələn bəzi yüksək legirli poladlarda 10% Ni iştirakında maqneziumun həll olması 2.4 dəfə artır. Maye dəmirdə onu silisiumla legirlədikdə maqneziumun həll olması 26% yüksəlir. Təcrübədə maye polada maqneziumun (MgC_2) birləşməsi və ya ərintilər (Si-Mg, Mg-Si-Bo, Mg-Si-Al və b.) formasında daxil edilməsi oksigensizləşdirməyə müsbət təsir göstərməlidir, xüsusən bu daxil etmə ovuntular şəkilində bilavasitə maye metal üfurməklə həyata keçirilir.

Maqneziumun ərintiləri ilə (Si-Mg, Mg-Si-Ba, Mg-Si-Mn) poladı üfurməklə oksigensizləşdirmədə oksigenin yüksək miqdarında ($a_o > 0.06\%$) oksigenin miqdarının azaldılması istiqamətində effekt alüminium kimi belə klassik oksigensizləşdiricilərin istifadəsində alınan nəticələrdən az fərqlənir. Bu halda maqneziumun mənimsənilməsi oksigenin yəni onun rabitələşdirilməsi üçün sərf olunmuş miqdarının daxil edilmiş maqneziumun ümumi miqdarına nisbəti 9%-i üstələmir və yaranan kompleks ünsürlərin tərkibində 19% MgO olur. Mg-Si-Ba ərintisinin istifadəsi halında oksid fazasında yalnız bariumun izləri tapılıb.

Şəkil 1. $MgO-Al_2O_3$ -un hal diaqramı



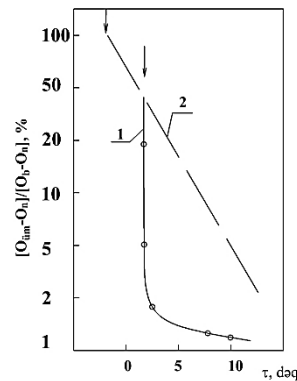
(M-MgO; A- Al_2O_3 ; L-maye faza) [1]

[2, s. 229] işin məlumatlarına görə təkcə maqneziumla oksigensizləşdirilmiş poladda həll olmuş oksigenin miqdarı alüminiumda oksigensizləşdirmədikinə nisbətən az deyil, ona baxmayaraq ki, maqnezium oksigenin aktivliyinin azalmasına kömək edir. Artıq alüminiumla oksigensizləşdirilmiş poladı maqneziumla emal etdikdə poladda maqneziumun həll olması nəticəsində oksigenin aktivlik əmsalı azalır, ona görə amüniumun müəyyən miqdarı ilə taraz olan oksigenin [O] miqdarı faktiki artır. Lakin $MgO-Al_2O_3$ maye ünsürlərinin (və ya bərk birləşmənin) yaranması üçün lazım olandan yuxarı maqneziumun miqdarını artırıqda oksigenin taraz miqdarı oksidin aktivliyinin azalması ucbatından daha da çox azaldıla bilər. Əgər oksigensizləşdirmə məhsulu $MgO-Al_2O_3$ -dürsə, alüminiumun minimal aktivliyi, hansı ki 0.013-ə bərabərdir [2], onda oksigenin taraz miqdarı $7.3 \cdot 10^{-5}\%$ təşkil edir. [3]-ci işin məlumatlarına görə

alüminiumla dərin oksigensizləşdirmədən sonra maqneziumun daxil edilməsində poladda oksigenin miqdarı alüminiumla adi oksigensizləşdirmədə nail oluna bilməyən çox kiçik qiymətədək (0.0001%) tezliklə azalır. Çox kiçik qiymətədək oksigenin konsentrasiyasının azaldılması alüminiumla oksigensizləşdirmədən sonra maye poladda qalan oksigensizləşdirmənin ilkin məhsullarının demək olar ki, tam kənarlaşdırılması sayəsində baş verir və alüminiumla taraz oluna yaxın həll olmuş miqdara uyğun gəlir. Əgər əyyarlarda maqnezium daxil olanadək giltorpağın mismara oxşar toplantıları müşahidə edilirsə, onda onun oturdulmasından sonra toplantılar yox olur, yalnız 2.2-2.8mkm ölçülərli sferik ünsürlər müşahidə olunur.

Metal ovuntuları üfurməklə poladdan oksigenin kənarlaşdırılması. Alüminiumun artıqlığı ilə ilkin oksigensizləşdirilmiş polada maqneziumun daxil edilməsi ($a_{Al} \geq 0.028\%$) oksigenin kənarlaşdırılma sürətinin əhəmiyyətli artmasına gətirir (şəkil 2). Bu halda ümumi oksigenin miqdarını 0.08-dən 0.068-dək azaltmaq üçün lazım olan vaxt alüminiumla (0.8kq/t) oksigensizləşdirmədə 8 dəq və yalnız əgər alüminiumla ilkin oksigensizləşdirilmiş polada 2 dəq sonra silikokalsium (2.2kq/t) daxil edirlərsə 5dəq təşkil edir. Oksigenin kənarlaşdırılmasının müşahidə olunan sürəti silikokalsium daxil edildikdən sonra Al_2O_3 ünsürlərinin maqneziumun köməyi ilə dəyişməsilə izah olunur. Qlobulyar formalı kalsium alüminatlarının yaranması ünsürün səthinin onun həcminə nisbətini azaldır, bu Stoks tənliyinə görə ünsürlərin kənarlaşma sürətinin artmasına gətirir. Aydındır ki, maqnezium ərintilərinin tətbiqi hər şeydən əvvəl qeyri-metal ünsürlərin tərkib və morfologiyasına təsir etməyə imkan verir. Maqnezium daxil edildikdən sonra götürülmüş metal nümunələrində müşahidə olunan oksid ünsürlərini tərkib və morfologiyaya görə üç növdə sinifləşdirmək olar: 1) iri kompleks faza struktura malik olan və iri qlobulyar (~65mkm) maqnezium alüminat matrissasında Al_2O_3 kristallarını özündə əks etdirən və SiO_2 -nin izləri, belə ünsürlər əvvəllər ərintidən silikokalsium daxil edildikdən 30saniyə sonra ya nisbətən götürülmüş nümunələrdə müşahidə olunmuşdur; 2) qobulyar, adətən <4.5mm ölçülü şüşəşəkilli, bu alüminatların tərkibində 46-61% MgO və SiO_2 -nin izləri olur; 3) alüminiumun oksigensizləşdirilməsində müşahidə olunan MgO-aşağı tərkibli giltorpaq toplantıya oxlar ünsürlər.

Şəkil 2. Alüminium və silikokalsiumun əlavəsilə poladın ardıcıl oksigensizləşdirilməsi: ($[O]_{um}$, $[O]_t$, $[O]_b$ -poladda oksigenin uyğun olaraq ümumi, taraz və başlanğıc miqdarı) 1-faktiki nəticələr; 2-hesabat nəticələri

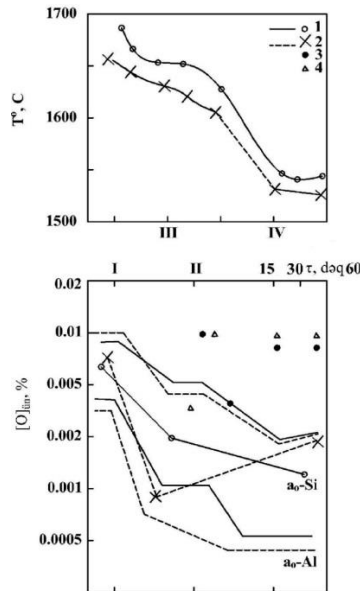


MgO- Al_2O_3 faza diaqramına uyğun olaraq tərkibində böyük miqdarda MgO olan qlobulyar ünsürlər 1600°C maye halda olurlar, onlar aşağıdakı reaksiya üzrə giltorpağın maqneziumla bərpasında yaranırlar: $3Mg + Al_2O_3 = 3MgO_2[Al]$. Maqneziumla daxil edilən elementlər yaxşı oksigensizləşdirilmiş polad üçün (ərintinin daxil edildiyi momentə $a_{Al} > 0.030\%$) giltorpaq ünsürlərinin çevrilməsinə zəif təsir edir (silisium) və ya ümumiyyətlə təsir etmir (manqan, barium).

Lakin barium maqnezium alüminatlarının morfolojiyasına xeyli təsir göstərir. Mg-Si-Ba ərintisinin daxil edilməsindən sonra maye metalda yaranan qlobulyar ünsürlər, silikokalsium və ya Ca-Si-Mn ərintisi ilə emalda alınan ünsürlərə nisbətən azdır və daha dispersdir. Belə ərintilərin giltorpağın bərk ünsürlərini maye alüminatlara çevirmək qabiliyyəti daxil edilən maqneziumun miqdarından və oksigenizləşdiricinin daxil edilmə anında oksigenin ümumi tərkibindən asılıdır.

Yüksəkgiltorpoq hörgülü (60% Al₂O₃) 50-tonluq çalovda elektropoladın silikokalsium ovuntusu ilə üfürülməsində göstərilir ki, alüminiumun kiçik aşqarlarının tətbiqini nəzərdə tutan oksigenizləşdirmə texnologiyasının istifadəsi poladın istehsalının real şəraitlərində [O]-[Al] sisteminin tarazlığına nail olmağı təmin etmir; metalda oksigenin aktivliyi xeyli tarazdan yuxarıdır (şəkil 3). E.h.q. metodu ilə oksigenin aktivliyinin ölçülməsi [O]-[Si] sistemi üçün taraz yaxındır. Bu alınmış nəticələri [2, s. 160] işin müəllifləri onunla izah edirlər ki, qövslü sobadan maye buraxıldıqdan sonra onda istirak edən manqansilikat ünsürlər oksigenin aktivliyini təyin edirlər, bu, [O]-[Al]-un tarazlığı üçün hesabiyə nisbətən yuxarıdır. Bundan başqa posada və odadavamlılarda da oksigenin taraz aktivliyi yüksəkdir, bu analoji təsir göstərir. Şəkil 3-də iki eksperimentin məlumatları təqdim olunub, onların gedişində polada silikokalsium üfürülmüşdür. Üfürmədən sonra oksigenin aktivliyi [O]-[Si] sistemində tarazlıqdan xeyli aşağı olan qiymətlərədək aşağı olmuşdur və [O]-[Al] sistemindəki tarazlığa yaxınlaşmışdır. Bu onunla izah olunur ki, maqneziumun iştirakında ərintidə olan manqansilikat ünsürlər dağılır, manqanın çox kiçik miqdarı ilə maqneziumalüminium silikatlara çevrilir. Belə izah ünsürlərin rentgen mikroanalizatorunda skanlaşdırılması ilə təsdiqlənir, onun nəticələri ünsürlərin tərkibinin təyini üzrə (%) aşağıda verilib.

Şəkil 3. Tərkibində 0.1% C; 0.4% Si; 1.2% Mn; 0.2% Cr olan A (1) poladında, tərkibində 0.4% C; 0.28% Si; 0.90% Mn; 1.0% Cr olan B (2) poladında oksigenin a_{O-Si} və a_{O-Al} aktivliyinin eksperimental təyin olunmuş hesabı-taraz qiymətlərinin müqaisəsi; [O]_{üm}-A(3) və B(4) poladlarında oksigenin ümumi konsentrasiyası



I- ovuntuların üfürülməsindən əvvəl; II- üfürmədən sonra; III- çalov; IV- aralıq çalov

Adi texnologiya	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Mn	MgS
Maqneziumla emalla	-	2-3	10-32	44-55	10-24	-
	50-55	5-6	18-20	20-22	-	10-1

Tökmənin gedişində əyyarlar çalovdan götürülmüşdür və üsürlərin tərkiblərini yaxşı təqdim edirlər. Adi texnologiyası ilə müqaisədə poladı maqneziumla üfurmədən sonra üsürlərdə MnO-nun miqdarı yox olan dərəcəsinə qədər azalır, MgO-in miqdarı isə xeyli artır. Şəkil 3-dəki məlumatlar metalda oksigenin ümumi miqdarına maqneziumla poladın üfürülməsinin belə təsirini səciyyələndirir. Adətən üfurmədən sonra poladda adi texnologiyaya nisbətən (0.008%) oksigenin daha aşağı miqdarını (0.006%) alırlar. Lakin tökmədə təkrar oksidləşmə ucbatından hazır metalda oksigenin çox kiçik miqdarını almaq mümkün olmamışdır.

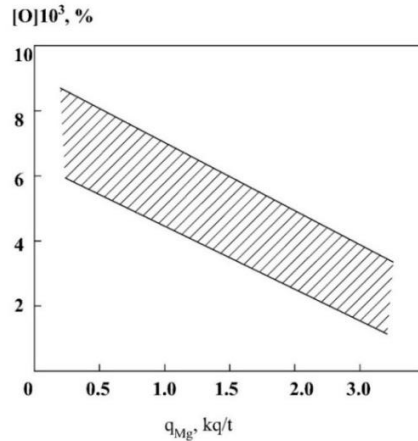
Poladda oksigenin miqdarı üfürülən maqneziumun sərfindən (şəkil 4) [4], posada FeO və MnO-nun konsentrasiyasından [5] asılıdır. Şəkil 5-də silikokalsium, maqnezium karbidi və əridilmiş flüs (60% MgO, 20% CaF₂ və 20% Al₂O₃) giltorpaq hörgülü 50-tonluq çalova üfürüldükdən sonra elektropoladda oksigenin tərkibinin dəyişməsi göstərilib. Müəyyən olunmuşdur ki, Al₂O₃-un üsürləri MgO-Al₂O₃ tipli üsürlərə çevrilirlər. Yeni qeyrimetal üsürlərin yaranması ovuntuların üfürülməsində güclü qarışdırma və FeO və MnO şəkilində posadan oksigenin daxil olması ilə çağrılan posa və metal arasında reaksiya ilə şərtlənir. Aydınır ki, ovuntuların üfürülməsində iki proses yer alır: tərkibində müəyyən miqdarda FeO və MnO olan posanın səthindən oksigenin daxil olmasının təsiri altında qeyrimetal üsürlərin flotasiyası və üsürlərin yaranması. Metal və posa arasında kütlədəyişməsinin soyuq modelləşdirilməsinin və habelə çalov saflaşdırma proseslərinin sənaye tədqiqatlarının nəticələrinin təhlili [6]-cı işin müəlliflərinə o nəticəyə gəlməyə imkan verdi ki, poladda oksigenin ümumi miqdarının səviyyəsi əsasən posada FeO və MnO -nin miqdarından asılıdır. FeO+MnO çox kiçik miqdarında poladda oksigenin ümumi miqdarı çalovun divarının növü ilə təyin olunur. [1, s. 301]-işin məlumatlarına görə silikokalsiumu üfürdükdə poladda ümumi oksigenin son miqdarı xeyli dərəcədə onun ilkin miqdarından asılıdır. Əhəng ovuntusunu üfürdükdə oksigenin ilkin miqdarından asılı olmayaraq onun stabil kiçik miqdarını almaq olar. Belə fərq onunla izah olunur ki, üfurmədən qabaq oksigenin yüksək ümumi miqdarı çalov posasında FeO-nun yüksək miqdarına uyğun gəlir. Silikokalsiumla üfurmədə metalın daha güclü qarışdırılması kalsiumun buxarlanması ucbatından posanın daha tam bərpa olunmasını təmin edir. Bu, oksid üsürlərinin yaranmasına gətirir, onlar üfurmənin böyük olmayan davamiyyətində metaldan kənarlaşmaya çatmırlar. Poladda oksigenin aktivliyi silikokalsiumla və ya tərkibində silikokalsium olan qarışıqlarla üfurmə halında aşağıdır. Emaldan əvvəl (sürət) və sonra (məxrəc) ümumi oksigenin [O] miqdarının qiymətləri və onun aktivliyi a_o (n-əritmələrin sayıdır) gətirilib:

Ovuntunun tərkibi	MgO	75%MgO+25%Al	80%MgO+20%CaF ₂	60%MgO+20%Al+20%CaF ₂
[O]*10 ⁴ , %	70/40	170/35	80/20	95/30
a _o *10 ⁴ , %	13/6	40/11	17/6	30/13
n	2	2	14	2
Ovuntunun tərkibi	60%MgO+20%CaF ₂ +20%Ck30	Ck30	Səthi posa	
[O]*10 ⁴ , %	80/30	90/34	130/30	
a _o *10 ⁴ , %	10/2	29/4	20/18	
n	1	24	3	

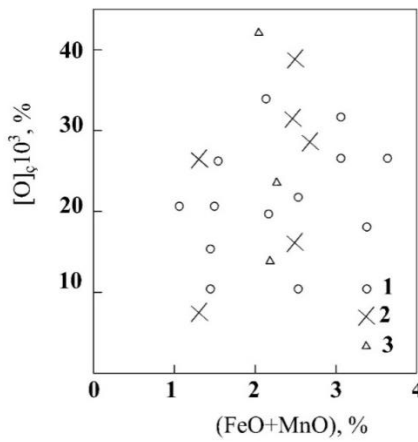
Bu maqneziumun daha güclü oksigensizləşdiricilik qabiliyyəti ilə izahı olunur. Aydınır ki, silikokalsiumun ovuntusu ilə poladın üfürülməsində qeyrimetal üsürlərə görə metalın yüksək təmizliyinə nail olmaq üçün FeO və MnO-nun posada aşağı miqdarına nail olmaq çox vacibdir. Oksigenin və qeyrimetal üsürlərin miqdarına görə poladın yüksək təmizlik dərəcəsinə o halda nail olunur ki, əgər boşaldılmadan sonra oksigenin konsentrasiyasının sonrakı

azalması baş verir [7]. Karbonun az miqdarı ilə (<0.15%C) poladın əridilməsində metal daha da oksidləşdiyinə görə poladın maqnezium ərintiləri ilə karbonun aşağı miqdarlarında üfürülməsində arzu olunan nəticələr verməyə bilər. Bu halda daha təmiz maqneziumla və ya maqnezium ərintilərilə emal olunan polad olur. Bu, tərkibində maqnezium olan qlobulyar ünsürlərin kənarlaşdırılmasının ən əlverişli şəraitlərilə izah olunur. CaC₂ və silikokalsiumla poladın üfürülməsi bərabər oksigensziləşdirici təsir göstərir; onlar bərabər dərəcədə poladın təmizlik dərəcəsinə təsir göstərir [7].

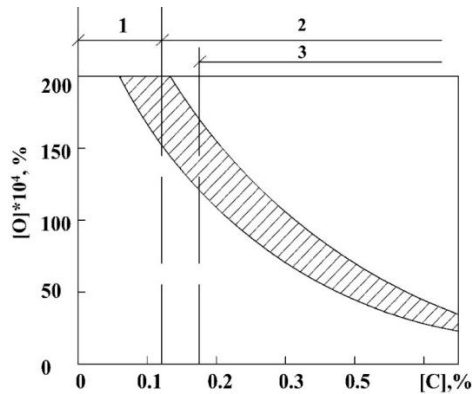
Şəkil 4. Üfürülən maqneziumun sərfindən poladda oksigenin miqdarının asılılığı



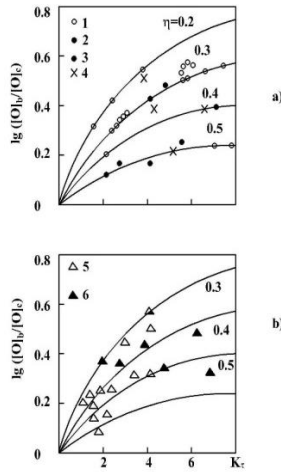
Şəkil 5. Ovuntularla üfürmədən sonra posada (FeO+MnO)-nun miqdarından metalda ümumi oksigenin asılılığı
1-ilkin əridilmiş flüs; 2-silikokalsium; 3-maqnezium karbid



Şəkil 6. Karbonun miqdarının asılı olaraq çalovda poladın üfürülməsi üçün materialı seçmə sxemi
1-maqnezium; 2-silikokalsium; 3-maqnezium karbidi



Şəkil 7. Ovuntuların üfürülməsində oksidenin faktiki və hesabi miqdarı
a-flüsdə, $K=0.35$, b-silikokalsiumda $K=0.2$; 1-əhəng; 2-ərimiş flüs; 3-MgO-CaF₂-Al₂O₃ ərimiş flüs; 4-arqon;
5-silikokalsium; 6-silikokalsium və flüsün qarışığı



Tərkibində $<0.15\%C$ olan poladların silikokalsiumla və CaC₂ ilə emal halında nəzarət olunmayan qlobulyar ünsürlərlə yanaşı metalda həm də giltorpağın arzu olunmayan ünsürləri aşkarlanır. Şəkil 6-da poladda karbonun miqdarından asılı olaraq üfürmə üçün materialın seçilmə sxemi verilib [79]. Kristallaşmadan sonrakı ünsürlərin minimal miqdarını təmin etmək üçün dərinliyinə görə hətta metalın maksimal mümkün oksigensizləşdirilməsi, əgər tökmədə təkrar oksidləşmədən metalın diqqətlə mühafizəsi təmin olunmayıbsa, effektiv olmaya bilər [8]. Bununla əlaqədar olaraq təkrar oksidləşmənin qarşısını almaq üçün belə üsulla emal olunmuş poladı mühafizə olunan mühitdə və ya vakuumda tökmə arzu olunandır. Silikokalsium ovuntusu ilə üfürmədən sonra polad giltorpaqdan və ya böyük olmayan giltorpaq klasterlərdən yaranmış kalsium alüminatın qlobullarını özündə saxlayır [1, s. 201]. Silyablarda oksid ünsürlərinin tədqiqi göstərdi ki, flüslərlə emalla metal üfürülən flüsün və maye poladda tutulan flüslərin və ünsürlərin hissəcikləri arasında reaksiyaların məhsullarının böyük olmayan miqdarını özündə təşkil edir. Aydındır ki, əgər flüsün üfürülməsində oksigenin ümumi miqdarı artıq metalda olan ünsürlərin (əsasən Al₂O₃-ün) üzməsi və güclü qarışması nəticəsində oksigenin ümumi miqdarı azalırsa, onda silikokalsiumla emal halında maqneziumun maye alüminatları maye poladda yaranırlar və flüsün üfürülməsində olduğuna nisbətən çətin kənarlaşırlar. [1, s. 201] işin müəllifləri tərəfindən təklif olunan oksigensizləşdirmə modelinə görə oksigensizləşdirmə sürəti verilən vaxt anında poladda oksigenin ümumi miqdarına mütənəsibdir; maye polad sabit sürətlə ətraf mühitdən oksigeni adsorbsiya edir; metalın təkrar oksidləşməsi nəticəsində flüslə üfürdükdə Al₂O₃-ün və silikokalsiumla üfürdüksə $mCaO \cdot nAl_2O_3$ -un miqdarı artır; silikokalsiumla üfürdükdə $mMg + nAl_2O_3 = mMgO \cdot nAl_2O_3$ reaksiyası nəticəsində Al₂O₃ oksidi $mMgO \cdot nAl_2O_3$ -ə çevrilir, reaksiyanın sürəti Al₂O₃-un miqdarına mütənəsibdir və kifayət qədər yüksəkdir. Müəyyən ehtimallarla flüsün və silikokalsiumun üfürülməsi üçün aşağıdakı ümumi tənliyi istifadə etmək olar:

$$[O]_c/[O]_b = \eta + (1 + \eta) \exp(-K\tau), \quad (4.1)$$

burada $\eta = [O]_\infty/[O]_b$; $[O]_\infty$ - oksigenin taraz miqdarıdır. Əgər absis oxunda $K\tau$ -nin qiymətini, ordinat oxunda $\lg([O]_b/[O]_c)$ qiymətini qoysaq onda üfürmənin faktiki davamiyyətini istifadə edərək və oksigenin miqdarının başlanğıc və son qiymətlərini hər bir təcrübi əritmə üçün cəzaraq, şəkil 7-də təqdim olunan nəticələri alırıq. Sürət konstantası K belə şəkildə təyin olunmuşdur ki, (1) tənliyinə görə təcrübi məlumatlar hesabi ilə yaxşı üst-üstə olmuşdur. Flüsün

üfürülməsində K-nın qiyməti 0.32, silikokalsiumun üfürülməsində isə 0.20 təşkil etmişdir. Sonuncu halda K-nın daha aşağı qiymətləri faktla razılaşıır, bu, onu göstərir ki, silikokalsium ovuntusu ilə poladın üfürülməsində oksigenin ümumi miqdarını çətin aşağı salmaq olar.

Fərz etmək olar ki, posa və metal ovuntularının qarışıqları ilə poladın üfürülməsi oksigenin daha tam kənarlaşdırılmasına gətirər. Bu halda oksid ünsürlərinə görə poladın daha mümkün yüksək təmizliyinə nail olmaq olar. Eyni zamanda ünsürlərin morfoloqiyasının dəyişməsi təmiz silikokalsiumla metalın üfürülməsində olduğu dərəcədə, ancaq xeyli onun az sərfində baş verəkdədir.

Nəticələr: 1. Metal ovuntuları və posa qarışıqlarının birlikdə üfürülməsi ilə armatur poladının çalovda oksigensizləşdirilməsinə baxılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, maqnezium ərintilərinin ovuntuları ilə poladın üfürülməsində oksigensizləşdirmə effekti alüminium kimi klassik oksigensizləşdiricilərlə üfürülmədə alınan effektdən az fərqlənir. Alüminiumun artıqlığında və maqneziumun daxil edilməsində oksigenin poladdan kənarlaşdırılma sürətinin kəskin artması müşahidə olunur. MgO-Al₂O₃ faza diaqramına uyğun olaraq ovuntularla üfürülmədə poladın tərkibində MgO tipli qlobulyar oksidlər 1600°C-də maye halda giltorpağın bərpasında yaranırlar.

2. Mg-Si-Ba ərintisinin ovuntuları ilə poladın çalovda üfürülməsində barium maqnezium alüminatlarının morfoloqiyasına ciddi təsir göstərir. Bu halda yaranan qlobulyar ünsürlər silikokalsium və ya Ca-Si-Mn ərintisi ilə emalda alınan ünsürlərə nisbətən daha dispersdirlər. Adi texnologiya ilə üfürüməyə nisbətən maqnezium ərintilərinin ovuntularının üfürülməsilə emalda poladdan kükürdün kənarlaşdırılması yüksək effektlə baş verir. Üfürülən maqneziumun sərfi artıqca poladda oksigenin miqdarı kəskin aşağı düşür.
3. Poladda karbonun miqdarından asılı olaraq çalovda onun üfürülməsi üçün ovuntu materialının seçilməsi üçün sxem işlənmişdir. Bu sxemə əsasən, poladda karbonun miqdarının azlığında yalnız maqnezium ovuntusunun, orta qiymətində silikokalsiumun, çoxluğunda isə maqnezium karbidinin istifadəsi tövsiyə olunur. Müəyyən ehtimallarla flüsun və silikokalsiumun üfürülməsi üçün ümumi tənlük alınmışdır. Müxtəlif tərkibli ovuntuların üfürülməsində oksigenin faktiki və hesabi miqdarı müəyyən edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Grimm W, Feller J. Radex Rundshan, 2001, N. 1/2, p/ 455-465.
2. Инжекционная металлургия. Труды конференции. Лулеа, Швеция, 2000, пер. с англ. М.: Металлургия, 2002, 352 с.
3. Куликов И.С. Раскасление металлов, М.: Металлов, 2005, 503 с.
4. Miyashita J., Nishikawa K., Btmoto H. – Jn: The 3rd Japan – ussr Jarnt sumposium on physical Chemistry of Meyallurgiyal processes, Report Chemistry of Metallurgical processes, Repor №16, tokyo, Iron and steel institute Japan, 2001, p. 17-25.
5. Кудрин В.А., Любимова Г.А. Производство чугуна и ствли. М.: ВИНТИ АНСССР, 1989, т. 11 (итоги науки и техники), с. 135-230.
6. Левин С.П. Труды Днепропетровского металлургического института, Днепропетровск, книжн. изд-во, 1979, 81 с.
7. Cfrisson C, Brattiug M. Clean Steel. Proc. Engl. 2nd int. Cont. Balatonfured, 1-3 June, 2001, L., 2003, c/ 122-137.
8. Кудрин В.А., Парма В. Технология получения качественной стали. М.: металлургия, 2004, 320 с.
9. Лузгин В.П., Явойский В.И. Газы в стали и качество металла. М.: Металлургия, 1993, 232 с.

UOT 621.81(075.32)

İKİPİLLƏLİ SİLİNDRİK DİŞLİ ÇARX REDUKTORLARININ MİNİMAL KÜTLƏ MEYARINA GÖRƏ OPTİMALLAŞDIRILMASI

H.İ.MIRZƏYEV^{1*}, Ş.B.ÇƏRKƏSOV², O.HÜSEYNOV¹

¹Bakı Mühəndislik Universiteti, Xırdalan şəh, Həsən Əliyev küç., 120 AZ0102, Bakı, AZƏRBAYCAN

humirzeyev@beu.edu.az

²Azərbaycan Texniki Universiteti, H.Cavid pr., 25, Bakı, AZƏRBAYCAN

shahincha@aztu.edu.az

XÜLASƏ

Məqalədə ikipilləli silindrik dişli çarx reduktorunun kütlə meyarına görə optimallaşdırılması məsələsinə baxılmışdır. Dişli çarxların kütlələri cəmi məqsəd funksiyası kimi götürülmüş, o materialın sıxlığı və çarxların həcmi ölçüləri ilə ifadə edilərək riyazi çevirmələrdən sonra əsas təsir edici parametr kimi ötürmə ədədindən və ilişmə modulundan asılı formaya gətirilmişdir. Məqsəd funksiyasının minimum qiymətini tapılması ilə optimallaşdırma məsələsi həll edilmiş, itigedişli pillənin ötürmə ədədinin optimal qiymətini hesablamaq üçün altı dərəcəli tənlik alınmışdır. Nyuton-Rafson metodundan, yaxud da Matlab və ya Matcad proqramlarından istifadə etməklə məsələnin həlli üsulu təklif edilmişdir.

Təqdim olunan hesablama metodikası müvafiq konstruksiyalı reduktorların kütləsinin 10 – 20 %, uzunluq ölçüsünün 7%-dən çox azaldılmasını təmin edir.

Açar sözlər: reduktor, optimallaşdırma, məqsəd funksiyası, kütlə, ötürmə ədədi.

DOUBLE STAGE SPUR GEAR BOX OPTIMIZATION BASED ON MINIMUM MASS DESIGN

ABSTRACT

The article considers design constraints for the minimum mass of the double-stage spur gearbox. The total mass of the gears has been used as an objective function and expressed as a function of the material density and volume of the gears. After some mathematical operations, the total mass has been written in terms of gear ratio and its module. Finally, the results of the optimization problem by using Newton-Raphson method or Matlab or Mathcad software are presented by finding minimum value of the objective function and equation of the order of six has been achieved to find the optimum value for the gear ratio of the first stage.

The proposed calculation method provides reduction in the mass and length of the gearbox by an amount of 10 to 20% and more than 7%, respectively

Key words: gearbox, optimization, objective function, mass, gear ratio.

ОПТИМИЗАЦИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА ПО КРИТЕРИЮ МИНИМАЛЬНОЙ МАССЫ

РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрена оптимизация двухступенчатого цилиндрического зубчатого редуктора по критерию минимальной массы. Сумма масс зубчатых колес принята как целевая функция и выражалась через плотности материала и объема зубчатых колес. После некоторых математических преобразований было получено зависимость этой суммы от передаточного числа и модуля зацепления. Наконец, результаты задачи оптимизации с использованием метода Ньютона-Рафсона и программного обеспечения Matlab или Mathcad были представлены путем нахождения минимального значения целевой функции и получено уравнение шестого порядка, чтобы найти оптимальное значение для передаточного числа быстроходной ступени.

Предлагаемый метод расчета обеспечивает уменьшение массы и длины редуктора на величину от 10 до 20% и более 7% соответственно.

Ключевые слова: коробка передач, оптимизация, целевая функция, масса, передаточное число.

Giriş. Müasir mexaniki intiqalların texniki səviyyəsinin yüksəldilməsi, vahid kütləyə və həcmə düşən fırlanma momentinin artırılması əsas tədqiqat məsələlərindən biridir. Lift, elevator və konveyerlərin intiqallarında belə tələbləri ödəyən ötürücü mexanizmlərin tətbiqi tələb

olunur. Bu problemlərin həllinə nail olmaq üçün tətbiq edilən elmi-tədqiqat üsullarından biri optimallaşdırmadır.

Mexaniki ötürmələrin konstruksiyaları və hesablanması [1 və 2]-də kifayət qədər geniş verilmişdir. Dişli çarxlar reduktorlarının bəzi meyarlara görə optimallaşdırma metodikası ilə [2]-də tanış olmaq olar. [3]-də liftlərin qaldırıcı mexanizmi üçün layihələndirilmiş dördpilləli konusvarı-silindrik paket dişli çarx reduktorunun, daha yığcam konstruksiyasını almaq üçün ölçü meyarına görə optimallaşdırılması aparılmışdır. İki pilləli silindrik dişli çarx reduktorunun optimallaşdırılmasına [4] işində baxılmışdır.

Dişli çarx reduktorlarının çoxməqsədli çoxmərhələli optimallaşdırılması probleminə [5]-də toxunulmuşdur. Burada çoxsürətli dişli çarx ötürməsi qutularının kinematik və möhkəmlik hesabları üzrə layihələndirilməsi çoxməqsədli optimallaşdırma problemi kimi formalaşdırılmışdır. Burada müxtəlif dişli çarxların eninin elə seçilməsinə cəhd edilmişdir ki, dişli çarxların material həcmi minimallaşdırılmasına, ötürülən gücün isə maksimallaşdırılmasına nail olunsun.

[6]-da metalkəsən dəzgahların ötürmələr qutusunun dişli çarxlarının modulu və dişlərinin sayı kimi konstruktiv parametrlərin elə tapılmasına cəhd edilmişdir ki, eyni zamanda dörd məqsəd funksiyasının – elementlərin həcmnin, çarxların çevrəvi sürətinin, reduktorun eni və mərkəzlərarası məsafəsinin minimallaşdırılması təmin edilsin.

[7] işində iki pilləli düzdişli çarx reduktoru üçün iki ümumiləşdirilmiş məqsəd funksiyası formalaşdırılmışdır; birinci məqsəd funksiyası reduktorun material həcmnin minimallaşdırılmasını, ikincisi isə ötürülən gücün maksimallaşdırılmasını hədəfləyir. [8]-də isə həmin növ reduktorun didilmə və yeyilmə kimi triboloji aspektləri nəzərə almaqla, müxtəlif diş profilləri və yağlar tətbiq etməklə oxşar yanaşma ilə çoxməqsədli optimallaşdırılması aparılmış və təkməqsədli optimallaşdırmaya nəzərən çoxməqsədli optimallaşdırmadan istifadə etməklə ümumi güc itkisinin iki dəfə azaldılmasına nail olunmuşdur.

Optimallaşdırma metodikası. Reduktorun optimallaşdırılması meyarı olaraq dişli çarxların kütlələri cəmi qəbul edilmişdir. Bu halda məqsəd funksiyası belə təyin olunur [1]:

$$g_m = M_I + M_{II}, \quad (1)$$

burada M_I -birinci pillənin dişli çarxlarının kütlələri cəmi, M_{II} – ikinci pillənin dişli çarxlarının kütlələri cəmidir.

$$M_I = M_1 + M_2, \quad (2)$$

burada M_1 - birinci pillənin aparıcı dişli çarxının kütləsidir:

$$M_1 = \rho V_1 = \rho \frac{\pi d_1^2}{4} b_1, \quad (3)$$

M_2 - birinci pillənin aparıcı dişli çarxının kütləsidir:

$$M_2 = \rho V_2 = \rho \frac{\pi d_2^2}{4} b_2 = \rho \frac{\pi d_1^2 u_1^2}{4} b_2, \quad (4)$$

$$M_{II} = M_3 + M_4, \quad (5)$$

burada M_3 - ikinci pillənin aparıcı dişli çarxının kütləsidir:

$$M_3 = \rho V_3 = \rho \frac{\pi d_3^2}{4} b_3, \quad (6)$$

M_4 - ikinci pillənin aparıcı dişli çarxının kütləsidir:

$$M_4 = \rho V_4 = \rho \frac{\pi d_4^2}{4} b_4 = \rho \frac{\pi d_3^2 u_2^2}{4} b_4, \quad (7)$$

Yuxarıdakı ifadələrdə ρ - dişli çarxların hazırlandığı materialın sıxlığı, d və b -uyğun olaraq onların bölgü çevrələrinin diametri və enləri, u_1 və u_2 – uyğun olaraq birinci və ikinci pillələrin ötürmə ədədləridir.

Adətən aparıcı dişli çarxın eni aparılan dişli çarxa nisbətən bir qədər böyük götürülür [2]:

$$b_1 = 1,12b_2; \quad b_3 = 1,12b_4 \quad (8)$$

Digər tərəfdən

$$b_1 = \frac{m_1}{2} u_1 (z_1 + 1) \psi_{ba_{w1}} \quad (9)$$

$$b_3 = \frac{m_2}{2} u_2 (z_3 + 1) \psi_{ba_{w3}} \quad (10)$$

burada $\psi_{ba_{w1}}$ və $\psi_{ba_{w3}}$ -birinci və ikinci pillələr üçün dişli çarxların en əmsalları; m_1 və m_2 – həmin pillələrin dişli çarxlarının ilişmə modulları; z_1 və z_3 – həmin pillələrin aparıcı dişli çarxlarının dişlərinin sayıdır.

Hesabatı bir qədər sadələşdirmək məqsədi ilə $z_1 = z_3$, $\psi_{ba_{w1}} = \psi_{ba_{w3}}$ qəbul edək. (8), (9) və (10) ifadələrini (3), (4), (6) və (7)-də nəzərə alaraq və öz növbəsində sonuncuları (2) və (5) ifadələrində nəzərə almaqla (1) funksionalını yekun olaraq aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$g_m = \frac{\pi}{8} \rho z_1^2 (z_1 + 1) \psi_{ba_{w1}} \left[m_1^3 u_1 (1 + 1,12u_1^2) + m_2^3 \frac{u}{u_1} \left(1 + 1,12 \left(\frac{u}{u_1} \right)^2 \right) \right] \quad (11)$$

İkipilləli reduktorlarda ikinci pillə daha çox yükləndiyinə görə bu pillənin modulu nisbətən böyük qəbul edilir. Adətən standart reduktorlarda $m_2 = 1,5m_1$ olur. Onda (11) ifadəsi bir qədər də sadələşər:

$$g_m = C \left[u_1 + 1,12u_1^3 + 3,38 \frac{u}{u_1} + 3,79 \left(\frac{u}{u_1} \right)^3 \right] \quad (12)$$

burada

$$C = \frac{\pi}{8} m_1^3 \rho z_1^2 (z_1 + 1) \psi_{ba_{w1}},$$

$u = u_1 u_2$ - reduktorun ümumi ötürmə ədədidir.

(12) funksionalını minimallaşdırmaq üçün onun u_1 -ə görə törəməsini alaraq sıfıra bərabər qəbul edək:

$$\frac{dg_m}{du_1} = C \left[1 + 3,36u_1^2 - 3,38 \frac{u}{u_1^2} - 11,4 \frac{u^3}{u_1^4} \right] = 0$$

və yaxud

$$3,36u_1^6 + u_1^4 - 3,38uu_1^2 - 11,4u^3 = 0 \quad (13)$$

Bu tənliyin dəqiq həlli olmadığı üçün təqribi metodların birindən istifadə edilməlidir.

Nəticələrin tətbiqi. Əldə edilmiş nəticənin praktiki əhəmiyyətini yoxlamaq məqsədi ilə standart iki pilləli $\Gamma\Delta$ seriyalı, ümum ötürmə ədədi $u = 31,36$ olan reduktorun üzərində ədədi hesablamalar aparılmışdır. Bu halda (13) ifadəsi aşağıdakı şəkllə düşər:

$$3,36u_1^6 + u_1^4 - 106u_1^2 - 351587 = 0 \quad (13^*)$$

Nyutonun iterasiya metodunu tətbiq etməklə (13*) tənliyinin kökünün $u_1 = 6,88$ olduğu müəyyən edilmişdir. Onda reduktorun ikinci pilləsinin ötürmə ədədi

$$u_2 = \frac{u}{u_1} = \frac{31,36}{6,88} = 4,56$$

Standart reduktorun məlum parametrlərinə əsasən onun dişli çarxlarının kütlələrinin cəmini hesablayaq. Hesabatın nəticəsi cədvəldə verilmişdir.

Pillə №	Dişli çarxlar	Modul, mm	Dişlərin sayı	Çarxın eni, mm	En əmsalı	Çarxın kütləsi, kq
I	Aparan	2,0	30	80	0,4	1,76
	Aparılan		168			55,3
II	Aparan	3,0	30	120	0,4	5,95
	Aparılan		168			186,6
Dişli çarxların ümumi kütləsi, kq						~250

İndi isə bu reduktorun çarxlarının kütlələrinin cəmini (12) ifadəsinə əsasən təyin edək:

$$C = \frac{\pi}{8} m_1^3 \rho z_1^2 (z_1 + 1) \psi_{ba_{w_1}} = \frac{3,14}{8} \cdot 2^3 \cdot 7,8 \cdot 30^2 \cdot (30 + 1) \cdot 0,4 \approx 273 \text{ q/sm}^3$$

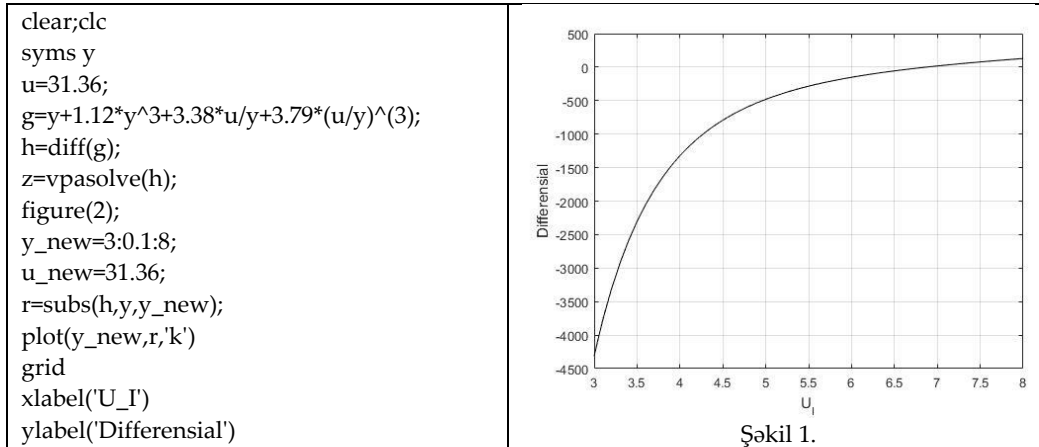
Burada $\rho = 7,8 \text{ q/sm}^3$ poladın sıxlığıdır.

$$g_m = 273[6,88 + 1,12 \cdot 6,88^3 + 3,38 \cdot 4,56 + 3,79 \cdot 4,56^3] = 204 \text{ kq}$$

Göründüyü kimi, reduktorun ümumi ötürmə ədədinin verilmiş qiymətinə əsasən (13) ifadəsindən birinci pillənin ötürmə ədədini təyin etməklə reduktorun dişli çarxlarının kütləsini 250 kq-dan 204 kq-a qədər azaltmaq mümkün olmuşdur. Bu faiz etibarı ilə 18,4% edir.

Qeyd edək ki, pillələrin ilişmə modullarının nisbəti dəyişdikdə nəticə bir qədər fərqli alınır. Belə ki, $\frac{m_2}{m_1} = 1,6$ qəbul etsək $u_1 = 7,1$ və $u_2 = 4,42$ alınır. Bu halda dişli çarxların kütlələrinin cəmi 224 kq alınır və faiz etibarı ilə bu 10,4% təşkil edir.

Proqramlaşdırma. Tədqiq olunan məsələnin Mathlab sistemində analitik həlli proqramı aşağıda verilmişdir.



Şəkil 1-də isə hesablanmış proqram əsasında tənliyin kökünün qrafiki təsviri verilmişdir.

Proqramın hesablaması ilə (12) tənliyinin 6 kökü alınır:

-6.8706131808256006275654845119537

6.8706131808256006275654845119537

3.4108763092524364975105536854294 - 5.9485754144245566067633241979757i

-3.4108763092524364975105536854294 - 5.9485754144245566067633241979757i

3.4108763092524364975105536854294 + 5.9485754144245566067633241979757i

-3.4108763092524364975105536854294 + 5.9485754144245566067633241979757i

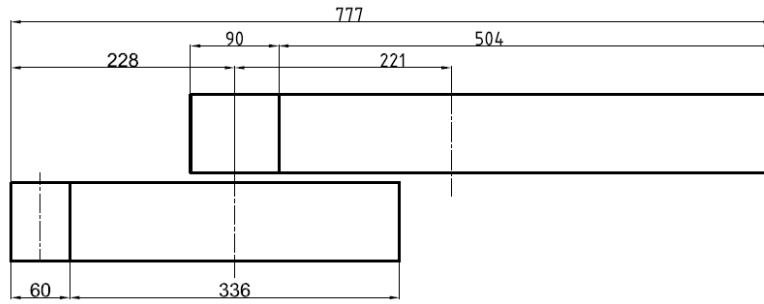
Bunlardan axırını 4-ü kompleks ədədlərdir. Birincisi mənfi ədəddir. Ona görə də məntiqli olaraq axtarılan kökün ikinci nəticə olduğunu qəbul edirik, yəni $u_1 = 6,871$

Məsələnin MathCad proqramında həlli daha asan və əyanidir:

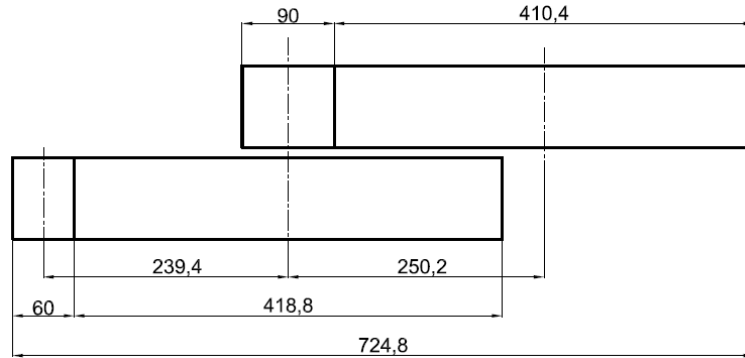
$$3.36 \cdot u^6 + u^4 - 106 \cdot u^2 - 351587 = 0 \text{ solve, } u \rightarrow \begin{pmatrix} -6.8736090592105078213 \\ 6.8736090592105078213 \\ 3.4124056736421903008 - 5.951182466934223955i \\ -3.4124056736421903008 - 5.951182466934223955i \\ -3.4124056736421903008 + 5.951182466934223955i \\ 3.4124056736421903008 + 5.951182466934223955i \end{pmatrix}$$

Şəkil 2. İkipilləli silindrik dişli çarx ötürməsinin qabarit ölçülərinin müqayisəsi:

a) standart reduktor üçün; b) optimallaşdırmadan sonra



a)



b)

Yuxarıdakı nümunədə baxılan reduktorun dişli çarx ötürmələrinin qabarit ölçüləri də tədqiq olunmuşdur. Şəkil 2-dən görünür ki, optimallaşdırma nəticəsində ötürmənin qabarit ölçüləri də kiçildilmişdir. Belə ki, standart reduktor üçün bu məsafə 777 mm olduğu halda, optimallaşdırmadan sonra 725-mmə qədər azaldılmışdır. Bu isə ötürmənin qabarit ölçüsünün 7% azaldılması deməkdir. Reduktorun gövdə ölçülərinin də buna mütənəsb olaraq azalacağını da nəzərə alsaq təqdim olunan optimallaşdırma metodu ilə ümumi kütlənin, uyğun olaraq reduktorun metaltutumunun nəzərə sarpacaq qədər azaldılmasına nail olunacaqdır.

Nəticələr:

1. İki pilləli silindrik dişli çarx reduktorunun kütlə meyarına görə optimallaşdırması məsələsi həll edilmiş, minimum kütləni təmin edəcək ötürmə nisbətini seçilməsi metodikası verilmişdir.
2. Ötürmə ədədinin minimum kütlə meyarına görə təyin edilməsi üçün analitik ifadə alınmışdır.

3. Avtomatlaşdırılmış layihə sistemi üçün Matlab və MathCAD proqramları üçün tətbiqi proqramlar verilmişdir.
4. Yeni optimallaşdırma metodikası ilə ikipilləli silindrik dişli çarxın ötürmə nisbətlərinin təyin edilməsində reduktorun kütləsinin ilə hesablaşmaqla reduktorun 10-20% azaldılmasına nail olunmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Иосилевич Г.Б. *Детали машин*. М:Машиностроения, 1988. – 368 с.
2. Чернавский С.А.и др.*Проектирование механических передач*. М: Машиностроения, 1984. – 560 с.
3. Mirzayev H.İ., Cherkasov Sh.B., Mirza A.İ. *Optimization of the bevel-spur pocket gear box*. Journal of Qafqaz University – Mechanical and Industrial Engineering, Vol.4, No 2. 2016. – pp. 42 – 48.
4. Çərkəsov Ş., Musayev Y. *İkipilləli silindrik dişli çarx reduktorunun optimallaşdırılması*. Maşınşünaslıq №2, Bakı: -2014, səh. 15 – 17.
5. Rao S.A., Eslampour N.R. *Multistage multiobjective optimization of gearboxes*. J. Mech., Trans., and Automation 108(4), 461-468 (Dec 01, 1986) (8 pages)
6. Osyczka A. *An approach to multicriterion optimization problems for engineering design*. Journal of Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. Vol. 15, Issue 3, 1978, p. 309-333
7. Patil M., Ramkumar P., and Krishnapillai S. *Multi-Objective Optimization of Two Stage Spur Gearbox Using NS GA-II*. SAE Technical Paper 2017-28-1939, 2017, <https://doi.org/10.4271/2017-28-1939>.
8. Patil M., Ramkumar P., Shankar K. *Multi-Objective Optimization of Spur Gearbox with Inclusion of Tribological Aspects*. Journal of Friction and Wear, 2017, Vol. 38, No. 6, pp. 430–436. © Allerton Press, Inc., 2017

UOT669.18.046.518..621.746..27..66.065.52

QORUYUCU QAZIMA BORU POLADLARINDA YARANAN QÜSURLARIN TƏHLİLİ

KƏRİMOV R.İ.

“Baku Steel Company” MMC
RaminKI@bakusteel.com

XÜLASƏ

Neft və qazçıxarmada istifadə olunan qoruyucu qazıma boruları və onların muftaları “Baku Steel Company” MMC-də fasiləsiz tökmə pəstahlarından alınır. Qoruyucu qazıma boru muftalarında istismar zamanı baş verən qüsurlar və onların aradan qaldırılma yolları təhlil olunur. Göstərilir ki, neft quyusunda istismar zamanı muftaların hündürlüyü boyu təxminən düz xətti çat yaranır. Bunun əsas səbəbi kimi mufta hazırlanan boruda metallurji qüsurun – yayma batıqlarının olması göstərilir. Mufta hazırlanan poladın kimyəvi tərkibi standartın tələblərinə cavab verir. Eyni zamanda muftada açılmış yivin bütün parametrləri standartın tələblərini ödəyir. Ona görə də fasiləsiz tökülmüş boru pəstahlarının yayma prosesinin təkmilləşdirilməsi tövsiyə olunur.

Açar sözlər: qoruyucu qazıma borusu, mufta, metallurji qüsür, çat, yayma batığı, yivin profili, emission spektrometr, metalloqrafik tədqiqatlar.

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ, ОТРАЗОВАННЫХ НА ЗАГОТОВОК ОБСАДНЫХ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ РЕЗЮМЕ

В ООО «Baku Steel Company» обсадные буровые трубы и их муфты, используемые в нефти – и газодобычи, получают непрерывной отливкой заготовок. Проведен анализ дефектов, возникающих во время эксплуатации на муфтах, обсадных буровых труб и пути их устранения. Показано, что во время эксплуатации на нефтяной скважине образуется приблизительно прямолинейная трещина по высоте муфты. В качестве основной причины этого показан наличие металлургического дефекта – заката на трубе, из которой изготовлена муфта. Химический состав стали, из которой изготовлена муфта соответствует требованиям стандарта. Одновременно также отвечает требованиям стандарта все параметры резьбы нарезаемой на муфте. Поэтому рекомендуется усовершенствование процесса прокатки непрерывно литых трубных заготовок.

Ключевые слова: обсадная труба, муфта, металлургический дефект, трещина, закат, профиль резьбы, эмиссионный спектрометр, металлографические исследования.

ANALYSIS OF DEFECTS, REFLECTED ON THE PREPARATIONS OF CASING DRILL PIPES SUMMARY

In Baku Steel Company LLC, casing drill pipes and their couplings used in oil and gas production are produced by continuous casting of billets. Provided an analysis of defects that occur during operation on couplings, casing drill pipes and ways to eliminate them. It is shown that during operation, an approximately straight crack across the height of the coupling is formed in the oil well. The main reason for this is the presence of a metallurgical defect - dusk on the pipe from which the coupling is made. The chemical composition of the steel from which the coupling is made meets the requirements of the standard. At the same time it also meets the requirement of the standard for all parameters of the thread being cut on the coupling. Therefore, it is recommended to improve the rolling process of continuously cast billets.

Keywords: casing pipe, coupling, metallurgical defect, crack, sunset, thread profile, emission spectrometer, metallographic studies.

Giriş. “Baku Steel Company” MMC-nin əsas devizi Beynəlxalq standartda cavab verən yüksəkkeyfiyyətli məhsulun istehsal edilməsidir. Buraxılan məhsulun keyfiyyətinə nəzarət üçün müəssisədə aşağıdakı laboratoriyalar fəaliyyət göstərir: spektral, kimyəvi analiz, mexaniki sınaq və metalloqrafiya.

Buraxılan məhsulun keyfiyyətinə belə diqqətli nəzarətə baxmayaraq bəzən istehlakçı müəssisələrdən reklamasiya sənədləri daxil olur, onların təhlili bir neçə hallarda “Baku Steel Com-

pany" MMC-nın buraxdığı məhsulun keyfiyyətinə iddianın əsasən düzgün olmadığını göstərir [1].

Məsələn, "Samara neftqaz" AC A717 nömrəsi altında "Baku Steel Company" MMC-də hazırlanmış Ø168x8,9mm qoruyucu borunun dağılmış muftasını "Samara TTM" ASC-ə tədqiqat üçün təqdim etmişdir. Qarşıya qoyulmuş məqsəd borunun muftasının materialının keyfiyyətini və onun divarında bütöv çatın yaranma səbəblərini təyin etmək olmuşdur.

Nəzarət metodları. Birbaşa ümumi və yerli baxış nəzarəti ilə tədqiqatlar ГОСТ PEH 13018 – 2014 və PDOS – 606 – 03 tələbləri ilə 200 – 600mm məsafədən 45°-dən 90°-dək bucaq altında tələblərə uyğun laboratoriya masasında otaqda aparılmışdır. Ümumi nəzarəti 20 lk işıqlanmada, yerli nəzarət isə 500 – 600 lk-lu lampalarla həyata keçirilmişdir. Ümumi işıqlanma boşalma lampaları, dolma və boşalma lampaları ilə həyata keçirilib.

Qoruyucu borunun qeyri – birbaşa baxış nəzarəti Canon EOS və Canon Makro Lens fotoaparatarlarının istifadəsi ilə aparılmışdır. Bu aparatlar EF – AS60mm 1:2,8 USM obyektivi ilə təchiz olunub.

Tədqiq olunan obyektlərin və onların elementlərinin ölçülməsi 1000mm-lik metallik ölçmə xətkəşinin ГОСТ 427 – 75 və 150 – 0,1mm ГОСТ 166 – 89 rəqəmli ştangentsirkulun köməyi ilə aparılmışdır.

Nəticələrin müzakirəsi. Tədqiqata təqdim olunmuş uzunluğu 190mm olan dağılmış muftanın kəllələrindən birində 35mm məsafədə xarici səthdə E25M kleymo vardır (şəkil 1). Boru da onun boyunca bütöv çat vardır. Bütöv çat zəif əyilmiş xarakterə malikdir və boyuna (hündürlüyə) istiqamətdə paylanır (şəkil 1 və 2). Bütün uzunluq boyunca çatın kənarları ~5mm aralanmışdır, bunun ucbatından dağılmış muftanın təsvir olunan diametri 190mm təşkil etmişdir. Çatın kənarlarının profili praktiki olaraq tam dəqiqliklə təkrarlanır (şəkil 3). Çatın bütün uzunluğunda cavab səthlərinin sınıqları muftanın xarici səthinə praktiki olaraq perpendikulyar paylanır, bu kövrək dağılma üçün səciyyəvidir. Sınığın səthində şevron şəkil onu göstərir ki, markalanmaya əks olan tərəfdən işçi birləşmənin tərəfindən uzununa kövrək çat inkişaf etmişdir [2-5].

Kövrək çatın yaranmasının fərz edilən ocağının sahəsindən metallurji xarakterli açılan qüsür dərinliyi ~3mm olan yayma batığı tapılmışdır (şəkil 4). Çatın kənarından 40mm-dək məsafədə muftanın xarici səthində yayma batığının izləri müşahidə olunur (şəkil 5). ГОСТ632 – 80. P.22 tələblərinə əsasən "boru və muftaların xarici və daxili səthində qaysaq, koğuş, yayma batığı, qatvari çatlar və qum izləri..." olmamalıdır. Uzununa çatın kənarından ~50mm məsafədə kəsilmiş iki uzununa makrotempletlərin müstəvilərində muftanın xarici səthinə iti bucaq altında yerləşmiş bir neçə yayma batığı müəyyən olunmuşdur.

QBTM muftanın daxili trapeoidal yivinin profilinin ölçülməsi ДИП-6 ikikoordinatlı ölçücü cihazın istifadəsi ilə uzununa makrotempletin radial müstəvisində aparılmışdır.

Yivin cədvəl 1-də təqdim olunan ölçülmüş parametrlərinin nəticələri ГОСТ 623 – 80-nin tələblərinə cavab verir.

Muftanın kimyəvi tərkibinin təyini. Muftanın materialının kimyəvi analizi "Q4TASMAN" optik emission spektrometrin istifadəsi ilə fotoelektrik spektral analiz metodu ilə aparılmışdır. Ölçmələrin dəqiqliyinə nəzarət PF24a, PF25a və YF23 – 2 Dövlət standartı nümunələrinə görə yerinə yetirilmişdir.

Cədvəl 1. QBTM muftanın ivinin profilinin ölçmələrinin nəticələri

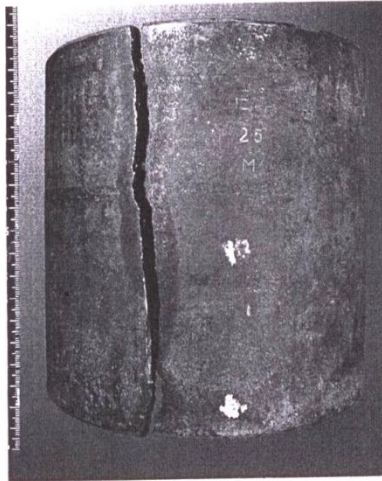
Markalama	Yivin addımı P,mm	Yivin profilinin hündürlüyü h	Profilin bucağı, α
A717	5,082	1,624	14°35'19"
		1,620	13°37'44"
		1,619	14°01'38"
	5,086	1,321	12°02'17"
		1,615	13°09'56"
		1,618	12°34'24"
ГОСТ 623 – 80-nın tələbləri			
	5,08	1,60+0,03 – 0,03	13(±2°)

Cədvəl 2-də bir nümunədə üç ölçmələrin nəticələrinə görə orta qiymətlər gətirilib.

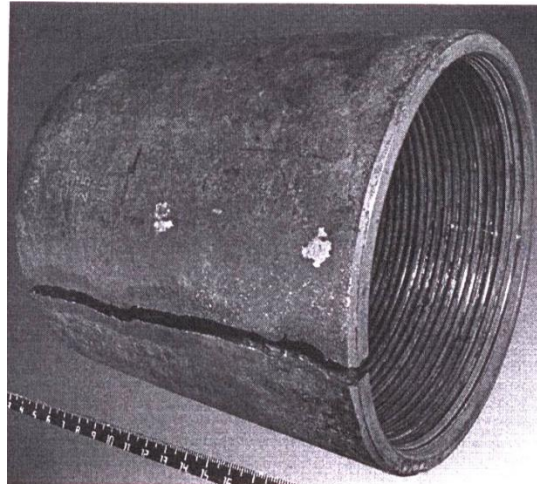
Ø168x8,9mm-lik borunun muftasının materialının təyin edilmiş kimyəvi tərkibi ГОСТ 1050 – 2013-ün polad 50 markasına uyğun gəlir və kükürd və fosforun miqdarına görə ГОСТ 623 – 80-nın tələblərini ödəyir[6, 7].

Muftanın materialının bərkliyi. Muftanın materialının bərkliyinin ölçülməsi 251VRSD universal bərklikölçənin istifadəsi ilə uzununa makrotempetdə ГОСТ 9013 – 59-a görə B əqrəbində Rokvell üzrə aparılmışdır. Ölçmələrin nəticələri cədvəl 3-də təqdim olunub.

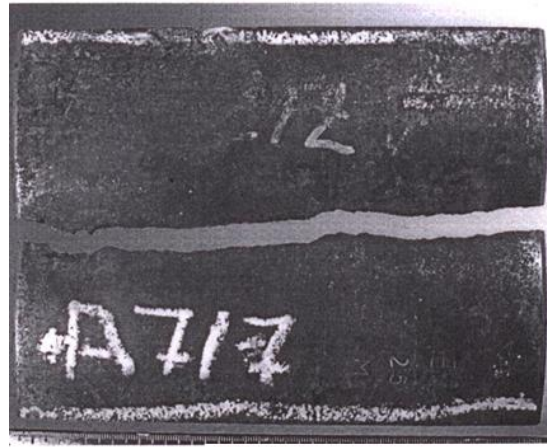
Şəkil 1. Bütöv uzununa çatlar olan Ø168x8,9mm-lik qoruyucu borunun muftası



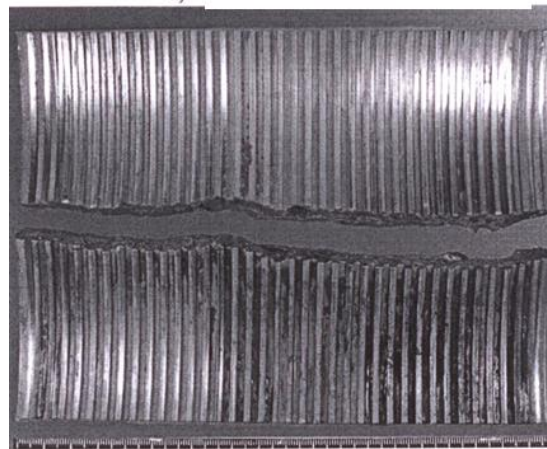
Şəkil 2. Bütöv uzununa çatla Ø168x8,9mm-lik qoruyucu borunun muftasının dağılması



Şəkil 3. Ø168x8,9 mm-lik qoruyucu borunun dağılmasının cavab sahələri



a) Xarici səth



b) Daxili səth

Şəkil 4. Kövrək uzununa çatın dağılma ocağı sahəsində açılmış metallurji yayma batığı



Şəkil 5. Muftanın xarici səthində yayma batıqlarının görünüşü



Cədvəl 2. Muftanın materialının kimyəvi analizinin nəticələri

Nümunənin markası	Elementin kütlə payı, %									
	Fe	C	Si	Mn	Cr	Ni	Al	Cu	S	P
A717	əsası	0,52	0,28	0,77	0,131	0,115	<0,005	0,183	0,010	0,0014
ГОСТ 623 – 80-nın tələbləri, polad50										
≥	əsası	0,47	0,17	0,50	–	–	–	–	–	–
≤		0,56	0,37	0,80	0,25	0,30	–	0,30	0,035	0,030
ГОСТ 623 – 80										
≤									0,045	0,045

Muftanın materialının bərkliyinin ölçmələri alınmış nəticələri HRB 95 – 97 şərti olaraq 690 – 750 MPa möhkəmlik səviyyəsinə uyğun gəlir.

Metalloqrafik tədqiqatlar. Muftanın materialının mikrostrukturunun tədqiqi dağılmanın fərz etdiyimiz ocağı vasitəsilə kəsilmiş eninə mikroşlifdə və uzununa çətin kənarından ~10mm məsafədə uzununa mikroşlifdə aparılmışdır.

Polad dənəsinin ölçüsü 250mkm-dək olan iridənəli perlit strukturuna malikdir, bu dənələrin sərhəddi üzrə bütöv ferrit toru ilə ГОСТ 5639 – 82 I nömrəyə uyğun gəlir (şəkil 6 və 7). Belə strukturlu material dinamik və pulsasiyalı yüklərin təsiri altında kövrək dağılmaya meyillidir. Ona görə də belə materialın möhkəmləndirici termiki emala uğradılması vacibdir.

Fərz olunan dağılma ocağı sahəsinə uzununa çətdən gedən yayma batığının daxilində yüksək temperaturlu oksidlərin əhəmiyyətli qatı və onun boyunca metalın karbonsuzlaşmış qatı tapılmışdır (şəkil 8). Uzununa mikroşlifin səthində həm də yüksək temperaturlu oksidlərlə dolmuş və onların boyunca karbonsuzlaşmış dərinliyi 3 mm-dək olan bir neçə yayma batığı müəyyən olunmuşdur.

Muftanın divarında uzununa çətin dağılması 300mkm-dək ölçülərli qopmanın fasetlərinin yaranması ilə kövrək transkristallik mexanizm üzrə baş vermişdir (şəkil 9).

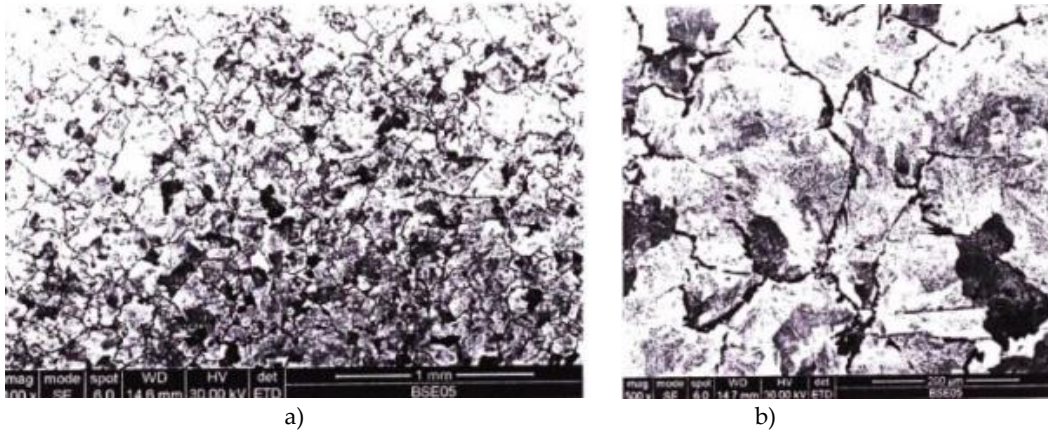
Kövrək çətin kənarı üzrə açılan qüsurun səthi sığallanmış görünüşə malik və kövrək yüksək temperaturlu oksidlərlə örtülüb, bu, isti yayma prosesində yaranan metallurji yayma batıqları üçün səciyyəvidir.

Bu tədqiqatların nəticəsi olaraq aşağıdakıları qeyd etməyi lazım bilir.

Cədvəl 3. Muftanın materialının bərkliyinin ölçmə nəticələri

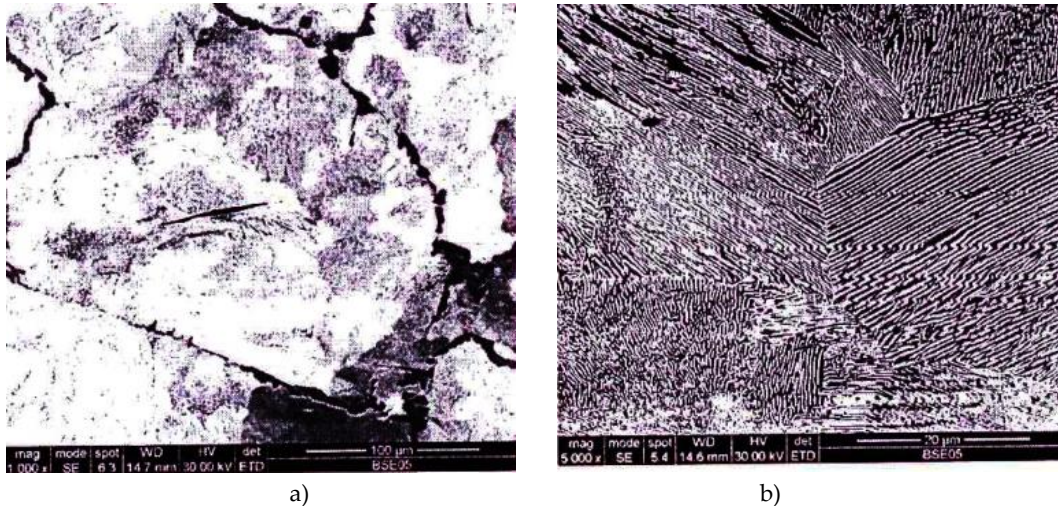
Nümunənin markalanması	Ölçmə yeri		HRB üzrə bərklik
A717	Zavod təpəsi	Xarici tərəf	96,7
		Özək	95,7
		Daxili tərəf	94,8
	Özək	Xarici tərəf	94,8
		Özək	94,8
		Daxili tərəf	95,8
	İşçi təpə	Xarici tərəf	96,0
		Özək	95,5
		Daxili tərəf	95,2

Şəkil 6. Muftanın materialının dənələrinin sərhəddi boyunca ferrit torlu iridənəli perlit strukturu, eninə kəsik



“Baku Steel Company” MMC-nin istehsalı olan QBTM “E” möhkəmlikli Ø168x8,9mm qoruyucu borudan alınmış dağılmış muftanın materialı polad50 markasına ГОСТ1050 – 2013 uyğun gəlir, kükürd və fosforun miqdarına görə ГОСТ 632 – 80-nin tələblərinə cavab verir Yivlinin addımı, yivlinin profiline bucağının hündürlüyü ГОСТ 32 – 80-nin tələblərinə cavab verir.

Şəkil 7. Muftanın materialının dənələrinin sərhədləri boyunca ferrit torlu iridənəli perlit strukturu, uzununa kəsik



Uzununa, bütöv, kövrək çatın dağılma ocağı sahəsində işçi birləşmənin tərəfindəndərinliyi 3mm olan “yayma batığı” tipli metallurji qüsurları müəyyən olunmuşdur. Bu qüsurlar ГОСТ 632 – 80 üzrə buraxıla bilməyən qüsurlar sayılır. Muftanın xarici işçi səthində də dərinliyi 3mm-dək olan ГОСТ 632-80 ilə buraxıla bilməyən “yayma batığı” metallurji qüsurları müəyyən olunmuşdur.

Göstərilən metallurji qüsurları ləğv etmək üçün əritmədə və fasiləsiz tökmədə metalı yüksəktemperaturlu oksidlərin yaranmasından etibarlı mühafizə etmək lazımdır. Bundan əlavə aktiv qazsızlaşdırma və fiziki təsir metodlarının tətbiqi ilə elektropoladəritmə texnologiyasının tətbiqi tələb olunur. Bununla birlikdə həm borunun və həm də muftanın yayma texnologiyasının rejimlərinin yayma batıqlarını ləğv etmək üçün yenidən işlənməsi zəruridir.

Şəkil 8. Muftanın materialının yayma batığı sahəsində və dağılma ocağı sahəsində mikrostrukturunu, eninə kəşik



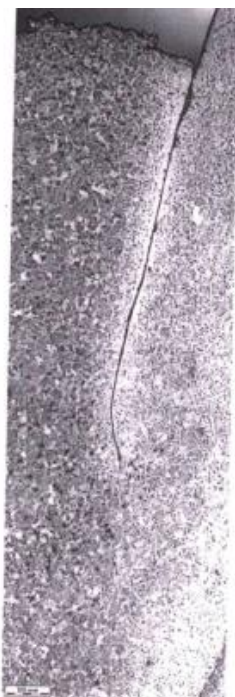
Nəticələr.1. Neft və qazçıxarmada istifadə olunan qoruyucu boruların bir – birinə bağlanması üçün istifadə olunan muftaların keyfiyyət göstəriciləri təhlil olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, istehsal olunan muftaların metalının kimyəvi tərkibi GOST 1050 – 2013-un tələblərinə tam cavab verir. Metalın tərkibi kükürd və fosforun miqdarına görə GOST 632 – 80-nin tələblərini ödəyir. Muftada açılmış yivnin bütün parametrləridə GOST 632 – 80-nin tələblərini tam ödəyir.

2. İş prosesində muftada hündürlüyü boyunca çat baş vermişdir və mufta sıradan çıxmışdır. Onun makro və mikrostrukturunun tədqiqi muftada metallurji qüsurun – “yayma batığının” olmasını aşkarlamışdır. “Yayma batığı”-nın mövcudluğu və muftanın hündürlüyü boyunca dağılması iki amilin həll edilməsini tələb edir.

Birinci, boruların yayma prosesinin təkmilləşdirilməsi üçün yeni yayma vallarının işlənməsi zərurəti yaranır.

İkinci, mufta pəstahlarının termiki möhkəmləndirməklə struktur və xassələrinin yaxşılaşdırılması lazımdır.

Şəkil 9. Muftanın materialının yayma batığı sahəsində və dağılma ocağı sahəsində mikrostrukturu, eninə kəsik



ƏDƏBİYYAT

1. G. Cabai. Continuous casting of steel. Some principles and practical notes. STS. s.r.l., 1993-71p.
2. Павшин В.М. Повышение эффективности процесса непрерывной разливки (Международная конференция «Технология и оборудование для внепечной обработки и непрерывной разливки стали, 2005, г. Москва, с.258-265.
3. Либерман А.Л. Дефекты непрерывнолитых заготовок // электрометаллургия, 2006, №3, с.20-25.
4. Правосудович В.Л., Сокуренок В.П., Данченко В.Н. и др. Дефекты стальных силитков и проката. / Справочник. М.: «Интернет Инжинеринг» 2006, 382с.
5. Бортников С.А. Влияние химического состава и технологии рафинирования низкоуглеродистой среднеуглеродистой стали на параметры разливки сортовой МНЛЗ: диссерт.канд.техн. наук – Челябинск, 2009, 171с.
6. Шаповалей А.Н. Выгорвида МНЛЗ и расчет их числа в цехе. «Московский институт стали и сплавов». Невотроицк, 2007, 16с.
7. G. Cabai. Continuous casting of steel. Some principles and practical notes. STS. s.r.l., 2010, 112p.

UOT669.18.046.518..621.746..27..66.065.52

OVUNTULARI ÜFÜRMƏKLƏ ÇALOVDA POLADIN KÜKÜRDSÜZLƏŞMƏ PROSESİNİN TERMODİNAMİKASININ TƏHLİLİ

BABANLI M.B.

ADNSU

KƏRİMOV R.İ.

Baku Steel Company MMC

BAYRAMOV A.T.

Baku Steel Company MMC

XÜLASƏ

Ovuntuları üfürməklə çalovda maye poladın kükürdsüzləşdirmə prosesinin termodinamikasına baxılır. İlk dəfə olaraq üfürülən ovuntuların əsas komponenti kimi MgO-dan istifadə olunmuş və saflaşdırma prosesinin termodinamikası qiymətləndirilmişdir. Üfürülən ovuntuların tərkibində əsas komponent kimi MgO-nun istifadəsi CaO ilə müqayisədə çalovun hörgüsünün işçi qabiliyyətinin xeyli yaxşılaşmasına gətirir. Tərkibində maqnezium oksidi olan ovuntu qarışığının üfürülməsində poladın tərkibində kükürdün miqdarının dəyişmə xarakteri öyrənilmişdir. Metal–posa arasında kükürdün paylanması tarazlıq əmsalları müəyyən edilmiş, qeyd olunmuşdur ki, poladın kükürdsüzləşmə dərəcəsi həm posa fazasının tərkibindən və həm də onun metalla qarşılıqlı təsir davamiyyəyətindən asılıdır.

Açar sözlər: kükürdsüzləşmə, polad, çalov, saflaşdırma, termodinamika, posa ərintiləri, maqnezium oksidi, tarazlıq əmsali, konsentrasiya.

АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ДЕСУЛЬФУРАЦИИ СТАЛИ В КОВШЕ ПРОДУВКОЙ ПОРОШКАМИ

РЕЗЮМЕ

Рассматривается термодинамика процесса десульфурации жидкой стали в ковше продувкой порошками, первые в качестве основного компонента в составе порошков использован MgO и произведена оценка термодинамики процесса рафинирования. Использование MgO, как основного компонента порошковой смеси по сравнению с CaO приводит к значительному улучшению работоспособности облицовки ковша. Изучен характер изменения количества серы в стали при продувке порошковой смесью, содержащей оксид магния. Определены коэффициенты равновесия распределения серы между метал-шлак, отмечено, что степень десульфурации стали зависит как от состава шлаковой фазы, так и от ее взаимодействия металлом.

Ключевые слова: десульфурация, сталь, ковш, рафинирование, термодинамика, шлаковые сплавы, оксид магния, коэффициент равновесия, концентрация.

ANALYSIS OF THE THERMODYNAMICS OF THE PROCESS OF DESULFURIZATION OF STEEL IN A LADLE BY BLOWING POWDERS

ABSTRACT

Thermodynamics of the desulphurization process of liquid steel in a ladle by blowing powders is considered, the first MgO is used as the main component in the composition of the powders and the thermodynamics of the refining process is evaluated. The use of MgO as the main component of the powder mixture as compared to CaO leads to a significant improvement in the performance of the bucket lining. The nature of changes in the amount of sulfur in steel when purging with a powder mixture containing magnesium oxide has been studied. The equilibrium coefficients of the distribution of sulfur between the metal-slag are determined, it is noted that the degree of desulfurization of steel depends both on the composition of the slag phase and on its interaction with the metal.

Keywords: desulfurization, steel, ladle, refining, thermodynamics, slag alloys, magnesium oxide, equilibrium coefficient, concentration.

Giriş. Fasiləsiz tökmə pəstahlarının istehsalında ən vacib aspektlərdən biri tökülən maye metalın yüksək keyfiyyətinin təmin olunmasıdır. Maye metalın keyfiyyəti isə onun saflaşdırılma dərəcəsindən asılıdır. Saflaşdırmada məqsəd metalın əsasən kükürd və fosfordan maksimum dərəcədə təmizlənməsidir.

Məsələn, təsirsiz qazın şırnağında ovuntularla üfürməklə çalovda metalın kükürdsüzləşdirilməsi metallurjiya müəssisələrində geniş tətbiq tapır. Kükürdsüzləşmə üçün əhəng əsasında posa qarışıqları və habelə silikakalsiumun, CaC_2 , CaCN_2 , maqnezium, NTM b. və ya onların posa ovuntularının qarışıqları istifadə olunur. Üfürülən ovuntuların yüksək reaksiya qabiliyyəti onların maye metalla effektiv qarşılıqlı təsir səthi poladın kükürdsüzləşməsi üçün əlverişli termodinamiki və kinetik şəraitlər yaradır. Bu metadun bir üstünlüyü də həm də ondan ibarətdir ki, reagent (posa qarışıqları, metallar və metalların ərintiləri) qaz-daşıyıcısının şırnağı ilə üfürülür, bu, həm də metala müəyyən saflaşdırıcı təsir göstərir [1]. Çalovda ovuntuların üfürülməsi ilə poladın kükürdsüzləşmə prosesi, üfürmənin minimal davamiyyətini təmin etmək və çalovda metalın soyumasını azaltmaq üçün onun həyata keçirilməsi maksimum yüksək sürətlə səciyyələnməlidir. Sonuncu xüsusən çox poladəritmə sexlərində çalov-soba tipli xüsusi qurğuların olmaması halında vacibdir. Çalov-soba, məsələn elektrik qövsü ilə metalın qızmasını təmin edir. Bu səbəbdən kükürdsüzləşdirici ovuntu materiallarının sərfi minimal olmalıdır, yəni onlar yüksək kükürdsüzləşmə qabiliyyətinə malik olmalıdırlar. Xüsusi qapağa malik olmayan turş hörgülü çalovların istifadəsində üfürmənin davamiyyətini azaltmaq lazımdır. Çünki bu halda posa və metal odadavamlılarla və ətraf mühitlə kimyəvi qarşılıqlı təsirdə olur. Beləliklə ovuntularla üfürməklə çalovda poladın kükürdsüzləşmə prosesinin səmərəli texnoloji parametrlərinin təyini üçün baxılan prosesin termodinamiki və kinetik xüsusiyyətləri maksimal nəzərə alınmalıdır.

Maqnezium oksidi əsasında ovuntuların üfürülməsilə çalovda poladın kükürdsüzləşmə prosesinin termodinamikası. Posa ərintilərinin ion nəzəriyyəsiəndən asılı olaraq maye poladda həll olmuş kükürdün əsasi posalarla qarşılıqlı təsiri aşağıdakı reaksiya üzrə gedir [2]:



Posada kükürdün anionlarının kalsiumun kationları ilə qarşılıqlı təsiri metalın kükürdsüzləşməsinin müəyyən dərəcəsini təmin edir.

(1) reaksiyasının tarazlıq konstantası aşağıdakı şəkildə alır:

$$K_s = \frac{a(\text{S}^{2-})[\text{O}]}{a(\text{O}^{2-})a[\text{S}]} = \frac{(\text{S}^{2-})[\text{O}]}{(\text{O}^{2-})[\text{S}]} \frac{f(\text{S}^{2-})f[\text{O}]}{f(\text{O}^{2-})f[\text{S}]}, \quad (2)$$

burada və sonrakı düsturlarda kükürd və oksigenin kütlə konsentrasiyası faizlərlə ifadə olunub.

Kükürdsüzləşmə prosesinin miqdar xarakteristikası kimi adətən posa və metalda taraz konsentrasiyaların nisbətinə bərabər olan metal və posa arasında kükürdün paylanma (kükürdsüzləşmə göstəricisi) əmsalı qəbul edilir.

$$L_s = (\text{S})/[\text{S}] \quad (3)$$

(2) və (3) ifadələrində, alırıq

$$L_s = K_s \frac{f(\text{O}^{2-})}{f(\text{S}^{2-})} \frac{(\text{O}^{2-})}{[\text{O}]} \frac{f[\text{S}]}{f[\text{O}]} \quad (4)$$

Əsasi posalar üçün oksigen və kükürdün anionlarının aktivləşmə əmsallarının nisbəti sabit olur [2]. Əgər bu sabit nisbəti tarazlıq konstantası üçün düstura daxil etsək, onda (4) ifadəsindən alınır:

$$L_s = K_s \frac{(O^{2-})}{[O]} \frac{f[S]}{f[O]} \quad (5)$$

(5) ifadəsinə əsasən metal və posa arasında kükürdün paylanma əmsalı K_s kontantası, metal və posada oksigenin konsentrasiyası, metalda oksigen və kükürdün aktivlik əmsalları ilə təyin olunur.

Aydındır ki, poladın kükürdsüzləşməsinə posada oksigenin sərbəst ionlarının yüksək konsentrasiyası və metalda oksigenin aşağı aktivliyi kömək edir. Bu ona işarədir ki, kükürdsüzləşmənin ən yaxşı termodinamiki şəraitləri o halda yaranır ki, həmin halda posa MgO ilə doyub, metal isə dərin oksigensizləşib. (5) ifadəsini L_s taraz kəmiyyətinin hesablanması üçün, əgər K_s konstantasının qiyməti məlumdursa, istifadə etmək olar.

K_s kəmiyyətini kükürdsüzləşmə göstəricisinin təcrübi qiymətlərinə görə hesablamaq mümkündür [3]. Bu halda ədəbiyyat məlumatlarının əsasında 1500°C temperaturda $f_{[S]}=1.22$, $f_{[O]}=0.78$ və $[O]=2 \cdot 10^{-3}$ qəbul olunmuşdur. Metal ərinti kimi karbonil dəmir xidmət etmişdir (0.84% [C], qalan aşqarların miqdarı $\leq 0.01\%$ -dir). K_s üçün 0.0262 qiyməti alınmışdır. Lakin bu işdə oksigenin qəbul olunmuş miqdarı azaldılmışdır. Müxtəlif tədqiqatçıların laboratoriya məlumatlarına görə [2] [C]·[O] vurğusu tarazlıq şəraitində $1.8 \cdot 10^{-3}$ -dən [4] $3.4 \cdot 10^{-3}$ -dək [5] dəyişir və karbonun 0.8-0.9% miqdarında $2.8 \cdot 10^{-3}$ [5] kəmiyyətini təşkil edir. $3 \cdot 10^{-3}$ -də (5) tənliyi aşağıdakı şəkil alacaqdır:

$$L_s = 520 K_s (O^{2-}) \quad (6)$$

[3] məlumatlarına əsasən kükürdsüzləşmə göstəricisinin düzxətli asılılığının maillik bucağının posada oksigen ionlarının kütlə konsentrasiyasında tangensi 21.25 təşkil edir, buradan alırıq $K_s=0.041$.

(6) tənliyində oksigenin sərbəst ionlarının O^{2-} konsentrasiyası 100q posada ($n_{O^{2-}}$) oksigenin mollarının ionlarının sayı ilə, yəni $(O^{2-})=A_0 n_{O^{2-}}=16 n_{O^{2-}}$ ilə əlaqədardır. $n_{O^{2-}}$ kəmiyyəti [3-un] düsturu ilə təyin olunur:

$$n_{O^{2-}} = n_{CaO} + n_{MgO} + n_{MgO} + n_{FIO} - n_{Al_2O_3} - 2n_{SiO_2}, \quad (7)$$

burada oksidlərin mollarının sayı (100q polada) $n_{MIO}=(MeO)/M_{MIO}$;

M_{MIO} - oksidin molekulyar kütləsidir. (7) düsturu güclü əsasi posalarda AlO_2^- və SiO_4^{4-} yalnız sadə kompleks anionların yaranmasına əsaslanıb. Aydındır ki, metal-əsas posası sistemi üçün (5) ifadəsindən alırıq.

$$L_s = 0.041 \frac{f[S]}{f[O]} \frac{(O^{2-})}{[O]} \quad (8)$$

Əksər hallarda metala üförlən posamələgətirici qarışıqların tərkibində üzgəclli spat olur. CaF_2 -nin kükürdsüzləşmə prosesinə müsbət təsiri məlumdur [2]. Bu halda kükürdsüzləşmənin göstəricisi $B=(n_{CaO}+n_{CaF})/n_{SiO_2}+n_{Al_2O_3}$ düsturuna görə təyin olunan B posasının əsasiliyilə əlaqədardır [6, s. 129]. $a_{[O]}=[O]f_{[O]}=15 \cdot 10^{-4}$ oksigenin aktivliyində bu əlaqə demək olar ki, xəttidir və onda kalsium florun kükürdsüzləşmə göstəricisinə təsirini təxminən əlavə vurğu ilə nəzərə almaq olar:

$$H = 1 + \frac{n_{CaF_2}}{n_{CMgO}} = 1 + 0.718 \frac{(CaF_2)}{(MgO)}, \quad (9)$$

burada 0,718 oksidin və kalsium florun molekulyar kütlələrinin nisbətidir.

Polad və posanın məlum tərkibində və miqdarında kükürdün taraz tərkibini, yəni onu, poladda nail olunan minimal konsentrasiyasını və habelə posası ovuntularının qarışıqları ilə

metalın üfürülməsində formalaşan posanın kükürdsüzləşdirmə qabiliyyətinin istifadə dərəcəsi ilə hesablamaq olar. Sənaye şəraitində şamotdan hörgülü çalovda armatur poladlarının kükürdsüzləşməsi üçün 50% MgO, 25% əhəng və 25% üzgəclli şpatın ovuntularının qarışığından istifadə olunmuşdur. Üfürülən ovuntu qarışığının miqdarı tökülən metalın 0.7-1.4% kütləsini təşkil etmişdir. Ovuntuların kimyəvi tərkibi cədvəl 1-də verilib.

Ovuntu qarışığı furmal çalova maye metalın $n \sim 1/3$ dərinliyi qədər daldırmaqla A markalı texniki təmiz arqonun şırnağında verilir. Çalova ovuntuların üfürülmə davamiyyəti arqon kəmərinə ≥ 0.8 MPa artırılmış təzyiqin qiymətində 2.2-3.2 dəq təşkil etmişdir. Maqnezium oksidi, əhəng və üzgəclli şpatın (2:1:1) qarışığının şamotdan hörgülü çalovda metalına üfürülməsinin əsas texnoloji parametrləri cədvəl 2-də verilib. Üfürülən hissəciklərin ölçüləri ≤ 0.630 mm təşkil etmişdir. Qeyd edək ki, əhəng əvəzinə maqnezium oksidinin istifadə edilməsi çalovun hörgüsünün daha gec dağılmasına kömək edir. Belə ki, əgər əhəng və üzgəclli şpat qarışığından istifadə etdikdə çalovun hörgüsü təmirsiz 60-70 dəfə işləməyə davam gətirirdisə, maqnezium oksidi istifadə edildikdə bəzi hallarda hörgü hətta 100 dəfə təmirsiz istifadəyə yararlı olmuşdur. Eyni zamanda aparılmış əritmələrə görə ovuntuların sərfi metalın kütləsinin 1.02%-ni təşkil etmişdir, arqonun sərfi isə $q_{Ar} = 0.22 \text{ m}^3/\text{t}$ polad, üfürmə intensivliyi $V_{üf} = 315$ kq/(T-dəq) olmuş, ovuntuların üfürülmə vaxtı ərzində çalovda metalın temperaturu 14°C-dək azalmışdır. Üfürmənin belə parametrlərində ovuntuların atmosfərə çıxması çox az olmuşdur. Ovuntularla metalın üfürülməsindən sonra çalovda posa maye şəkilində olmuşdur.

Cədvəl 1. Üfürülən ovuntuların və metal buraxıldıqdan sonra qalan çalovda yaranan posanın kimyəvi tərkibi

Material	Komponentlərin kütlə miqdarı, %								
	MgO	CaO	MnO	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaF ₂	digərləri	S
Ovuntu:									
Maqnezium oksidi	90.01	7.8	-	0.2	1.2	-	-	0.75	0.025
Əhəng	91.2	8.01	-	0.55	2.8	1.26	-	2.213	0.027
Üzgəclli şpat	2.55	0.09	-	0.49	3.94	0.80	82.42	980	0.054
Maqnezium oksidi və üzgəclli şpatın qarışığı	70.14	0.4	-	0.50	3.06	1.05	20.62	4.179	0.027
Çalov posası	60.5	8.7	0.3	0.3	16.4	6.3	7.5	-	-

Metali sobadan çalova buraxdıqda soba yüksək əsasi posanın metallə intensiv qarışdırılması nəticəsində poladda kükürdün miqdarı orta hesabla 0.0021% azalmışdır. Metalın maqnezium oksidi, əhəng və üzgəclli şpatın (2:1:1) ovuntuların qarışığı ilə sonrakı üfürülməsində onda kükürdün miqdarı 0.006-0.012-dən 0.0035-0.0105%-dək (orta hesabla 0.0025%) azalmışdır. Bütün aparılmış əritmələr üzrə kükürdsüzləşmə dərəcəsi orta hesabla 32% (cədvəl 2) təşkil etmişdir. Metalın çalova buraxılmasından sonra posanın orta tərkibi cədvəl 1-də verilib.

Ovuntuların üfürülən qarışığından və üfürmə prosesində metalın səthindən onun həcminə cəlb edilən posada yeni posa fazası formalaşır. Onun tərkibi fasiləsiz olaraq dəyişir, çünki üfürülən ovuntu qarışıqlarının tərkibi ilkin soba posasının tərkibindən fərqlənir. Hətta hər bir əritmə üçün müəyyən fərq mövcud olur. Üfürmənin intensivliyinin və soba posasının və ovuntunun kimyəvi tərkibinin qiymətlərinə görə (cədvəl 1) təcrübi əritmələrin aralıq və son posalarının tərkibləri hesablanmışdır. Aralıq posa 45% əlavə etməklə soba posasının tərkibinə, son posa isə həmin əritmədə bütün üfürülən ovuntu qarışıqlarının tərkibinə malik olur. Bu nəticələr cədvəl 3-də verilib. Aralıq posanın üçlü sistemə MgO-CaO-SiO₂ və ya MgO-SiO₂-CaF₂ (posada bu komponentlərin cəm miqdarı 100% qəbul olunmuşdur) gətirilməsi göstərir ki, posa sistemi MgO-SiO₂-CaF₂ verilən tərkibdə 1650°C likvidus temperaturuna malik olmalıdır. Alüminium və maqnezium oksidlərinin əlavə edilməsi bu temperaturu aşağı salır. Aşağıdakı tərkibə malik olan posa: 58.2% MgO; 16.5% SiO₂; 12.8% CaF₂; 8.5% CaO; 3.5% Al₂O₃; 0.33% FeO

1580°C-də tam ərimiş vəziyyətdə olur və 1520°C likvidus temperaturuna malik olur. Bu məlumatlar nəticə çıxarmağa imkan verir ki, metala maqnezium oksidi, əhəng və üzgəclli şpat qarışığı üfürdükdə (2:1:1) kükürd maye posa fazası ilə qarşılıqlı təsirdə olur.

Çalov posasında kükürdün konsentrasiyası metalın buraxılma və sonrakı kükürdsüzləşmə prosesi ovuntularla üfürmədə sobadan kənarlaşdırılmış kükürdün miqdarı ilə təyin olunur. Cədvəl 4-də bir sıra eksperimental ərintilərdə metalda kükürdün miqdarının dəyişməsi verilib. Soba posasının ilkin komponentləri əhəng (65%), üzgəclli şpat (10%), silikat topası və şamotdur. İlkin soba posasında kükürdün mənbələri əhəng və üzgəclli şpatdır. Aydınadır ki, ilkin saflaşdırılmış soba posasında kükürdün konsentrasiyası $0.026 * 0.6 + 0.043 * 0.1 = 0.020\%$ - dir.

Sobada saflaşdırmadan və metalın çalova buraxma prosesində metadan posa fazasına kükürd keçir, onun kütləsi $m_s = \Delta[S]_o * 10^{-3} m_{Me}$ -dir. Burada m_{Me} - bu halda $1.884 * 10^4$ kq qəbul olunmuş metalın kütləsidir. Metalı ovuntularla üfürmənin əvvəlində posada kükürdün konsentrasiyası təşkil edir, $(S)_o = 0.020\% + m_s / m_p * 100\% = 0.020\% + 100/3 * \Delta[S]_o$, burada m_p -metalın kütləsinin 3%-nə bərabər götürülmüş soba posasının kütləsidir. Çalovda ovuntularla üfürmədə kükürdsüzləşmədə posada kükürdün miqdarının sonrakı artması baş verir. Üfürmənin sonunda kükürdün posada miqdarı $m_s = 0.020 * 10^{-2} m_p + 0.030 m_n + \Delta[S]_k * 10^{-2}$ bərabərdir, burada m_n -ovuntunun kütləsidir, onda kükürdün konsentrasiyası $(S)_n = 0.027\%$ -dir (cədvəl 1). Üfürmənin sonuna posada kükürdün kütlə konsentrasiyası (%) uyğun olaraq.

$$(S)_k = \frac{m_s * 10^2}{m_p m_n} = 0.020 \frac{\bar{m}_p}{\bar{m}_p + \bar{m}_n} + 0.027 \frac{\bar{m}_n}{m_p + \bar{m}_n} + \Delta[S]_k \frac{\bar{m}_n}{\bar{m}_p + \bar{m}_m}$$

Aydınadır ki, metalı ovuntularla üfürmə prosesində posa fazasında kükürdün konsentrasiyası $(S)_o$ -dan $(S)_k$ qiymətində metalın kükürdsüzləşməsinin keçməsi, posanın kütləsinin dəyişməsi və ovuntuda və soba posasında kükürdün miqdarının fərqliliyi nəticəsində dəyişir. Ovuntularla üfürmə prosesində metaldan kükürdün kənarlaşdırılması $\Delta[S]_n = [S]_o - [S]_k$, onun kütləsi isə $m_s = \Delta[S]_n * 10^{-2}$ təşkil edir (cədvəl 5). Üfürməyədək metalın kükürdsüzləşdirilməsinin mütləq effekti $m_s = 1.4 - 2$ dəfə ovuntularla çalovda (m_s) qısa müddət ərzində (2.5-3.5 dəq.) üfürmədən yuxarıdır. Lakin ovuntularla üfürmədə kükürdsüzləşmə prosesi daha tez keçir, posa əmələgətirici materialların az sərfini tələb edir və metalın daha dərin saflaşdırma dərəcəsinə nail olmağa imkan verir.

Baxılan əritmələrdə çalovda üfürmədə formalaşan posanın tərkibində orta hesabla 40.5% MgO, 22.4%CaO və 9.5%CaF₂ olur. Bu halda (9) ifadəsinə əsasən $\gamma = 1.12$ olur.

Cədvəl 2. Maqnezium oksidi, əhəng və üzgəclli şpatın ovuntu qarışıqlarının (2:1:1) şamot hörgülü çalovda metala üfürülməsinin əsas parametrləri.

Ərintilərin nömrəsi	$q_{sm}, \%$	Davamiyyət, $\tau_{uf},$ dəq	Vüf, kq/ τ , dəq	$q_{Ar},$ m ³ /t	t, °C	$[S]_H/[S]_K^*, \%$	$\frac{\Delta[S]}{[S]_H}, \%$
1	1.0	3.00	3.3	0.23	1600/1590	0.007/0.005	28.6
2	1.0	3.33	3.0	0.24	1600/1580	0.010/0.005	50.0
3	1.1	3.25	3.4	0.24	1640/1595	0.007/0.005	28.6
4	1.0	2.95	3.4	0.24	1600/1585	0.009/0.007	22.3
5	0.9	2.90	3.1	0.22	1595/1580	0.010/0.007	30.0
6	1.2	3.16	3.8	0.24	1590/1580	0.011/0.008	27.3
7	1.0	3.00	3.3	0.22	1600/1585	0.010/0.007	30.0
8	1.05	2.84	3.7	0.24	1620/1600	0.011/0.009	18.2
9	1.13	2.91	3.8	0.22	1630/1620	0.009/0.007	22.2
10	0.98	2.50	3.9	0.25	1620/1590	0.010/0.007	30.0
11	1.14	3.25	3.4	0.23	1610/1610	0.009/0.007	22.2
12	1.05	3.50	3.2	0.27	1620/1605	0.010/0.006	40.0

13	1.07	2.84	3.8	0.23	1610/1580	0.009/0.005	44.4
14	1.1	3.00	3.3	0.24	1600/1585	0.009/0.006	33.3
15	1.0	3.12	3.0	0.23	1610/1590	0.009/0.007	22.1
16	1.0	3.00	3.2	0.25	1620/1600	0.010/0.007	30.0
17	1.1	3.01	3.4	0.28	1610/1590	0.010/0.008	20.0
18	1.1	2.82	3.4	0.24	1630/1620	0.012/0.010	16.6
19	1.0	3.33	3.7	0.22	1620/1600	0.012/0.006	50.0
20	0.9	3.00	3.2	0.23	1630/1615	0.009/0.007	22.2
21	1.2	2.98	3.4	0.25	1600/1585	0.010/0.007	30.0
22	1.1	3.16	3.8	0.27	1610/1605	0.010/0.006	40.0
23	1.0	2.90	3.1	0.22	1600/1580	0.008/0.005	37.5
24	1.0	3.00	3.0	0.24	1615/1600	0.008/0.006	25.0
25	1.1	2.92	3.1	0.25	1620/1605	0.010/0.007	30.0
26	1.0	3.33	3.4	0.24	1610/1595	0.006/0.004	33.3
27	1.2	3.00	3.4	0.25	1610/1600	0.011/0.009	18.1
28	1.0	3.01	3.0	0.23	1615/1605	0.012/0.009	25.0
29	1.1	3.00	3.6	0.24	1610/1575	0.010/0.005	50.0
30	1.1	3.00	3.8	-	1620/1605	0.011/0.006	45.5
31	1.1	2.24	3.5	0.23	1605/1580	0.006/0.004	33.3
32	1.1	2.75	3.9	0.22	1615/1585	0.009/0.005	44.4
33	1.0	3.30	3.2	0.24	1620/1600	0.012/0.009	25.0
34	1.0	2.92	3.4	0.25	1615/1595	0.010/0.006	40.0
orta	1.05	3.04	3.4	0.24	1610/1595	0.010-0.007	30.0

*Ovuntularla metalın üfürülməsindən əvvəl və sonra kükürdün miqdarı, %

Cədvəl 3. Maqnezium oksidinin, əhəngin və üzgəcli şpatın (2:1:1) qarışığı ilə çalovda poladın üfürülməsində formalaşan posanın kimyəvi tərkibi

Polad, posa (əritmənin markası)	Posada komponentlərin miqdarı, %-lə						
	MgO	CaO	MnO	FeO	CaF ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃
Ст3	57.61 (1.029)	8.42 (0.210)	0.34 (0.005)	0.49 (0.007)	10.37 (0.133)	16.63 (0.277)	5.49 (0.054)
Ст3	57.38 (1.025)	8.35 (0.213)	0.35 (0.005)	0.50 (0.007)	10.20 (0.131)	16.85 (0.281)	5.56 (0.055)
Polad 20	57.48 (1.027)	8.44 (0.211)	0.34 (0.005)	0.49 (0.007)	10.34 (0.133)	16.67 (0.2278)	5.50 (0.054)
Polad 30	57.60	8.41	0.34	0.49	10.37	16.63	5.49
Aralıq Posa, %	57.52	8.45	0.34	0.49	10.32	16.70	5.51
Son posa, %	59.04	7.53	0.30	0.49	11.67	14.82	4.94
MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ sisteminə gətirilmiş aralıq posa	72.15	-	-	-	-	20.95	6.90
MaO-SiO ₂ -CaF ₂	68.05	-	-	-	12.20	19.75	-

Qeyd: Dairəvi mütərizələrdə -n-nin qiymətləridir, yəni 100q

Posada komponentin mollarının sayıdır

Kükürd və oksigenin aktivlik əmsallarını maye poladda aktivliyin parsial əmsallarının qiymətləri əsasında aşağıdakı düsturla hesablamaq olar.

$$\lg f_{[S]}^f f[S] = \sum_k \lg f_{[O]}^{x_k} f_{[S]}^{x_k} \quad (10)$$

Cədvəl 4. Maqnezium oksidinin, əhəngin və üzgəcli şpatın çalovda üfürülməsində metalda kükürdün miqdarı (2:1:1)

Əritmənin nömrəsi	[S] _{ilk}	[S] _n	[S] _o	[S] _k	Δ[S] _o	Δ[S] _k	Δ[S] _n	[S] _∞
1	0.017	0.0135	0.0101	0.0058	0.0069	0.0115	0.0046	0.0038
2	0.0165	0.0135	0.0102	0.0069	0.0063	0.0096	0.0033	0.0038
3	0.0160	0.0145	0.0085	0.0048	0.0075	0.0118	0.0037	0.0030
4	0.0155	0.0110	0.0100	0.0058	0.0055	0.0097	0.0042	0.0040

Qeyd: [S]_{ilk} – bərpaetmə prosesinin başlanğıcında sobada kükürdün ilkin miqdarı;

- [S]_n – bərpaetmə prosesinin sonunda sobada kükürdün miqdarı;
 [S]_o –metali, çalova buraxdıqdan sonra S-in miqdarı (üfürmədən əvvəl);
 [S]_k –üfürmə qurtardıqdan sonra;
 [S]_∞ – kükürdün taraz miqdarı;
 $\Delta[S]_o=[S]_{ilk} - S_o$ – üfürməyədək kükürdün miqdarının dəyişməsi;
 $\Delta[S]_k=[S]_{ilk} - [S]_k$ –üfürmədən sonra;
 $\Delta[S]_n=[S]_o - [S]_k$ –üfürmə nəticəsində.

Cədvəl 5. Posa fazasında kükürdün miqdarı və kükürdsüzləşmə effekti

Əritmənin nömrəsi	m _n , kq	m _s ¹ , kq	m _s ² , kq	m _s ³ , kq	(S) _o , %	(S) _k , %
1	205	1.500	2.430	0.748	0.285	0.316
2	185	1.315	2.045	0.562	0.255	0.272
3	200	1.498	2.425	0.748	0.285	0.315
4	205	1.126	2.055	0.748	0.219	0.265

Hesablar üçün [3-5] ədəbiyyatların məlumatlarını istifadə etdik. Posa fazası kimi soba, aralıq və son posalara baxdıq, onların tərkiblərini soba posasının və üfürülən ovuntunun məlumatlarına əsasən hesabladıq. Oksigenin ionlarının sayını (9) düsturu ilə hesabladıq. Soba posasında n_{0,2}=0.539 və γ=1.105, son posada orta hesabla ərintilər üzrə n₀₂=0.69 və γ=1.12 olmuşdur. Aktivlik əmsallarının və kükürdün paylanması qiymətləri cədvəl 6-da verilib. Metal və posada kükürdsüzləşmənin müxtəlif mərhələlərində kükürdün miqdarının və kükürdün paylanma əmsalının L_s nəzəri hesablanmış qiymətlərini istifadə edərək metalda kükürdün həddi nail olunan taraz konsentrasiyasını hesablamaq olar [S]_∞. Ona uyğun gələn posada kükürdün maksimal konsentrasiyasını (S)^{max} işarə edək. Aydındır ki, (S)^{max} [S]_∞=L_s[∞] = 7/3L_s –dir, burada L_s-çalovda posanın son tərkibinə uyğun olan posa (3q/sm³) və metal (7q/sm³) arasında sıxlıqların fərqliliyini nəzərə almaqla kükürdün paylanması taraz həcmi əmsalıdır. Metalın həddi kükürdsüzləşməsi halı üçün kükürd üzrə balans aşağıdakı nisbətlə səciyyələnir. (S)^{max} (m_p+m_n)+[S]_∞m_m, nisbətənin sağ hissəsi ovuntularla üfürmənin başlanğıcı anında sistemdə kükürdün kütləsidir. (S)^{max} kəmiyyətini [S]_∞ vasitəsilə (kütlə) tərkibi faizlərə ifadə edib, alırıq:

$$[S]_{\infty} = \frac{(S)_o m_p + m_n [S]_n m_n}{7/3(m_p + m_n)L_s + m_m} \quad (11)$$

Baxılan hal üçün (11) düsturu üzrə hesabatın nəticələri göstərir ki, verilən tərkibdə posa altında metalda kükürdün həddi qiymətləri (3÷4)10⁻³ % təşkil edir və faktiki nail olunanlardan 1.45-1.75 dəfə az olur (cədvəl 4).

Kükürdün paylanma əmsallarının faktiki qiymətlərinin (5) düsturuna görə hesablanmış taraz qiymətlərlə tutuşdurulması poladın soba və çalov saflaşdırılma mərhələlərində posa fazasının kükürdsüzləşdirmə qabiliyyətinin istifadə dərəcəsini təyin etməyə imkan verir. Ümumi halda metal və posa arasında kükürdün faktiki paylanma əmsalı L_{s(f)} = θL_s-lə səciyyələnir, burada θ-posa fazasının kükürdsüzləşmə qabiliyyətinin istifadə dərəcəsidir:

$$\theta = L_{s(f)} / L_s = L_s(f) / L_s \quad (12)$$

Posanın (3q/sm³) və metalın (7q/sm³) sıxlıqlarının müxtəlifliyi ucbatından (3/7L_f) olur. Kükürdün paylanması faktiki əmsalının kəmiyyətini eksperimental və hesabı məlumatlarla L_{s(f)}=(S)/[S] təyin etdik. L_s-in taraz qiymətləri cədvəl 6-dan götürülüb, özü də hesablarda metalı ovuntularla üfürməyədək polad-soba posası sistemi üçün, üfürmədən sonra hesabatlarda polad-son posa sistemi üçün paylanma əmsalları istifadə olunub. Aşağıda kükürdün faktiki

və taraz paylanma əmsalları və posanın üfürməyədək istifadə dərəcəsi (θ -dək) və metalın posa ovuntuları ilə üfürülməsindən sonra (θ_{Σ}) onların istifadə dərəcələri göstərilib.

Cədvəl 6. Çalovda ovuntularla mayenin üfürülməsində metal və posa arasında kükürdün paylanmasının taraz həcmi əmsalları

Əritmənin nömrəsi	$T_{met}, ^\circ C$	$f_{[s]}$	$f_{[o]}$	$n_0^+ \frac{1}{2}$	L_S^{+1}	L_S^{+2}	L_S^{+3}
1	1595	0.978	0.481	0.642	37.5	30.9	41.58
2	1602	0.978	0.481	0.632	36.9	30.9	41.58
3	1599	0.992	0.461	0.638	39.78	33.09	44.38
4	1603	0.925	0.530	0.642	32.15	26.68	35.78

+1-çalovun aralıq posası üçün

+2-soba posası üçün

+3-çalovun son posası üçün

Əritmənin nömrələri.....	1	2	3	4
Metalın orta temperaturu, $^\circ C$	1595	1610	1600	1605

üfürməyədək:

$L_S(L_S)$	30.6(71.4)	30.6(72.1)	32.9(76.2)	26.6(63.2)
$L_{S(f)}(L_{S(f)})$	12.4(28.6)	10.8(25.3)	13.6(31.95)	9.38(21.9)
θ_D	0.41	0.35	0.40	0.34

üfürmədən sonra.....

$L_S(L_S)$	41.7(97.1)	41.5(97.0)	44.5(10.36)	35.7(83.4)
$L_{S(f)}(L_{S(H)})$	22.5(52.5)	16.75(39.22)	27.1(63.5)	19.18(44.65)
θ_{Σ}	0.53	0.38	0.60	0.53

Bu məlumatların təhlili göstərir ki, kükürdün paylanmasının əmsallarının taraz və faktiki qiymətləri arasında əlaqə vardır. Bu halda soba posasının kükürdsüzləşmə qabiliyyətinin istifadə dərəcəsi 35-40%, çalovunku isə 45-65% təkil edir. 2 əritməsi üçün θ_{Σ} (38%) alınmış kiçik qiyməti, qazovuntu qarışığı ilə metalın üfürülməsinin az davamiyyəti ilə (2.3 dəq, digər əritmələr üçün 3.1 dəq) və ovuntunun azaldılmış sərfi ilə metalın kütləsindən 0.95%, qalan əritmələr üçün isə (1.08-1.11%) praktiki olaraq arqonun eyni şərtində əlaqədardır. Aydınadır ki, hidrodinamiki şəraitlərə görə verilən əritmənin metalı hərəkətin az miqdarına malik olur və qarışdırma prosesləri nisbətən yavaşmış ola bilərlər, bunun nəticəsində $L_{S(f)}$ və θ_{Σ} azalır. Beləliklə, posa əmələgətirici materialların ovuntuları ilə metalın üfürülməsində posa fazasının kükürdsüzləşmə qabiliyyətinin istifadə dərəcəsi həm formalaşan posa fazasının tərkibindən, həm də onun metallə qarşılıqlı təsir davamiyyətindən, yəni kükürdsüzləşmə prosesinin kinetikasından asılıdır.

Nəticələr: 1. Müxtəlif ovuntuları üfürməklə poladın sobadan kənar emalında saflaşdırılma prosesinin termodinamikası təhlil olunmuşdur. Əvvəlki tədqiqatlarda üfürülən ovuntuların əsas tərkibini CaO təşkil etmişdir. Lakin ilk dəfə olaraq tərəfimizdən ovuntu tərkibində MgO-nin istifadəsi tövsiyə olunmuş və onun termodinamiki qiymətləndirilməsi aparılmışdır. Ovuntu tərkibində MgO-nin əsas komponent kimi seçilməsində məqsəd tökmə çalovunun hörgürünün tez dağılmadan qorumaq olmuşdur.

2. Üfürülən ovuntuların və metal buraxıldıqdan sonra yaranan posanın kimyəvi tərkibi tədqiq olunmuşdur. Məlum olmuşdur ki, əgər əhəng və üzgəcli spat qarışığundan istifadə etdikdə çalovun hörgüsü təmirsiz 60-70 dəfə işləyirsə, maqnezium oksidi istifadə etdikdə bəzi hallarda çalovun hörgüsü 100 dəfə təmirsiz istifadəyə yararlı olmuşdur. Maqnezium oksidi, əhəng və üzgəcli şpatın ovuntu qarışıqlarının (2:1:1) şamot hörgülü çalovda metala üfürülməsinin əsas parametrləri müəyyən edilmişdir.

3. Maqnezium oksidinin, əhəngin və üzgəcli şpatın çalovda üfürülməsində metalda kükürdün miqdarının dəyişmə xarakteri öyrənilmişdir. Eyni zamanda posa fazasında kükürdün miqdarı və kükürdsüzləşmə effekti müəyyən edilmişdir. Çalovda ovuntularla mayenin üfürülməsində metal və posa arasında kükürdün paylanması tarazlıq əmsalları tapılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, ovuntularla metalın üfürülməsində posa fazasının kükürdsüzləşmə qabiliyyətinin istifadə dərəcəsi həm posa fazasının tərkibindən və həm də onun metalla qarşılıqlı təsir davamiyyətindən asılıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Кудрин В.А. Производство чугуна и стали. / М.: ВИНТИ АН СССР, 1988, Т-14 (итого науки и техники, с. 150-204).
2. Есин О.А., Гепыд П.В. Физическая химия пирометаллургических процессов. М.: Metallургия, 1996, 7063 с.
3. Сазонов М.П., Шалимов А.Г. Изв. АН СССР. Metallургия и горное дело, 1983, №1, с.33-40.
4. Сной-цзен-цзи, Поляков А.Ю, Самарин А.М. Применение вакуума в metallургии. Науч. тр./ИМЕГ.М.: Наука, 1983, 16 с.
5. Филиппов С.И. Теория процесса обезуглероживания стали. М.: Metallургия, 1996, 166 с.
6. Инжекционная metallургия. Труды конференции. Лулеа, Швеция, 1997. Пер. санг. М.: Metallургия, 200, 232 с

UOT 614.841.4

MÜXTƏLİF SİNİFLİ YANGINLARIN SÖNDÜRÜLMƏSİNDƏ İSTİFADƏ OLUNAN YANGINSÖNDÜRÜCÜ VASİTƏLƏRİN EKOLOJİ CƏHƏTDƏN ZƏRƏRLİ TƏSİRLƏRİNİN TƏHLİLİ

M.Ə. QURBANOVA

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası

mqtaya@mail.ru

XÜLASƏ

Məqalənin əsas məqsədi müxtəlif sinfli yanğınların söndürülməsində istifadə olunan yanğınsöndürücü vasitələrin ekoloji cəhətdən təhlil edilərək seçilməsindən ibarətdir. Yanğınsöndürücü vasitələr olan suyun, tozun, köpüklərin ekoloji xüsusiyyətlərinə görə müsbət və mənfi cəhətləri təhlil edilərək, yanğınsöndürücü vasitə kimi köpüklərə üstünlük verilməsi məsələlərinə baxılmışdır.

Açar sözlər: yanğınsöndürücü vasitələr, su, toz, köpük, ətraf mühit, ekoloji zərərlər, kimyəvi maddələr.

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ОГНЕТУШАЩИХ СРЕДСТВ ПРИМЕНЯЕМЫХ
ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ**

РЕЗЮМЕ

Основной целью в статье является проведение экологического анализа при выборе огнетушащих средств используемых для тушения пожаров различных классов. В виде огнетушащего средства были проанализированы недостатки и преимущества огнетушащих средств таких как вода, порошок и пены.

Ключевые слова: огнетушитель, вода, порошок, пена, окружающая среда, экологический ущерб, химикаты.

**EXPOSURE OF HAZARDOUS EFFECTS OF THE EXPOSURE OF THE FIRE FIGHTING EXPLOSIVES
USED IN THE REFRIGERATION OF SPECIFIC TIRE FLUIDS**

ABSTRACT

The main purpose of the article is to analyze the environmental analysis of fire extinguishers used in extinguishing various fires. The advantages and disadvantages of fire, dust and foam are the environmental characteristics of a fire extinguisher, and the benefits of foams such as fire extinguishers are also considered.

Key words: fire extinguisher, water, dust, foam, environment, environmental damage, chemicals.

Giriş. Bəşəriyyətin və təbii ekosistemlərin qlobal təhlükələrindən biri olan yanğın hadisələri özünün müxtəlif inkişaf mərhələləri üzrə həmişə diqqətmərkəzində olmuşdur. Yanğın – yanma ilə yanaşı müəyyən məkan və zaman həddində inkişaf edən kütlə və istilik mübadiləsi təzahürlərini özündə əks etdirən mürəkkəb fiziki – kimyəvi prosesdir. Yanğınların baş vermə səbəbləri, onların yayılması şərtləri, yanğınsöndürmə effektivliliyi və yanğın mənbəyinin məhdudlaşdırılması - bu və ya digər amillər bir çox mütəxəssislərin diqqətini cəlb etmişdir. Yanğın hadisələrinin araşdırılmasında ən vacib məsələlərdən biri yanğınsöndürmə vasitələrinin təhlilidir. Yanğınların növü və kateqoriyasından asılı olaraq, yanğınların söndürülməsində müxtəlif texnika, alət və avadanlıqlar, eyni zamanda yanğınsöndürücü maddələrdən istifadə olunur [1].

Baş vermiş yanğınların kateqoriyasından asılı olaraq yanğının qarşısını almaq və söndürülmək üçün avtomatik, mexaniki, xüsusi avadanlıqlar, eləcə də müxtəlif kimyəvi maddələr tətbiq oluna bilər. Bu baxımdan yanğınsöndürücü maddələr yanğın mühitinə və alovun yayılmasına müxtəlif cür təsir göstərə bilər [2].

İşin məqsədi. Müxtəlif sinifli yanğınların söndürülməsində tətbiq edilən yanğınsöndürücü vasitələrin ətraf mühitə zərərli təsirlərinin müqayisəli təhlilini aparmaqdır.

Məsələnin qoyuluşu. Yanğınsöndürücü maddələr bərk, maye və ya qaz şəklində tətbiq edilə bilər.

Su. Yanğınsöndürmə vasitəsi kimi su, ən geniş yayılmış və uzun müddətli istifadə olunan yanğınsöndürücü vasitədir. Su yanma zonasına düşdükdə, yanan materiallardan və yanma maddələrindən böyük miqdarda istilik götürür. Bu zaman su qismən buxarlanır və buxara çevrilərək həcmcə 1700 dəfə böyüyür, bunun sayəsində reaksiya verən maddələrin qarışması baş verir və beləliklə yanğınların söndürülməsinə gətirib çıxardır. Odsöndürücü vasitə kimi suyun aşağı istilikkeçirmə xassəsinə malik olması, yanan materialın səthində etibarlı istilik izolyasiyası yaratması onu nəinki yalnız söndürmək üçün, eləcə də materialın alıxmadan mühafizə etmək üçün də istifadə etməyə imkan verir. Bununla yanaşı yanğınsöndürücü vasitə kimi suyun əsas çatışmazlığı ondan ibarətdir ki, yüksək səthi gərilmə qabiliyyətinə malik olduğundan, bərk materialları və xüsusilə lifli materialları pis isladır. Yanğın hadisələrinin qarşısının alınmasına yanaşmaların daha da inkişaf etdirilməsi yanğınsöndürücü köpüklərin, qazların, tozların işlənməsinə və tətbiqinə gətirib çıxardı [3, 23].

Tozlar. Yanğınsöndürmə sahəsində yanğınsöndürücü vasitə kimi istifadə edilən digər bir vasitə isə yanğınsöndürmə tozlarıdır. Bu yanğınsöndürücü tozlar qeyri-üzvi birləşmələrin – fosfat, hidrofosfat, dihidrofosfat və ya karbonat tərkibli kimyəvi maddələrin qarışığıdır [20, 21]. Bu yanğınsöndürücü vasitələr müxtəlif sinifli yanğınların söndürülməsində, əsasən də D sinifli yanğınların söndürülməsində tətbiq oluna bilər. Onlar materiallara zərərli təsir göstərmir, elektrik keçirici və zəhərləyici deyil, həm də donma qabiliyyətinə malik deyil. Toz şəkilli yanğınsöndürücü maddələrin tərkibində natrium bikarbonat vardır. O, havada olan oksigenin yanma mühitinə daxil olmasına mane olur. Bu tip yanğınsöndürücülər həm effektivliyinə, həm də iqtisadi cəhətdən sərfəliliyinə görə fərqlənir. Bu cür yanğınsöndürücülərin mənfə cəhəti kimi qapalı yerlərdə istifadə edildikdə tənəffüs orqanlarına ciddi zərər vura bilər [23]. Yanğınsöndürücü tozlarla yanğının kəsilmə mexanizmi əsasən yanan səthin yanma zonasından təcrid edilməsindən, yəni, yanan buxar və qazların reaksiya zonasına daxil olmasından ibarətdir. Toz tərkibli yanğınsöndürücü vasitələrlə yanğının ləğvinin əsas meyarı onun xüsusi sərfi sayılır [22].

Ümumilikdə, odsöndürücü tozların tərkibi müxtəlif kimyəvi qarışıqlardan ibarət olur ki, bu da onun tətbiq sahəsini genişləndirir. Kimyəvi maddələrin təsnifatı qlobal uyğunlaşdırma sistemi bu qrup birləşmələrin ekoloji və ekotoksikoloji xüsusiyyətlərini ayrı-ayrılıqda nəzərdən keçirmir, onların insanlar və ətraf mühitə təsir riskini nəzərə alaraq, qeyri-üzvi kimyəvi birləşmələr kimi sertifikatlaşdırmışdır [22].

Köpük. Hal – hazırda yanğınsöndürmə sahəsində yanğınsöndürücü vasitə kimi ən geniş yayılmış vasitələrindən biri də köpükdür. Yanğınsöndürücü köpüklər əsasən B sinifli yanğınların söndürülməsində tətbiq olunur. B sinfinə tezalısan və yanar mayələrin yanğını aid edilir. Əgər mayələr suda həll olursa (benzin, dizel yanacağı, neft və s.) B1 yarım sinfinə, əgər suda həll olursa (məsələn spirtlər) B2 yarım sinfinə daxildir [23]. Köpüklərin əsas yanğınsöndürmə xüsusiyyətləri-təcrid etmə qabiliyyətidir. Yanğınsöndürücü köpük yanma zonasını yanar buxar və qazlardan, habelə yanar materialın yanan səthini reaksiya zonasından şüalanan istilikdən təcrid edir. Yanğınsöndürücü köpüklər əsasən parçalanma xüsusiyyətləri, qatılıqlı, artımlı və dayanıqlı olmaları və s. göstəricilərlə xarakterizə olunurlar. Müasir dövrdə yanğınsöndürmə sahəsində tətbiq edilən yanğınsöndürücü köpüklər 1960-cı illərdən etibarən istehsal edilir.

Dünya üzrə mövcud yanğınsöndürmə köpüklərinin bir neçə növü (AFFF, A sinifli köpüklər, AFFF-AR, FF-100, FFFP 3-6% , ПІО -6, təlim köpükləri və s.) vardır ki, bunlar da müxtəlif məqsədlər üçün və ya xüsusi sistemlərdə istifadə tələb edən standartlar və xüsusiyyətlərə görə istifadə olunur. Respublikamızda isə yanğınsöndürmə sahəsində AFFF və ПІО – 6 markalı yanğınsöndürücü köpüklərdən istifadə olunur [23]. Köpüklər kompozisiya tərkibli olub, əsasən səthi aktiv maddələrdən ibarət olurlar. Buna baxmayaraq, müəyyən sinifli yanğınlardan olur ki, onların söndürülməsində ftortərkibli köpükəmələgətirici maddələr tətbiq edilir [6, 7]. Yanğınsöndürmə zamanı köpükəmələgətirici maddələr və ya onların parçalanma məhsulları ətraf mühit üçün təhlükə doğura bilər [8]. Yanğınsöndürücü köpüklərin ekoloji təsirləri dedikdə, əsasən su və canlı mühitə təsiri nəzərə alınır, lakin, bu yanğınsöndürücü vasitələr biosferin digər komponentlərinə də təsir göstərir [9]. Ətraf mühit üçün ekoloji təsirə malik yanğınsöndürücü köpüklərin ekoloji və ekotoksikoloji xüsusiyyətləri bioindikasiya yolu ilə tədqiq edilir.

Belə ki, müəlliflər yanğınsöndürmə köpüklərinin bir hissəsi olan müxtəlif karbon zəncir uzunluğuna malik natrium alkil sulfonatlarının toksiki mexanizmini araşdırmışlar. Əldə edilən nəticələrin etibarlılığı üçün laborator təcrübələrin deyil, təbii su məhlullarından istifadənin lazımı olduğu qeyd edilir [10]. Yanğınsöndürücü köpüklərin ətraf mühitə təsirinin minimallaşdırılması haqqında milli qanunverici tələblərin icrası çərçivəsində müəlliflər bioloji “yumşaq” əsaslı sintetik köpükəmələgətiricilərin ekotoksikoloji xassələrini tədqiq etdilər [11]. Yaponiyaya xas olan təbii su və sualtı biotoplarını modelləşdirərək, bu maddələrin canlı orqanizmlərə olan kəskin və uzunmüddətli təsirləri öyrənilmişdir.

Nəticə olaraq, sintetik yuyucu maddələrin bioloji “yumşaq” maddələrlə müqayisədə yüksək toksikoloji zərərli olması qeyd olunmuşdur. Həmçinin müəllif yanğınsöndürmə sahəsində köpükəmələgətirici maddələrin (oleaton tərkibli səthi aktiv maddələrin) istifadəsinin effektivliyi barədə də qeyd etmişdir [12].

Ftortərkibli köpükəmələgətirici maddələr B sinifli yanğınlardan söndürülməsində, xüsusən də yanan neft və neft məhsullarının söndürülməsində effektiv yanğınsöndürmə vasitəsi hesab olunur [13]. Ekoloji baxımdan yalnız köpüklərin parçalanma məhsullarının ətraf mühitin komponentlərinə əhəmiyyətli zərərli təsiri qeyd edilir [14, 15]. Yanğınlardan söndürülməsində ftortərkibli sulu köpükəmələgətiricilərin istifadəsi zamanı ətraf mühitə perfluorooktan sulfonit turşusu, onun duzları və perfluorooktan sulfonilflorid maddələri atılır ki, bu da yuxarıda göstəriləndi kimi, BMT-nin Stokholm Konvensiyası (2009) qanunlarına ziddir. Bu cür maddələr ona görə təhlükəli hesab edilir ki, onlar bioloji parçalanmaz maddələrdir və canlı orqanizmlərə mənfi təsir göstərir [16].

Baxmayaraq ki, müəllif yeni (qısa zəncirli ftorlaşmış karbon) ftortərkibli sulu köpükəmələgətiricilərin, digər istifadə edilən ftortərkibli köpükəmələgətirici maddələrə nisbətən ətraf mühit üçün az zərərli təsirə malik olduğunu bildirmişdir [17]. Bununla yanaşı, digər müəllif sintetik səthi aktiv maddələrin perftorlu səthi aktiv maddələrə nisbətən ətraf mühit üçün daha az mənfi təsirli olduğunu qeyd etmişdir [18].

Eyni zamanda ətraf mühitə xeyli miqdarda səthi – aktiv maddələrin atılması canlı orqanizmlər üçün əsaslı təhlükə mənbəyi hesab olunur [19].

Ümumilikdə, yanğınlardan söndürülməsində istifadə edilən bütün maddələr kimyəvi maddələr hesab edilir. Bu yanğınsöndürücü maddələrin müxtəlif sinifli yanğınlardan söndürülməsində tətbiqi, əsasən, onların fiziki və kimyəvi xassələri (misal olaraq, yanma zonasının və ya

yanan maddənin soyudulması, reaksiya verən maddələrin yanma zonasından təcrid edilməsi, yanma reaksiyasının kimyəvi tormozlanması və s) ilə bağlıdır.

Əsas hissə. Yanğınsöndürücü maddələrin kompleks təhlili zamanı onlar- müəyyən xüsusiyyətlərə malik olan ayrı-ayrı kimyəvi birləşmələr və ya yanğınların məhdudlaşdırılmasını təmin edən maddələr kimi öyrənilə bilər. Son zamanlarda isə digər bir istiqamət olaraq, yanğınsöndürmədə tətbiq edilən yanğınsöndürücü maddələrin ekoloji baxımdan təhlükəsizliyi əsas məsələ olaraq ortaya çıxdı.

Hal- hazırda dünya ölkələrinin əsas global tendensiyası ətraf mühitin antropogen təsirlərinin azaldılması istiqamətində işlərin görülməsidir. Belə ki, 2004-cü ildə BMT-nin Daimi Üzvi Çirkləndiricilər haqqında Stokholm Konvensiyasının ratifikasiyası ilə əlaqədar iştirakçı ölkələr ətraf mühitə və insan sağlamlığına, o cümlədən qida məhsullarına mənfi təsir göstərə biləcək bir sıra üzvi maddələrin istifadəsinə qadağa qoyulmasını və ya məhdudlaşdırılmasını qərara aldılar[4].

2009-cu ildə Stokholm Konvensiyasında qanunla istifadəsi qadağan olunmuş maddələrə yeni üzvi maddələr- perfluorooktan sulfonit turşusu və onun duzları, perfluoroktan sulfonil-florid əlavə edildi. Bu maddələr ftor əsaslı köpükəmələgətirici maddələrin parçalanma məhsullarıdır və ətraf mühitə mənfi təsir göstərirlər. Tədqiqatlar göstərir ki, PFOS davamlı, bioakümülativ və zərərli çirkləndiricidir. Bu maddələr ftor əsaslı köpükəmələgətirici maddələrin parçalanma məhsullarıdır və ətraf mühitə mənfi təsir göstərirlər. Bu da öz növbəsində, yanğınsöndürmə sahəsində istifadə olunan ftortərkibli köpükəmələgətirici maddələrin tətbiqini demək olar ki, kəskin şəkildə məhdudlaşdırdı. ABŞ, Kanada, Avropa Birliyi, Avstraliya və Yaponiya qaydalara əsasən yanğınsöndürmə köpükləri də daxil olmaqla PFOS-əsaslı məhsulların istehsalını qadağan etmişdir. Birləşmiş Ştatlarda AFFF – in ətraf mühitə tullanması ABŞ-ın Ətraf mühitin mühafizəsi Agentliyi (EPA) və Müdafiə Nazirliyi tərəfindən qanunauyğun olaraq tənzimlənir.

2015-ci ildə Avropa İttifaqının Regional Bürosunun hesabatına görə, Dünya Səhiyyə Təşkilatına üzv olan Avropa ölkələrinin 80% -dən çoxu, Stokholm Konvensiyası da daxil olmaqla, kimyəvi təhlükəsizliyə dair beynəlxalq müqavilələrdən irəli gələn rəsmi öhdəlikləri yerinə yetirməyi öz üzərilərinə götürmüşdür. Üzv ölkələr həmçinin hüquqi cəhətdən Avropa Birliyi Reqlamenti çərçivəsində də onların qeydiyyatına, qiymətləndirilməsinə, kimyəvi maddələrin icazəsinə və məhdudlaşdırılmasına, digər tərəfdəndə istifadəyə verilmiş üzvi çirkləndiricilərin və ya birləşmələrin istehsalçıları ilə işləməyə razı olduqlarını təsdiqlədilər. Avropa Birliyi ölkələrinin fəaliyyətinin müxtəlif aspektlərində ekoloji tənzimlənmələrlə bağlı müsbət dəyişikliklər qeyd edilir. Hələ onlarda kompleks problemlərin olduğu 70-ci illərdən qəbul edilmişdir ki, hansı ki, onları da müxtəlif səviyyələr üzrə həll etmək elədə vacib deyil. ABŞ, Çin, Kanada, eləcə də, Avropa Birliyi tərəfindən maliyyələşdirilən bu kimi ölkələr ətraf mühit və insan sağlamlığı sahəsində aparılan elmi tədqiqat işlərində fəal iştirak edirlər[5].

Nəticə. Beləliklə, məqalədə müxtəlif sinifli yanğınların söndürülməsində istifadə olunan yanğınsöndürücü vasitələrin tətbiqinə və ekoloji baxımdan təhlilinə dair materialların təhlili aparılmışdır. Məqalədə müxtəlif tipli yanğınsöndürücü vasitələrin ilkin ekoloji zərərləri qeyd edilmişdir. Lakin, təhlillərdə göstərir ki, köpükəmələgətirici maddələrin digər yanğınsöndürücü vasitələrlə müqayisədə ətraf mühitə vurduğu zərər daha nəzərə çarpanacaq dərəcədədir.

Ümumilikdə, yanğınsöndürücü köpüklər müxtəlif sinifli yanğınların söndürülməsində istifadə oluna bilər, lakin bu iqtisadi cəhətdən səmərəli hesab olunmur. Ancaq nəzərə alsaq ki, neft və neft məhsullarının yanması zamanı yanğınsöndürücü vasitə kimi yanğınsöndürücü köpüklərdən istifadə olunur, bu da neft sənayesi olan ölkəmiz üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Hal – hazırda FHN yanğın bölmələrinin balansında müxtəlif markalı yanğınsöndürücü köpüklər mövcuddur. Bu baxımdan da gələcək işlərdə məqsəd, müxtəlif sinifli yanğınların söndürülməsində tətbiq edilən yanğınsöndürücü vasitələrin xüsusilə, yanğınsöndürücü maddələr kimi köpüklərin ətraf mühitə zərərli təsirləri daha çox təhlil tələb etməkdir.

REFERENCE

1. http://www.mchs.gov.ru/dop/info/smi/news/Regionalnie_novosti/item/2708734.
2. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник. Кн. 1. М., 1990; Юбилейный сборник трудов ВНИИПО. М., 1997.
3. **А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко.** Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Асе. "Пожнаука", 2004. - 4.1. - 713 с. ISBN 5-901283-02-3.
4. <http://www.un.org>.
5. Улучшение состояния окружающей среды и здоровья в Европе, Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2015.
6. ГОСТ Р 50588-2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. М. Стандартинформ . 2012. От 01.09.2012. – 24 с.
7. **Шароварников А.Ф., Шароварников С.А.** Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав, свойства, применение. М : *Пожнаука*, 2005. 335 с.
8. **Tureková, I. & Balog, K.** (2011). The Environmental Impacts of Fire-Fighting Foams. *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*, 18(29), pp. 111-120.
9. **Adams R, Simmons D.** (1999) Ecological effects of firefighting foams and retardants: a summary. *Australian Forestry*62, 307 - 314.
10. **K. Goto, H. Takaichi, and T. Kawano,** "Learning from the Eco-Toxicology of Fire-Fighting Foams in Aquatic Organisms: Altered Eco-Toxicity of Sodium Alkyl Sulfonates on Green Paramecia and Medaka Fish Maintained in Different Waters," *J. Disaster Res.*, Vol.10, No.4, pp. 604-612, 2015.
11. **T. Kawano et al.,** "Eco-Toxicological Evaluation of Fire-Fighting Foams in Small-Sized Aquatic and Semi-Aquatic Biotopes", *Advanced Materials Research*, Vols. 875-877, pp. 699-707, 2014.
12. **Takayoshi KAWAHARA, Shuichi HATAE, Takahide KANYAMA, Yuki ISHIZAKI, Kazuya UEZU.** Development of Eco-Friendly Soap-Based Firefighting Foam for Forest Fire. *Environ. Control Biol.*, 54(1), 75 - 78, 2016. DOI: 10.2525/ecb.
13. **Korolchenko D. A., Volkov A. A.** Extinguishing of flammable liquids by film-forming foaming agents. / *Fire and Explosion Safety*, 2017, vol. 26, no. 8, pp. 45–55 DOI: 10.18322/PVB.2017.26.08.45-55.
14. **Бочаров В.В., Раевская М.В.** Использование перфторированных ПАВ в пенообразователях – «второе пришествие галогенорганики» в наилучшем сценарии развития для обитателей Земли.. *Пожаровзрывобезопасность*. 2013, Т. 22, № 10, с. 75 – 82.
15. **Skutlarek D., Exner M., Färber H.** Perfluorinated Surfactants in Surface and Drinking Waters. *Environmental Science and Pollution Research*, 13 (5): 299–307., 2006.
16. **Dr. Jimmy Seow,** Department of Environment and Conservation Western Australia, 2013, Fire Fighting Foam with perfluorochemical environmental review.
17. **T. Cortina, St. Korzeniowski.** AFFF Industry in Position to Exceed Environmental Goals. 26. June 2008. P.17-22.
18. **Бочаров В.В., Раевская М.В.** Исследование эколого-гигиенических характеристик пенообразователей для пожаротушения легковоспламеняющихся жидкостей и выбор продуктов с минимальными экологическими рисками для окружающей среды // *Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки*. 2016. №25.

19. **И.Ф. Безродный.** Экология пожаротушения-пока это только слова. Пожаровзрывобезопасность. 2013, Т. 22, № 6., с. 85-89.
20. **М.В. Казаков, И.И. Петров, В.Ч. Реутт.** Средства и способы тушения пламени горючих жидкостей. Москва : Стройиздат, 1977. - [1], 113 с. : ил.; 21 см.
21. Пожаротушение и системы безопасности : Практическое пособие / А.Г. Котов . – Второе издание . – К. : Группа компаний "БРАНД МАСТЕР", 2010 . – 277 с.
22. **Yuriy Mokeyev, Va Ientyn Kanibolotskyu, Eliza Gunieva, Ramzan Tcitulaeu.** Ingredient composition for producing a fire-extinguishing powder and method for the production thereof. Заявка РСТ/UA2005/000040 от 2005-09-26. Опубл. 2006-04-20. 19 сCN108771815A.
23. **М.О. Hüseynov, İ.О. İsmayılov.** "Yanğın taktikası". В., "Parni iz Baku" Nəşriyyat evi. 2005, 416 səh.

UOT: 531/534

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ СПРОСОМ

Д. Г. МОРОЗ

Российская Федерация, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильные перевозки».
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»,
125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64.

<http://www.madi.ru>
dgm1984@mail.ru

Э. В. ШАРИФЛИ

студент ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет
(МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64.

<http://www.madi.ru>
radle98@hotmail.com

АННОТАЦИЯ

В статье проводится обзор существующих и перспективных методов управления транспортным комплексом. Проводится описание существующих транспортных проблем крупнейших мегаполисов мира.

Ключевые слова: мегаполис, транспортное планирование, методы управление транспортным спросом..

ETHODS OF MANAGEMENT OF TRANSPORT DEMANDM

ABSTRACT

According to the nature of all emerging transport problems and the same approaches to their solution, all cities in the world can be divided into a number of main categories.

Cities that failed to solve transportation problems. In this category we have included the industrialized cities of the world, the conditions of transport and traffic in which may remain unsatisfactory. The use of cars here is not limited as a rule.

Cities that have made progress. In a number of cities, attempts have been made to use a systematic approach to urban transport planning. The problems were identified, the necessary organizational structures were created, a balanced transport policy was created, a set of measures was implemented on the way to the formation of the city, the most convenient for life. Striking examples of "progressive" cities-Munich, Singapore, Vancouver, Stuttgart, Portland (USA), Oslo, Vienna. The analysis of their experience within the framework of the classification chart points to the fundamental differences from a number of cities that failed to solve the transport problems.

Keywords: metropolis, transport planning, transport demand management methods.

Согласно характеру, всех возникающих транспортных проблем и одинаковым подходам к их решению можно разбить все города мира на ряд главных категорий.

Города которые не сумели решить транспортные проблемы. В данную категорию мы включили промышленно развитые города стран мира, условия перевозок и движения в которых могут остаться неудовлетворительными. Применение автомобилей здесь, не ограничивается, как правило.

Города, которые сумели достичь прогресса. В ряде городов были предприняты попытки использования системного подхода к транспортному городскому планированию. Были определены проблемы, созданы нужные организационные структуры, создана сбалансированная транспортная политика, реализован комплекс мер на пути к форми-

рованию города, самого удобного для жизни. Яркие примеры «прогрессивных» городов – Мюнхен, Сингапур, Ванкувер, Штутгарт, Портленд (США), Осло, Вена. Анализ их опыта в рамках классификационной диаграммы, указывает на коренные отличия от ряда городов, которые не сумели решить возникшие транспортные проблемы.

Города развивающихся государств. Большинство городов сталкивается в развивающихся странах с большими транспортными проблемами. Сказывается здесь дефицит технических знаний, и при этом ограниченность финансовых ресурсов, за доступ к транспортным системам нужно конкурировать с подобными приоритетными сферами, как здравоохранение, образование и т. д.

На пути к формированию общей сбалансированной транспортной системы, будут доминировать пешеходные сообщения и общественный транспорт, а заторы станут не нормой, а большим исключением из правил, города, которые обязаны применять 2 набора политических мер:

- противодействие (антистимулирование, уменьшение привлекательности) поездкам на машинах, посредством регулятивных, планировочных мер и ценовых;
- содействие (поощрение, стимулирование) применения общественного транспорта, учитывая улучшение качества массовых перевозок, в частности – для обеспечения независимости работы маршрутов, и общественного транспорта от данных уровня загрузки улично-дорожной сети.

Меры, помогают стимулировать применение общественного транспорта, – это процесс улучшения качества услуг, и создание условий для процесса улучшения пешеходных передвижений, а также удобства, активизация их – это спутник для уменьшения поездок на авто в общей системе городских сообщений. Этот сдвиг будет довольно возможным, если меры содействия использования общественного транспорта могут быть реализованы в комплексе с общими мерами антистимулирования поездок на авто.

Выделяется множество методов и стратегий достижения оптимальной организации движения транспортных потоков на улично-дорожной сети. Методы, способствующие оперативному управлению транспортными потоками, побуждают не только к изменению маршрута, так и к смене вида транспорта или пункта назначения.

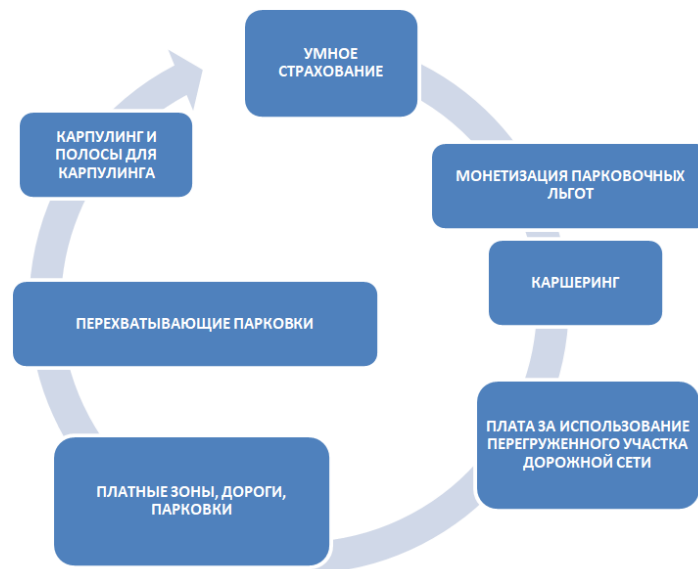
Стратегии и методы управления транспортным спросом могут быть разделены на два типа:

- Финансовые методы при разумном установлении уровня цен, которые будут являться определяющими при достижении изменений в поведении горожан. На практике они основаны на налоговых и финансовых механизмах.
- Административные меры сконцентрированы на регулировании. Такие как ограничения движения или ввод обязательных стандартов для транспортных средств.

Влияние одной из стратегий управления спросом на транспортные услуги происходит только на малую часть из общего объема перевозок, но при использовании их перекрестно приносит существенные результаты.

Методы, стратегии и программы, показанные на рис. 1 наиболее перспективны в рамках реализации в московском регионе.

Рис. 1. Список методов управления транспортным спросом



Анализ российских и зарубежных источников, а также результаты собственных исследований позволяют утверждать, что определенные методы управления транспортным спросом при использовании вместе дают синергетический эффект повышая свою эффективность, а другие наоборот. В настоящее время назрела необходимость создания эффективной системы и математического аппарата для выявления наиболее перспективных комбинаций методов управления транспортным спросом учитывая специфику различных мегаполисов мира. Рассмотренный подход позволит эффективно и качественно организовывать систему управления транспортным комплексом агломераций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. Вучик В.Р. «Транспорт в городах, удобных для жизни»/ В. Р. Вучик. – М.: «Территория будущего», 2011. – 576 с.
2. Д.Г. Мороз. Территориально-транспортное прогнозирование и планирование в московской агломерации/Мороз Д.Г., Блудян Н.О., Хейфиц П.И.//Автотранспортное предприятие. – 2014. –№ 2. -С. 18-21.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

1. "The Baku Engineering University Mechanical and Industrial engineering" accepts original unpublished articles and reviews in the research field of the author.
2. Articles are accepted in English.
3. File format should be compatible with **Microsoft Word** and must be sent to the electronic mail (journal@beu.edu.az) of the Journal. The submitted article should follow the following format:
 - Article title, author's name and surname
 - The name of workplace
 - Mail address
 - Abstract and key words
4. The title of the article should be in each of the three languages of the abstract and should be centred on the page and in bold capitals before each summary.
5. **The abstract** should be written in **9 point** type size, between **100** and **150** words. The abstract should be written in the language of the text and in two more languages given above. The abstracts of the article written in each of the three languages should correspond to one another. The keywords should be written in two more languages besides the language of the article and should be at least three words.
6. **UDC** and **PACS** index should be used in the article.
7. The article must consist of the followings:
 - Introduction
 - Research method and research
 - Discussion of research method and its results
 - In case the reference is in Russian it must be given in the Latin alphabet with the original language shown in brackets.
8. **Figures, pictures, graphics and tables** must be of publishing quality and inside the text. Figures, pictures and graphics should be captioned underneath, tables should be captioned above.
9. **References** should be given in square brackets in the text and listed according to the order inside the text at the end of the article. In order to cite the same reference twice or more, the appropriate pages should be given while keeping the numerical order. For example: [7, p.15].

Information about each of the given references should be full, clear and accurate. The bibliographic description of the reference should be cited according to its type (monograph, textbook, scientific research paper and etc.) While citing to scientific research articles, materials of symposiums, conferences and other popular scientific events, the name of the article, lecture or paper should be given.

Samples:

- a) **Article:** Demukhamedova S.D., Aliyeva İ.N., Godjajev N.M.. *Spatial and electronic structure of monomerrik and dimeric conapeetes of carnosine üith zinc*, Journal of structural Chemistry, Vol.51, No.5, p.824-832, 2010
 - b) **Book:** Christie ohn Geankoplis. *Transport Processes and Separation Process Principles*. Fourth Edition, Prentice Hall, p.386-398, 2002
 - c) **Conference paper:** Sadychov F.S., Aydın C., Ahmedov A.İ.. Appligation of Information – Commu-nication Technologies in Science and education. II International Conference."Higher Twist Effects In Photon- Proton Collisions", Baki, 01-03 Noyabr, 2007, ss 384-391
References should be in 9-point type size.
10. The margins sizes of the page: - Top 2.8 cm. bottom 2.8 cm. left 2.5 cm, right 2.5 cm. The article main text should be written in Palatino Linotype 11 point type size single-spaced. Paragraph spacing should be 6 point.
 11. The maximum number of pages for an article should not exceed 15 pages
 12. The decision to publish a given article is made through the following procedures:
 - The article is sent to at least to experts.
 - The article is sent back to the author to make amendments upon the recommendations of referees.
 - After author makes amendments upon the recommendations of referees the article can be sent for the publication by the Editorial Board of the journal.

YAZI VƏ NƏŞR QAYDALARI

1. "Journal of Baku Engineering University- Mexanika və sənaye mühəndisliyi" - əvvəllər nəşr olunmamış orijinal əsərləri və müəllifin tədqiqat sahəsi üzrə yazılmış icmal məqalələri qəbul edilir.
 2. Məqalələr İngilis dilində qəbul edilir.
 3. Yazılar **Microsoft Word** yazı proqramında, (**journal@beu.edu.az**) ünvanına göndərməlidir. Göndərilən məqalələrdə aşağıdakılara nəzərə alınmalıdır:
 - Məqalənin başlığı, müəllifin adı, soyadı,
 - İş yeri,
 - Elektron ünvanı,
 - Xülasə və açar sözlər.
 4. **Məqalədə başlıq hər xülasədən əvvəl** ortada, qara və böyük hərflə xülasələrin yazıldığı hər üç dildə olmalıdır.
 5. **Xülasə** 100-150 söz aralığında olmaqla, 9 punto yazı tipi böyüklüyündə, məqalənin yazıldığı dildə və bundan əlavə yuxarıda göstərilən iki dildə olmalıdır. Məqalənin hər üç dildə yazılmış xülasəsi bir-birinin eyni olmalıdır. Açar sözlər uyğun xülasələrin sonunda onun yazıldığı dildə verilməklə ən azı üç sözdən ibarət olmalıdır.
 6. Məqalədə UOT və PACS kodları göstərməlidir.
 7. Məqalə aşağıdakılardan ibarət olmalıdır:
 - Giriş,
 - Tədqiqat metodu
 - Tədqiqat işinin müzakirəsi və onun nəticələri,
 - İstinad ədəbiyyatı rus dilində olduğu halda orijinal dili mötəzə içərisində göstərməklə yalnız Latın əlifbası ilə verilməlidir.
 8. **Şəkil, rəsm, grafik və cədvəllər** çapda düzgün, aydın çıxacaq vəziyyətdə və mətn içərisində olmalıdır. Şəkil, rəsm və grafiklərin yazıları onların altında yazılmalıdır. Cədvəllərdə başlıq cədvəlün üstündə yazılmalıdır.
 9. **Mənbələr** mətn içərisində kvadrat mötərizə daxilində göstərməklə məqalənin sonunda mətn daxilindəki sıra ilə düzəlməlidir. Eyni mənbəyə iki və daha çox istinad edildikdə əvvəlki sıra sayı saxlanmaqla müvafiq səhifələr göstərməlidir. Məsələn: [7,səh.15].

Ədəbiyyat siyahısında verilən hər bir istinad haqqında məlumat tam və dəqiq olmalıdır. İstinad olunan mənbənin biblioqrafik təsviri onun növündən (monoqrafiya, dərslik, elmi məqalə və s.) asılı olaraq verilməlidir. Elmi məqalələrə, simpozium, konfrans, və digər nüfuzlu elmi tədbirlərin materiallarına və ya tezislərinə istinad edərkən məqalənin, məruzənin və ya tezisnin adı göstərməlidir.
- Nümunələr:**
- a) **Məqalə:** Demukhamedova S.D., Aliyeva İ.N., Godjayev N.M.. *Spatial and electronic structure of monomeric and dimeric complexes of carnosine with zinc*, Journal of structural Chemistry, Vol.51, No.5, p.824-832, 2010
 - b) **Kitab:** Christie ohn Geankoplis. *Transport Processes and Separation Process Principles*. Fourth Edition, Prentice Hall, 2002
 - c) **Konfrans:** Sadychov F.S., Aydın C., Ahmedov A.İ.. Appligation of Information-Communication Technologies in Science and education. II International Conference. "Higher Twist Effects In Photon- Proton Collisions", Baki, 01-03 Noyabr, 2007, ss 384-391
- Mənbələr 9 punto yazı tipi böyüklüyündə olmalıdır.
10. **Səhifə ölçüləri:** üstədən 2.8 sm, altdan 2.8 sm, soldan 2.5 sm və sağdan 2.5 sm olmalıdır. Mətn 11 punto yazı tipi böyüklüyündə, **Palatino Linotype** yazı tipi ilə və tək simvol aralığında yazılmalıdır. Paraqraflar arasında 6 punto yazı tipi aralığında məsafə olmalıdır.
 11. Orijinal tədqiqat əsərlərinin tam mətni bir qayda olaraq 15 səhifədən artıq olmamalıdır.
 12. Məqalənin nəşrə təqdimi aşağıdakı qaydada aparılır:
 - Hər məqalə ən azı iki ekspertə göndərilir.
 - Ekspertlərin tövsiyələrini nəzərə almaq üçün məqalə müəllifə göndərilir.
 - Məqalə, ekspertlərin tənqidi qeydləri müəllif tərəfindən nəzərə alındıqdan sonra Jurnalın Redaksiya Heyəti tərəfindən çapa təqdim oluna bilər.

YAZIM KURALLARI

1. “Journal of Baku Engineering University- Makine ve endüstri mühendisliği” önceler yayımlanmamış orijinal çalışmaları ve yazarın kendi araştırma alanın-da yazılmış derleme makaleleri kabul etmektedir.
2. Makaleler İngilizce kabul edilir.
3. Makaleler Microsoft Word yazı programında, (**journal@beu.edu.az**) adresine gönderilmelidir. Gönderilen makalelerde şunlar dikkate alınmalıdır:
 - Makalenin başlığı, yazarın adı, soyadı,
 - İş yeri,
 - E-posta adresi,
 - Özet ve anahtar kelimeler.
4. **Özet** 100-150 kelime arasında olup 9 font büyüklüğünde, makalenin yazıldığı dilde ve yukarıda belirtilen iki dilde olmalıdır. Makalenin her üç dilde yazılmış özeti birbirinin aynı olmalıdır. Anahtar kelimeler uygun özeti sonunda onun yazıldığı dilde verilmekle en az üç sözcükten oluşmalıdır.
5. Makalede UOT ve PACS tipli kodlar gösterilmelidir.
6. Makale şunlardan oluşmalıdır:
 - Giriş,
 - Araştırma yöntemi
 - Araştırma
 - Tartışma ve sonuçlar,
 - İstinat Edebiyatı Rusça olduğu halde orijinal dili parantez içerisinde göstermekle yalnız Latin alfabesi ile verilmelidir.
7. **Şekil, Resim, Grafik** ve **Tablolar** baskıda düzgün çıkacak nitelikte ve metin içerisinde olmalıdır. Şekil, Resim ve grafiklerin yazıları onların alt kısmında yer almalıdır. Tablolarda ise başlık, tablonun üst kısmında bulunmalıdır.
8. **Kullanılan kaynaklar**, metin dâhilinde köşeli parantez içerisinde numaralandırılmalı, aynı sırayla metin sonunda gösterilmelidir. Aynı kaynaklara tekrar başvurulduğunda sıra muhafaza edilmelidir. Örneğin: [7,seh.15]. Referans verilen her bir kaynağın künyesi tam ve kesin olmalıdır. Referans gösterilen kaynağın türü de eserin türüne (monografi, derslik, ilmi makale vs.) uygun olarak verilmelidir. İlmî makalelere, sempozyum, ve konferanslara müracaat ederken makalenin, bildirinin veya bildiri özetlerinin adı da gösterilmelidir.

Örnekler:

- a) **Makale:** Demukhamedova S.D., Aliyeva İ.N., Godjajev N.M.. *Spatial and Electronic Structure of Monomeric and Dimeric Conapeetes of Carnosine Üith Zinc*, Journal of Structural Chemistry, Vol.51, No.5, p.824-832, 2010
- b) **Kitap:** Christie ohn Geankoplis. *Transport Processes and Separation Process Principles*. Fourth Edition, Prentice Hall, p.386-398, 2002
- c) **Kongre:** Sadychov F.S., Aydın C., Ahmedov A.İ. Appligation of Information-Communication Technologies in Science and education. II International Conference. “*Higher Twist Effects In Photon- Proton Collisions*”, Baki, 01-03 Noyabr, 2007, ss 384-391

Kaynakların büyüklüğü 9 punto olmalıdır.

9. **Sayfa ölçüleri**; üst: 2.8 cm, alt: 2.8 cm, sol: 2.5 cm, sağ: 2.5 cm şeklinde olmalıdır. Metin 11 punto büyüklükte **Palatino Linotype** fontu ile ve tek aralıkta yazılmalıdır. Paragraflar arasında 6 puntoluk yazı mesafesinde olmalıdır.
10. Orijinal araştırma eserlerinin tam metni 15 sayfadan fazla olmamalıdır.
11. Makaleler dergi editör kurulunun kararı ile yayımlanır. Editörler makaleyi düzeltme için yazara geri gönderebilir.
12. Makalenin yayına sunuşu aşağıdaki şekilde yapılır:
 - Her makale en az iki uzmana gönderilir.
 - Uzmanların tavsiyelerini dikkate almak için makale yazara gönderilir.
 - Makale, uzmanların eleştirel notları yazar tarafından dikkate alındıktan sonra Derginin Yayın Kurulu tarafından yayına sunulabilir.
13. Azerbaycan dışından gönderilen ve yayımlanacak olan makaleler için,(derginin kendilerine gönderilmesi zamanı posta karşılığı) 30 ABD Doları veya karşılığı TL, T.C. Ziraat Bankası/Üsküdar-İstanbul 0403 0050 5917 No’lu hesaba yatırılmalı ve makbuzu üniversitemize fakslenmelidir.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. «Journal of Baku Engineering University» - Механические и промышленного строительства публикует оригинальные, научные статьи из области исследования автора и ранее не опубликованные.
2. Статьи принимаются на английском языке.
3. Рукописи должны быть набраны согласно программы **Microsoft Word** и отправлены на электронный адрес (**journal@beu.edu.az**). Отправляемые статьи должны учитывать следующие правила:
 - Название статьи, имя и фамилия авторов
 - Место работы
 - Электронный адрес
 - Аннотация и ключевые слова
4. **Заглавие статьи** пишется для каждой аннотации заглавными буквами, жирными буквами и располагается по центру. Заглавие и аннотации должны быть представлены на трех языках.
5. **Аннотация**, написанная на языке представленной статьи, должна содержать 100-150 слов, набранных шрифтом 9 punto. Кроме того, представляются аннотации на двух других выше указанных языках, перевод которых соответствует содержанию оригинала. Ключевые слова должны быть представлены после каждой аннотации на его языке и содержать не менее 3-х слов.
6. В статье должны быть указаны коды UOT и PACS.
7. Представленные статьи должны содержать:
 - Введение
 - Метод исследования
 - Обсуждение результатов исследования и выводов.
 - Если ссылаются на работу на русском языке, тогда оригинальный язык указывается в скобках, а ссылка дается только на латинском алфавите.
8. **Рисунки, картинки, графики и таблицы** должны быть четко выполнены и размещены внутри статьи. Подписи к рисункам размещаются под рисунком, картинкой или графиком. Название таблицы пишется над таблицей.
9. **Ссылки** на источники даются в тексте цифрой в квадратных скобках и располагаются в конце статьи в порядке цитирования в тексте. Если на один и тот же источник ссылаются два и более раз, необходимо указать соответствующую страницу, сохраняя порядковый номер цитирования. Например: [7, стр.15]. Библиографическое описание ссылаемой литературы должно быть проведено с учетом типа источника (монография, учебник, научная статья и др.). При ссылке на научную статью, материалы симпозиума, конференции или других значимых научных мероприятий должны быть указаны название статьи, доклада или тезиса.

Например:

- a) **Статья:** Demukhamedova S.D., Aliyeva I.N., Godjayev N.M. *Spatial and electronic structure of monomeric and dimeric complexes of carnosine with zinc*, Journal of Structural Chemistry, Vol.51, No.5, p.824-832, 2010
- b) **Книга:** Christie on Geankoplis. *Transport Processes and Separation Process Principles*. Fourth Edition, Prentice Hall, 2002
- c) **Конференция:** Sadychov F.S, Fydin C, Ahmedov A.I. Application of Information-Communication Nechnologies in Science and education. II International Conference. "Higher Twist Effects In Photon-Proton Collision", Baki,01-03 Noyabr, 2007, ss.384-391

Список цитированной литературы набирается шрифтом 9 punto.

10. **Размеры страницы:** сверху 2.8 см, снизу 2.8 см, слева 2.5 и справа 2.5. Текст печатается шрифтом **Palatino Linotype**, размер шрифта 11 punto, интервал-одинарный. Параграфы должны быть разделены расстоянием, соответствующим интервалу 6 punto.
11. Полный объем оригинальной статьи, как правило, не должен превышать 15 страниц.
12. Представление статьи к печати производится в ниже указанном порядке:
 - Каждая статья посылается не менее двум экспертам.
 - Статья посылается автору для учета замечаний экспертов.
 - Статья, после того, как автор учел замечания экспертов, редакционной коллегией журнала может быть рекомендована к печати.