



BEU
BAKU ENGINEERING UNIVERSITY

ISSN 2521-6376

Volume 2
Number 2
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](http://www.facebook.com/journalofbakuengineeringuniversity)

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 2

CONTENTS

TƏBİİ DAYANIQLIĞINI İTİRMİŞ ÇAY MƏCRALARINDA GEOMORMOLOJİ PROSESLƏRİN TƏDQIQI

Ə.Ş.Məmmədov, Ş.Ş.Quliyev, A.B.Ağaməmmədova _____ 73

İNNOVATİV YANAŞMA ƏSASINDA YENİ YAYAMA VALLARININ İŞLƏNMƏSİ

Kərimov R.İ. _____ 81

ALTERNATİV ENERJİ MƏNBƏLƏRİNDƏN YENİ NÖV YANACAQ İSTEHSALI VƏ TƏDQIQI

Amil Qəribov, İlkin Tağıyev _____ 87

YANĞINSÖNDÜRMƏ SAHƏSİNDƏ TƏTBİQ EDİLƏN QAZTƏRKİBLİ YANĞINSÖNDÜRÜCÜ VASİTƏLƏRİN EKOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN TƏHLİLİ

M.Ə. Qurbanova _____ 93

QORUYUCU BORULARIN MUFTA PƏSTAHLARININ TERMİKİ MÖHKƏMLƏNDİRMƏ TEXNOLOGİYASININ İŞLƏNMƏSİ

Kərimov R.İ. _____ 98

TEZLİK ÇEVİRİCİSİ İLƏ İDARƏ OLUNAN AVTOMATİK YANALMA BUCURQADININ DİNAMİKİ REJİMLƏRİNİN, AVTOMATİK SİSTEMİN DAYANIQLIĞININ YOXLANILMASI VƏ KEÇİD PROSESİNİN TƏDQIQI

Elsevər Həsənov _____ 105

DARTILMA VƏ SIXILMADA STATİK HƏLL OLUNMAYAN SİSTEMLƏRİN GƏRGİN-DEFORMASIYA HALININ TƏDQIQI BARƏSİNDƏ

A.D.Əhmədov, D.S.Qəniyev, T.A.Əhmədov _____ 116

UOT: 626.113; 627.41

TƏBİİ DAYANIQLIĞINI İTİRMİŞ ÇAY MƏCRALARINDA GEOMORFOLOJİ PROSESLƏRİN TƏDQIQI

Ə.Ş.MƏMMƏDOV, Ş.Ş.QULİYEV, A.B.AĞAMƏMMƏDOVA

"AzH və M" EİB, "Azdövsütəslayihə" İnstitutu

ahmadmammadov@hotmail.com, shamilxazar@gmail.com, ayten.agamemmedova@gmail.com

XÜLASƏ

Məqalə qum-çınqıl karxanalarının təsiri nəticəsində təbii dayanıqlılığını itirmiş çaylar üzərində aparılmış tədqiqatlara həsr olunmuşdur. Tədqiqatlar nəticəsində məcrə qruntunun fiziki-mexaniki xüsusiyyətləri və axının sərfi nəzərə alınmaqla yeni formalaşan məcranın dayanıqlı mailliyinin hesablanması üçün müvafiq düsturlar təklif olunmuşdur.

Açar sözlər: karxana, məcranın dayanıqlı eni, bulanıqlılıq, dayanıqlı maillik, məcrə prosesləri, deformasiya.

INVESTIGATION OF GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES IN RIVERBED, THAT HAVE LOST THEIR NATURAL STABILITY

ABSTRACT

The article is dedicated to the investigation of river basins, which lost their natural durability under the effect of sand-gravel quarries. As a result of the research, appropriate formulas were proposed to calculate the stability of the newly formed sustainable bottom slope, taking into account the physical and mechanical properties of the riverbed and the flow rate.

Keywords: quarry, stable channel width, blurredness, stable slope, riverbed processes, deformation.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РУСЛЕ РЕКИ, УТРАТИВШИХ СВОЮ ЕСТЕСТВЕННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена исследованию деформационных процессов, происходящих в речных бассейнах, которые утратили свою естественную долговечность под воздействием песчано-гравийных карьеров. В результате исследования были предложены соответствующие формулы для расчета стабильности вновь сформированного устойчивого уклона на дне, с учетом физико-механических свойств русла реки и расхода.

Ключевые слова: карьера, стабильный ширина русло мутность, стабильный уклон русловые процессы, деформация.

Giriş. Son illərdə Respublika ərazisində ki dağ çaylarının məcrələrindən qum-çınqıl materialının götürülməsi geniş vüsat almışdır. Çayların məcrələrində uzun illər ərzində formalaşmış təbii dayanıqlı allüvial çöküntülər kütləvi şəkildə qazılaraq inşaat materialı kimi kənara daşınmış və nəticədə çay məcrələrinin strukturu tamamilə pozulmuşdur. Müvafiq olaraq Qusarçay üzərində 7, Qudyalçayda 20, Vəlvələçayda 24, Qaraçayda 23, Gilgilçayda 6 və Ataçayda isə 4 ədəd qum-çınqıl karxanası yaradılmış və hal-hazırda da fəaliyyət göstərir[10].

Çayların məcrələrində baş verən kəskin dərinlik deformasiyaları nəticəsində, çayları kəsərək keçən bir çox strateji əhəmiyyətli qurğular qəza vəziyyətinə düşmüşdür. Su, neft, qaz kəmərlərinin və körpülərin mühafizəsi məqsədi ilə çay yatağında baş verən deformasiya proseslərinin mahiyyəti nəzərə alınmadan yerinə yetirilmiş müvəqqəti xarakterli işlər mənfi təsirlərin qarşısını ala bilməmiş və nəticədə çaylar üzərindəki qurğular qəzalılıq vəziyyətə düşmüşdür. Hal-hazırda Samur-Abşeron və Xanarx kanallarının bir çox çaylarla kəsişmə yerlərində olan düker və akveduk qurğuları, Qaraçay üzərində yeni tikilmiş avtomobil körpüsü,

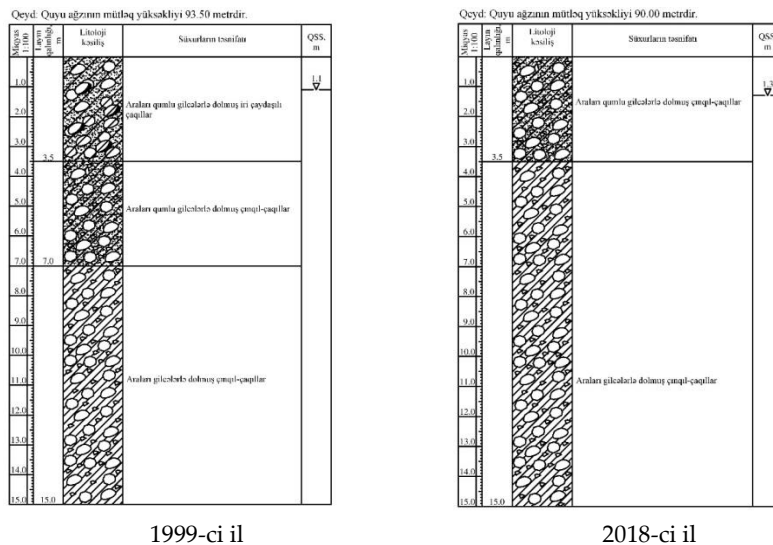
Vəlvələçay üzərində yerləşən Bakı-Quba avtomobil yolunun körpüsü qəzalılıq vəziyyətdədir. Bu çaylardan ehtimal olunan 10-20%-li daşqın sərtləri keçərsə adları yuxarıda göstərilən qurğuların uçması ehtimalı böyükdür [10].Tədqiqat obyektini olaraq, ən çox karxanalar yerləşən Qudyalçay, Qaraçay və Vəlvələçay tərəfimizdən araşdırılmışdır. Çayların daşqın sərtləri haqqında məlumat cədvəl 1-də verilir.

Cədvəl 1. Şimal çaylarının bəzilərinin daşqın sərtləri cədvəli

Çayın adı	Qudyalçay	Qaraçay	Vəlvələçay
10%-li daşqın sərfi, m ³ /san	140.0	76.0	130.0
Hövzənin sahəsi, km ²	540.0	200.0	510.0
Ümumi uzunluğu, km	110.0	93.0	100.0

Tədqiqat metodu.Apardığımız müşahidələr göstərir ki, yuxarıda göstərilən çayların məcralarında gedən deformasiyaların zərərli təsirləri ildən ilə artır və daha təhlükəli xarakter alır. Çay məcralarını formalaşdıran dib gətirmələri suqəbuledici qurğuların yuxarı byeflərində çökür və oradan karxanalar vasitəsi ilə kənara daşınır. Faktiki olaraq, aşağı byefdə yerləşən digər karxanalar çayların yataqlarında illərlə toplanmış allüvial çöküntüləri daşıyırlar. Bu səbəbdən də çayların məcraları asan yuyulan gil və gilcə qruntlara gəlib çıxmışdır. Çaylarda baş verən deformasiyaların təsirindən mövcud sahilbərəkədic qurğuların özülləri sürətlə yuyulur və bu qurğular aşaraq dağılır.

Çay məcralarında baş verən aktiv deformasiyalar təsirindən Xanarx və Samur-Abşeron kanallarının Qudyalçay və Qusarçay ilə kəsişmə yerlərində, Vəlvələçay üzərində yerləşən su qəbuledici qurğunun aşağı byefində mövcud mühafizə qurğularının yuyularaq dağılmaq təhlükəsi yaranmışdır. Hal-hazırda adları göstərilən qurğuların daşqın təhlükəsindən qorunması məqsədi ilə layihə smeta sənədlərinin hazırlanmasına başlanılmışdır. Geoloji tədqiqat işləri nəticəsində Qudyalçayın Xanarx kanalı ilə kəsişmə hissəsinin litoloji kəsilişləri işlənmişdir. Yeni qazılmış geoloji quyunun litoloji kəsiliş məlumatları, həmin yerdə 1999-cü ildə qazılmış geoloji quyunun litoloji məlumatları ilə müqayisə olunmuşdur(şəkil 1). Litoloji kəsilişlərdən də görüldüyü kimi,1999-cü ildə qazılmış quyunun yuxarı hissəsində (0-3.5) m hündürlüyündə yerləşən iriçaydaşılı çaqıllardan ibarət olan qrun qatı yuyulmuş və hal-hazırda çay məcrası daha asan deformasiyaya uğraya bilən gilcəqarışlı çınqıl-çaqıl qatı ilə əvəz olunmuşdur.



Şəkil 1. Xanarx kanalının Qudyalçay ilə kəsişmə sahəsinin litoloji kəsilişləri.

Qeyd etmək lazımdır ki, təkcə şimal istiqamətində yerləşən çaylardan yox, ümumiyyətlə Respublikanın bütün dağ çaylarının məcralarından allüvial süxurların qaydasız şəkildə götürülməsi aparılır. Bunun nəticəsi olaraq Pirsaatçay, Gəncəçay, Göyçay, Turyançay, Ağsuçay, Zəyəmçay və digər çaylar üzərində yerləşən kommunikasiya qurğuları və körpülər qəzalı vəziyyətə düşmüşdür. Bütün bu qanunsuz müdaxilələrin acı nəticəsi olaraq 01 iyun 2018-ci il tarixində Göyçay çayından keçən kiçik daşqın nəticəsində çay üzərindəki Bakı-Şamaxı-Yevlax magistral avtomobil yolunun və piyada yolunun körpüləri uçmuşdur (şəkil 2) [12].



Şəkil 2. Bakı-Şamaxı-Yevlax avtomobil yolunun Göyçayla kəsişmə sahəsi.

Bir qayda olaraq çaylarda baş verən deformasiya prosesi geniş şəkildə elmi cəhətdən araşdırılmadan mühafizə qurğuları layihələndirilir və tikilir ki, nəticədə ilk daşqınların təsirindən bu qurğular uçaraq dağılır. Buda ölkə iqtisadiyyatına ciddi ziyan vurur. Antropogen təsirlərə məruz qalan çay məcralarında aparılan tikinti işləri çayda baş verən morfoloji dəyişikliklər nəzərə alınmaqla yeni formalaşan məcranın dayanıqlı dib mailliyi və en kəskin forması nəzərə alınmaqla aparılmalıdır.

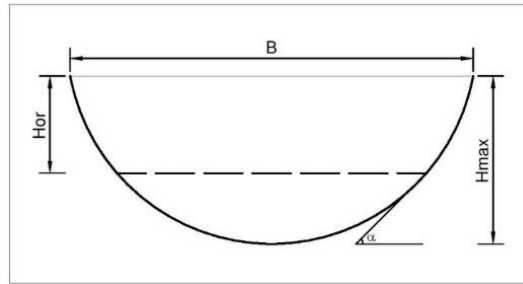
Tədqiqat işinin mühazirəsi və nəticələri. Çay məcralarında dayanıqlı en kəskin formasının hesablanması ilə bağlı geniş tədqiqatlar S.T.Altunin, V.S.Altunin, Y.Ə.İbadzadə, Ç.H.Nuriyev, K.F.Artamanov, Y.İvanenko, P.A.Şatbaraşvili, E.İ.Mixneviç və digər alimlər tərəfindən aparılmışdır. V.S.Altuninin apardığı çoxsaylı tədqiqatlar nəticəsində çay məcralarının en kəskinin dayanıqlı formasının üst göstəricisi $P=2-3$ qiymətinə uyğun gələn parabolik formada olduğunu göstərir [4]. Şəkil 3-də parabolik en kəskin çay məcrasının hidravliki parametrləri göstərilmişdir. Çayların dağətəyi hissələrində yeni formalaşan məcranın hidravliki hesabları məcrada yaranan dayanıqlı maillik nəzərə alınmaqla məlum düsturlardan istifadə olunmaqla aparıla bilər [2].

Antropogen təsirlərə məruz qalan çay məcralarında yeni məcranın formalaşması prosesi aşağıda göstərilən ardıcılıqla baş verir:

- Çay yatağını formalaşdıran allüvial çöküntülərin daşınması nəticəsində məcranın altında yerləşən, yuyulmaya meyilli qruntun üzə çıxması ilə dərinlik deformasiyasının güclənməsi üçün əlverişli şərait yaranır;
- Çayın yaz və payız gursulu axınlarının təsirindən yuyulmaya meyilli çay yatağında baş verən dərinlik deformasiyaları nəticəsində böyük dərinliklərə və sərt yamaqlara malik "V" şəkilli yarıqın - məcranın yaranması baş verir;

- İlk mərhələdə yarğan yalnız " V " şəkilli formada olmaqla dərinliyə doğru qırxu kəsərək aşağı enir və yarlardan uçma materiallarını nəql edərək enə və dərinliyə doğru genişlənir
(Qaraçay üzərindəki körpünün aşağı bnyefində hal hazırda proses bu şəkildə davam edir);
- Yeni yaranan məcranın dibinin stabilləşməsi prosesi, məcranın uzununu boyu hər hansı bir eroziya bazisindən başlayaraq axının hərəkət istiqamətinin əksinə olmaqla baş verir;
- Stabilləşmə prosesinə uyğun olaraq eroziya bazisindən başlayaraq dayanıqlı maillik formalaşır və uyğun olaraq " V " şəkilli yarğanın dibində məcra üçbucaq formadan parabolik və ya trapes formaya keçir (bu məcra forması axının sərfindən asılıdır);
- Çayın illik hidroqrafına uyğun formalaşan yeni məcra, sonrakı daşqın sərfələrinin keçməsi ilə planda deformasiyaya uğrayaraq sağa və sola doğru genişlənərək tam məcra formasına yaxınlaşır.

Hesabat üçün yeni yaranan " V " şəkilli yarğanın dibində ilkin formalaşan məcranın en kəsik formasının kvadrat parabola şəklində olduğu qəbul edilir [4].



Şəkil3. Parabolik en kəsikli məcranın hidravliki parametrləri.

Parabolik (istənilən P üstü parabola üçün) en kəsikli məcra üçün hidravliki hesabatlar aşağıdakı düsturlarla aparılır [4].

$$B = 2m(1 + P)H_{or} \quad (1)$$

$$H_{mak} = H_{or} \frac{1 + P}{P} \quad (2)$$

$$m = \cot x \quad (3)$$

$$\omega = BH_{or} = 2m(1 + P)H_{or}^2 \quad (4)$$

Çayların dağətəyi hissələrində məcranın dayanıqlı enini və orta dərinliyini hesablamaq üçün K.F.Artamanov aşağıdakı ifadələrdən istifadə olunmasını tövsiyyə edir [1,2].

Məcranın düzxətli hissəsində su səviyyəsində dayanıqlı enin qiyməti

a) $i \geq 0,005$ olduqda,

$$B = \frac{2,6}{i^{0,2}} \left(\frac{Q}{\sqrt{g}} \right)^{0,4} \quad (5)$$

b) $i < 0,005$ olduqda

$$B = \frac{1,1Q^{0,5}}{i^{0,2}} \quad (6)$$

Burada: Q -10% təminatlı maksimum su sərfidir (məcranı formalaşdıran su sərfi), m^3/san i-məcranın dibinin uzununa mailliyidir.

Dayanıqlı məcrada yaranan orta dərinliyin qiyməti.

$$H_{or} = \frac{0,3}{i^{0,03}} \left(\frac{Q}{\sqrt{g}} \right)^{0,4} \quad (7)$$

Dayanıqlı məcranın maksimal dərinliyinin qiyməti.

$$H_{mak} = \frac{0,5}{i^{0,03}} \left(\frac{Q}{\sqrt{g}} \right)^{0,4} \quad (8)$$

Yeni formalaşan çay məcralarında yaranan dayanıqlı mailliyin qiymətinin hesablanması üçün K.F.Artamanov aşağıdakı düsturdan istifadə etməyi tövsiyyə edir.

$$i = K \frac{d}{H_{or}} \quad (9)$$

burada, K - axının bulanıqlığını nəzərə alan əmsaldır,

Bu əmsalın qiyməti məcraformalaşdıran gətirmələrin xüsusi çəkisi olan μ -dən asılı olaraq cədvəldən götürülür. Duru axın üçün $K=0,10$ məcraformalaşdıran gətirmələr axını üçün isə $K=0,13$ qəbul edilmişdir [2].(9) ifadəsindən göründüyü kimi, çayda formalaşan yeni dayanıqlı mailliyin qiyməti, yeni formalaşacaq məcradakı orta dərinliyin qiymətindən- H_{or} birbaşa asılıdır. Dağ çaylarında məcranı formalaşdıran su sərfi 10% təminatlı maksimal axın qəbul edilir. Bu su sərfinə uyğun olaraq yeni yaranan çay məcrasının orta dərinliyinin qiyməti - H_{or} hesablanmalı və sonra dayanıqlı dib mailliyi hesablanmalıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, orta dərinliyinin qiyməti - H_{or} hesablanması üçün təklif olunmuş məlum (7) ifadəsinə məcranın dib mailliyi daxildir.

Ə.Məmmədov strukturu antropogen təsirlərdən pozulmuş dağçaylarında apardığı tədqiqatlar göstərir ki, yeni məcranın formalaşmasının ilkin forması onun dayanıqlı dib mailliyi əsasən, yaz-payız gursululuğunda müşahidə olunan maksimal səflər nəticəsində yaranır. Çayda baş verən digər daşqın səflərinin təsirindən məcra zaman-zaman eninə deformasiya edərək genişlənir. Bu səbəbdən çayların məcralarının dağətəyi hissələrində en kəsik formaları praktiki olaraq düzbucaqlı formadadır. Daha böyük daşqın sərfi ilə formalaşmış çay məcraları içərisində kiçik su səflərinin yaratdığı axınlar qollara parçalanaraq və ya sahillərdən birinə sıxılmış halda axır. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, antropogen təsirlərdən strukturu pozulmuş çay yatağında çayın yaz və payız gursululuğu rejiminə uyğun olan su səflərinin təsirindən yataq altında yerləşən müqaviməti az, daha çox yuyulma xarakterli olan qrunut kütləsi içərisində dərin yarıqlar yaranır.

Lakin göründüyü kimi bu ifadələrə axının orta dərinliyi H_{or} -daxildir. Axının orta dərinliyini bilmədən dayanıqlı məcranın dib mailliyini hesablamaq olmur. Digər tərəfdən axının orta dərinliyi onun canlı en kəsik sahəsindən, axın sürətindən və beləliklə dayanıqlı maillikdən asılıdır.

Çayların dağətəyi zonasında yaranan dayanıqlı mailliyin hesablanması üçün bir neçə düsturlar verilmişdir. Göründüyü kimi, bu düsturlar strukturca eyni olub, əmsallarla bir-bi-

rindən fərqlənir. Düsturlarla hesabatlar aparmaq üçün, məcranın fiziki-mexaniki xüsusiyyətləri ilə yanaşı axının yaratdığı dərinlik H_{or} qiyməti məlum olmalıdır. Axının yaratdığı orta dərinliyi hesablamaq üçün, məcranın dayanıqlı dib mailliyi də məlum olmalıdır. Beləliklə, bütün hallarda bir tənlik iki məchul alınır ki, bunun da həlli müəyyən şərtlər qəbul etməklə aparıla bilər. Bu çatışmamazlığı aradan qaldırmaq, axının sərfindən və qrunzun xarakteristikasından d_{or} birbaşa asılı olan ifadənin alınması ilə bağlı S.T.Altunin, K.F.Artamanovun, N.İ. Makkavayev, M.S.Vızqov, Q.S.Cekulayev, A.H.Qastunski, K.V.Qrişanin, Y.Ə.İbadzadə, V.S. Lapşenkov və s. tədqiqatlar aparmışlar. N.İ Makkavayevin apardığı çox saylı tədqiqatlar nəticəsində axının hidravliki parametrləri və dayanıqlı mailliyin aşağıdakı qanunauyğunluğa tabe olduğu əsaslandırılmışdır [9].

$$Q^m i d^{-n} = const \quad (10)$$

Bu ifadəyə daxil olan m və n üst göstəriciləri və sabit ədədin qiyməti axının hidromorfoloji parametrlərindən asılı olaraq baxıla bilər. Bu qanunauyğunluğu nəzərə alaraq, bəzi tədqiqatçılar axının yaratdığı dayanıqlı mailliyin hesablanması üçün aşağıdakı düsturlardan istifadə etməyi tövsiyyə etmişlər.

K.F.Artamanovun təklif etdiyi (7) və (9) düsturlarından istifadə edilərək, dayanıqlı maillik üçün aşağıdakı ifadə alınmışdır [1,2].

$$i = 5,54K^{1,031} \frac{d^{1,031}}{Q^{0,412}} \quad (11)$$

Dayanıqlı məcranın dayanıqlı mailliyi üçün təklif olunan digər düstur Bozomtərəfindən verilmişdir [5].

$$i = 0,00209 \frac{d^{0,86}}{Q^{0,21}} \quad (12)$$

V.S.Lapşenkov dayanıqlı məcranın dayanıqlı mailliyinin qiymətinin hesablanması üçün aşağıdakı düsturdan istifadə olunmasını tövsiyyə edir[6].

$$i = 0,000315 \frac{d^{0,92}}{Q^{0,37}} \quad (13)$$

Dayanıqlı mailliyi hesablanması üçün yuxarıda verilmiş düsturlardan yalnız (11) düsturunda dolayısı yolla axının bulanıqlılığını nəzərə alınmışdır. Ümumiyyətlə, məcranı formalaşdıran əsas hidroloji faktorlardan biri axının bulanıqlılığdır. Apardığımız tədqiqatlar nəticəsində, axının bulanıqlılığında nəzərə alınmaqla dayanıqlı məcranın dayanıqlı mailliyini hesablamaq üçün (14) düsturundan istifadə olunması tərəfimizdən təklif olunmuşdur [10].

$$i = 0,0225 A(KP)^2 \left(\frac{d}{H}\right)^{0,8333} \quad (14)$$

Burada, $P = \sqrt{1 + 3\rho^{0,666}}$ olub, axının bulanıqlılığını nəzərə alan parametrdir [7].

Dayanıqlı mailliyin hesablanması üçün (14) düsturu və axının sürəti üçün Şezi əmsalının qiymətinin Manning-Strickler düsturundan (15) istifadə olunmuşdur [3].

$$V_{orta} = C\sqrt{Hi} = 6,67\sqrt{g}\left(\frac{H}{d}\right)^{0,1666}\sqrt{Hi} \quad (15)$$

Axının yaratdığı məcranın həndəsi parametrlərini ifadə edən (1), (4) düsturları və (14), (15) düsturları birgə həll edilərək, məcraformalaşdırıcı su sərfi, axının bulanıqlılığı və məcra qrununun orta diametri nəzərə alınmaqla dayanıqlı mailliyin hesablanması üçün tərəfimizdən aşağıdakı ifadə alınmışdır.

$$i = 0,0357(A(KP)^2m^{0,312})^{1,454}\frac{d^{1,136}}{Q^{0,454}} \quad (16)$$

Burada:

K - məcranın qrununun qrunulometrik tərkibini nəzərə alan əmsaldır, (K=1,5 məcranın qrunu

bircinsli qəbul edilir) [7].

$P = \sqrt{1 + 3\rho^{0,666}}$ olub, axının bulanıqlılığını nəzərə alan parametrdir [7].

q - axının bulanıqlılığı olub, kq/m³,

A – bulanıqlılıq əmsalı, A=0,563P²-3,166P+4,78 düsturu ilə hesablanır [11].

m – yamaclıq əmsalı, m=1 qəbul edilir.

Göründüyü kimi, dayanıqlı mailliyin hesablanması üçün təklif olunmuş (11), (12), (13) və (16) düsturları (10) ifadəsində qoyulmuş şərtlərə tam uyğun gəlir.

Yeni təklif olunmuş (16) düsturu və (11),(12),(13) düsturları ilə alınmış nəticələrin qarşılıqlı təhlillərinin aparılması üçün V.S.Lapşenkovun Orta Asiya çayları üzərində apardığı tədqiqatların nəticələrindən istifadə olunmuşdur [6].

Cədvəl 2. Çayların ölçülmüş mailliklərinin və (11),(12),(13),(16) düsturları ilə alınmış qiymətlərinin qarşılıqlı müqayisəli təhlili

Çaylar	d m	Q m ³ /san	Ölçülmüş maillik	(16)	(11)	(12)	(13)	(16) %	(11) %	(12) %	(13) %
Sox	0,35	200,0	0,00900	0,00985	0,01970	0,00028	0,000017	-9,43	-118,87	96,91	99,81
Narı	0,20	1200,0	0,00297	0,00231	0,00529	0,00012	0,000005	22,15	-78,03	96,02	99,82
Kurşab	0,15	197,0	0,00400	0,00379	0,00827	0,00013	0,000008	5,32	-106,86	96,63	99,81
Çirçik	0,30	1600,0	0,00350	0,00322	0,00713	0,00016	0,000007	8,11	-103,82	95,50	99,81
Money-Krik	0,01	31,0	0,00090	0,00040	0,00109	0,00002	0,000001	55,06	-20,73	97,85	99,86
Kafirniqan	0,15	1300,0	0,00200	0,00161	0,00380	0,00009	0,000004	19,60	-90,15	95,46	99,81
İsfayransay	0,50	162,0	0,01400	0,01625	0,03103	0,00040	0,000025	-16,08	-121,67	97,17	99,82
Zaraşan	0,25	600,0	0,00430	0,00408	0,00885	0,00017	0,000008	5,09	-105,93	96,15	99,81
İsfara	0,30	103,0	0,01200	0,01117	0,02209	0,00028	0,000019	6,89	-84,06	97,66	99,84
Kara-Baltı	0,80	71,2	0,02700	0,04026	0,07069	0,00070	0,000053	-49,11	-161,82	97,39	99,80
Con-Kızıl-Su	0,70	54,0	0,03000	0,03922	0,06903	0,00067	0,000052	-30,73	-130,11	97,78	99,83
Vaxş	0,20	2000,0	0,00209	0,00183	0,00428	0,00011	0,000004	12,27	-104,98	94,92	99,79
Kok-Djertı	0,35	46,7	0,01200	0,01906	0,03587	0,00038	0,000029	-58,85	-198,88	96,85	99,76
Bed-Taş	0,50	55,0	0,02500	0,02654	0,04843	0,00050	0,000038	-6,16	-93,72	98,01	99,85
Malka	0,30	158,0	0,00770	0,00920	0,01852	0,00026	0,000016	-19,49	-140,48	96,67	99,79
Al-Bura	0,25	133,0	0,01000	0,00809	0,01647	0,00023	0,000014	19,12	-64,72	97,73	99,86
Karaunqur	0,35	270,0	0,00900	0,00859	0,01741	0,00026	0,000015	4,51	-93,41	97,09	99,83
Kurbaş	0,28	197,0	0,00800	0,00754	0,01546	0,00023	0,000014	5,75	-93,22	97,16	99,83
Karadarya	0,30	1080,0	0,00500	0,00384	0,00839	0,00017	0,000008	23,11	-67,76	96,58	99,84
Cu	0,13	270,0	0,00300	0,00279	0,00627	0,00011	0,000006	7,00	-109,00	96,28	99,80
Aris	0,10	450,0	0,00180	0,00164	0,00388	0,00008	0,000004	8,77	-115,33	95,56	99,78
orta xəta								0,61	-104,93	96,73	99,82

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, V.S.Lapşenkovun və Bozom nəticələri 99,82%, 96,73% olmuşdur ki, bu işə alınmış qiymətlərin çox-çox kiçik olduğunu göstərir. K.F.Artamanovun nəticələri ölçülmüş qiymətlərindən kəskin fərqlənir və orta xəta -104,93% alınır. Tərəfimizdən alınmış yeni düsturun ölçülmüş qiymətlərlə müqayisədə həm müsbət, həm də mənfi istiqamətlərdə səpələnmiş olmaqla, orta xətası 0,61% təşkil edir.

Nəticə.

1. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində, məcranı formalaşdıran qruntun fiziki-mexaniki xüsusiyyətləri-d_{or}, axının bulanıqlılığını-çvə axın formalaşdıran su sərfi Q_{10%}nəzərə alınmaqla, yeni formalaşan çay məcralarının dayanıqlı dib mailliyinin hesablanması üçün tərəfimizdən (16) ifadəsi alınmışdır.
2. Antropogen təsirlərə məruz qalan, dayanıqlılığını itirmiş çay məcralarında yeni formalaşan yeni dayanıqlı məcranın dib mailliyinin hesablanması üçün (11) və (16) düsturlarından istifadə olunması məqsədəuyğun hesab olunur.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYATLAR

1. Методические указания по расчету устойчивых аллювиальных русел горных рек при проектировании гидротехнических сооружений. Минводхоз СССР. М. Колос. 1972.
2. Методические указания по расчету устойчивых аллювиальных русел горных рек при проектировании гидротехнических сооружений. Минводхоз СССР. М. Колос. 1980.
3. Барышников Н.Б. Динамика русловых потоков. М. 2007.
4. Алтунин. В.С. Руководство по гидравлическим расчетам крупных земляных каналов, М.1984.
5. Лебявский С. Введение в речную гидравлику, Ленинград-1961.
6. Лапценков В.С. Прогнозирование русловых деформаций в бьефах речных ридроузлов, Ленинград-1979.
7. Студеничников Б.И. Размывающая способность потока и методы русловых расчетов. М.1964.
8. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне, М.1955.
9. Маккавеев Н.И, Чалов Р.С. Русловые процессы, М.1986.
10. Мəmmədov Ə.Ş, Ağaməmmədova A.B. Samur-Abşeron massivində yerləşən çaylar üzərindəki qum-çınqlı karxanalarının bu çayların hidromorfologiyasına təsiri, Ekologiya və Su Təsərrüfatı №5, Bakı-2017.
11. Məmmədov Ə.Ş, Quliyev Ş.Ş, Ağaməmmədova A.B. Təbii dayanıqlılığını itirmiş çay məcralarında yeni dayanıqlı məcranın formalaşması, Azərbaycan Aqrar Elmi Jurnalı, Bakı-2018
12. <http://qafqazinfo.az/news/detail/goycay-cayinda-son-durum-video-220936>

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

İNNOVATİV YANAŞMA ƏSASINDA YENİ YAYAMA VALLARININ İŞLƏNMƏSİ

KƏRİMOV R.İ.

“Baku Steel Company” MMC

XÜLASƏ

İnşaat armaturlarının və fasiləsiz tökmə borularının yayma prosesində istifadə olunan yayma vallarının yeni bimetallic konstruksiyası, material və alınma üsulu təşkil olunur. Valın özək hissəsi Ст3сп poladından, işçi səthi isə yüksəkmöhkəm çuqundan hazırlanır. Bimetalın tökülmə prosesi kokildə aparılır. Valın işçi səthinin materialı yüksəkmöhkəm çuqun Si, Mn, Cr, Ni, Mo kimi karbid əmələgətirici elementlərlə legirlənmişdir. Termiki emal – tablama və tabəksiltmədən sonra valın işçi hissəsinin mikrostrukturu kürə şəkilli qrafitdən, martensit matrissadan və karbidlərdən ibarət olur, valın işçi səthinin bərkliyi isə 48-52HRC təşkil edir. Valın materialına Azərbaycan respublikasının patenti alınmışdır.

Açar sözlər: bimetallic val, yüksəkmöhkəm çuqun, karbidəmələgətirici element, matrissa, işçi səth, özək, tablama, tabəksiltmə, normallaşdırma.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПРОКАТНЫХ ВАЛОВ НА ОСНОВЕ ИННОВАТИВНОГО ПОДХОДА

РЕЗЮМЕ

Предлагается новая биметаллическая конструкция прокатных валов, используемых труб в процессе прокатки строительных арматур и непрерывно литых труб, новый материал и способ получения вала. В этом случае сердцевина вала изготавливается из стали Ст3ст, а рабочая поверхность из высокопрочного чугуна. Процесс отливки биметалла производится в кокилях. Материал рабочей части вала состоит из высокопрочного чугуна, легированного такими элементами как Si, Mn, Cr, Ni, Mo. После термической обработки – закалки и отпуска микроструктура рабочей части вала состоит из шаровидного графита, мартенситной матрицы и карбидов, твердость рабочей части вала составляет 48-52 HRC. Получен патент Азербайджанской республики на материал вала.

Ключевые слова: биметаллический вал, высокопрочный чугун, карбидообразующие элементы, матрица, рабочая поверхность, сердцевина, закалка, отпуск, нормализация.

DEVELOPMENT OF NEW ROLL SHAFTS BASED ON INNOVATIVE APPROACH

ABSTRACT

A new bimetallic construction of rolling shafts, pipes used in the process of rolling construction fittings and continuous cast pipes, a new material and a method for producing a shaft are proposed. In this case, the shaft core is made of St3st steel, and the working surface is made of high-strength cast iron. The process of casting bimetal is made in chill molds. The material of the working part of the shaft consists of high-strength cast iron doped with elements such as Si, Mn, Cr, Ni, Mo. After heat treatment - quenching and tempering, the microstructure of the working part of the shaft consists of spherical graphite, martensitic matrix and carbides, the hardness of the working part of the shaft is 48-52 HRC. A patent of the Republic of Azerbaijan on the shaft material has been received.

Keywords: bimetallic shaft, high-strength cast iron, carbide-forming elements, matrix, working surface, core, hardening, tempering, normalization.

Giriş. Yayma prosesində çox vacib məsələlərdən biri yaymada istifadə olunan alətlərin, xüsusəndə yayma vallarının keyfiyyətinin yüksək olmasıdır. Məsələn, yayma vallarının işçi səthləri yeyildikdə yayılan məhsulun səthində müxtəlif qüsurlar yaranmaqla yanaşı, həm də onun çıxış ölçülərinin pozulması baş verir.

Buradan nəticə çıxarmaq olar ki, metal məhsulda baş verən qüsurların bir qismi məhz yayma texnologiyasının, o cümlədən yayma vallarının ölçülərinin pozulması, onların sınıması və digər hallardan asılı olaraq baş verir [1].

Məlumdur ki, yayma vallarının ən vacib işçi göstəricilərindən biri onun yeyilməyə dözümlülüyüdür, bu, metalın mikrostrukturundan və yayma valının çəlləyinin işçi qatının makroquruluşundan asılıdır. Adətən yayma vallarını ərintinin bir markasından (polad və ya çuqundan) hazırlayırlar. Vallarda yüksək yeyilməyə dözümlülük, çəllək hissəsinin kifayət qədər möhkəmliyi və özəyin özlüklüyü vəhdət təşkil etməlidir.

Polad vallar adətən tam şəkildə bu tələblərə cavab verir, ancaq yüksək qiymət onların geniş tətbiq imkanını aşağı salır. Bu kontekstdə ağ çuqun valların aşağı qiymətində onların müqaisəli yüksək istismar xassələri (yeyilməyə dözümlülük, hətta polad vallardan xeyli yüksəkdir) almağa imkan verir. Çuqunun strukturunda nə qədər karbidlər çoxdursa, bir o qədər onların yeyilməyə dözümlüyü yüksəkdir; lakin yeyilməyə dözümlü ağ çuqun kəsmə ilə pis emal olunur, bu onun tətbiq imkanını məhdudlaşdırır.

Məhz bu səbəbdən məqalədə bimetallik çuqun valların hazırlanması üçün cəhdlərin nəticələri verilmişdir. Özəyi poladdan və işçi hissəsi yüksəkmöhkəm çuqundan ibarət olan bimetallik valların alınması üçün materiala Azərbaycan Respublikasının patenti alınmışdır.

Bimetallik yayma vallarının istehsalında çox hallarda valın işçi hissəsini yaratmaq üçün ağ çuqunlar, daxili hissəsi üçün isə boz çuqunlar istifadə olunur. Bimetallik valların alınmasının bir neçə üsulları mövcuddur. Birinci üsul valın ağarmış qatını formalaşdırmaq üçün qəlibin çuqunla doldurulmasından ibarətdir, özəkdə boz çuqunun yaradılması üçün modifikatorların (Si, Mn və b.) oturdulması həyata keçirilir [2].

İkinci üsul onunla fərqlənir ki, valın özək hissəsinin formalaşdırılması üçün boz çuqunun tökülməsi aparılır. Boz çuqunu valın işçi səthini yaratmaq üçün zəruri olan bir qədər saxlamadan sonra tökməyə başlayırlar [3]. Belə valların alınmasında istifadə olunan tökmə qəlibi üç hissədən ibarətdir: orta hissə - kokil, yuxarı və aşağı üzlənmiş kokil. Belə bir üsulda var ki, üfiqi fırlanma oxlu maşında mərkəzdənqaçma qüvvələrinin təsiri altında valın işçi qatı formalaşır. Tələb olunan qalınlıqlı qat bərkidikdən sonra metal qəlib dayandırılır, şaquli vəziyyətə fırladılır və valın mərkəzi hissəsinin tökülməsi aparılır. Lakin boz çuqun aşağı möhkəmliyə və özlüklüyə malikdir, ona görə də göstərilən üsullar istehsalatda geniş tətbiq tapmamışdır [4-5].

İşləmənin nəticəsi. Məqalədə polad nüvədən və yüksəkmöhkəm çuqun oymaqdan ibarət olan valların hazırlanma üsulu təklif olunmuşdur. Belə konstruktiv yanaşmada valın bərk çəlləyi və özlü nüvəsi alınır. Ancaq bu üsulda nüvə və oymaq bir – birilə pis birləşir, yəni onların qaynağı pis gedir. Bu, birinci növbədə ərintilərin müxtəlif ərimə temperaturları ilə əlaqədardır. Məsələn kimi polad 20-dən nüvəyə və tərkibində 10% Cr olan ağ çuqundan oymağa baxaq. Polad 20-nin və çuqunun ərimə temperaturları arasında fərq 300°C-ə yaxın təşkil edir. Kontakt zonasında aşağıdakı fiziki proseslər müşahidə olunur: bərk özəyin maye ərinti ilə işlənməsi, özəyin səthi üzrə maye ərintinin axması, elementlərin qarşılıqlı diffuziyası. Bu proseslərə metalın səthində olan oksidləşmiş qat mane olur. Onu həm mexaniki yolla, həm də kimyəvi reagentlərin köməyi ilə kənarlaşdırmaq olar. Lakin sex atmosferi şəraitində səthin tezliklə oksidləşməsi baş verir.

Aşağıdakı mərhələlər şəkildə qarşılıqlı təsiri təqdim etmək olar: maye ərintinin ifrat qızma temperaturunun götürülməsi, özəyin qızdırılması, çuqunun kristallaşması, özək – oymaq sisteminin soyudulması. İfrat qızdırmanın götürülməsində ayrılan istilik həm ətraf mühitə gedir və həm də özəyin qızdırılmasına sərf olunur. Kristallaşma temperaturu diffuziya proseslərinə əhəmiyyətli təsir göstərə bilməz, çünki ərintilər artıq bərkimişdir. Beləliklə, nəticəyə gəl-

mək olar ki, ərintilərin verilən tərkiblərində onların qaynaqlanma qabiliyyətinə təsir etmək mümkündür. Bunun üçün elementlərin diffuziya əmsallarını artırmaq lazımdır. Bu, polad nüvənin səthinin temperaturunu artırmaqla həyata keçirilə bilər. Karbonun diffuziya əmsalının artırılması polad nüvənin səthinin tərkibini çuqunun tərkibinə yaxınlaşdırmağa imkan verir, bununla əlaqədar olaraq onun ərimə temperaturu azalır.

Eyni zamanda buna paralel olaraq çuqun oymağın sonrakı tökülməsilə polad nüvənin qəlibə quraşdırılmasından ibarət olan yayma vallarının hazırlanma üsulu da təklif olunmuşdur. Qəlib sökülən kokili özündə əks etdirir, onun aşağı hissəsi özəyin quraşdırılması üçün təyin olunub, orta hissəsi ilə valın çəlləyi üçün boşluğu əmələ gətirir, yuxarıdan kokil, tökmə sistemindən ibarət olan içliklə örtülür. Quraşdırmadan əvvəl polad nüvə induktorda 4,5dəq əzrində saxlamaqla yüksək tezlikli cərəyanla (1000Hz) qızdırılır, bu, səthin temperaturunun 1000°C-dək artmasını və nüvənin 10 – 15mm dərinlikdə qızmasını təmin edir.

Özəyin qəlibə qurulması və onun qızdırılması manipulyatorun köməyi ilə aparılır. ~600°C-də qəlibdən valın çıxarılması çuqunun daha dispers strukturunu almağa və bununla da valın yeyilməyə dözümlüliyini artırmağa imkan verir.

Şəkil 1-də “Baku Steel Company” MMC-də müxtəlif ölçülü armaturların yayılmasında tətbiq olunan bimetallik valın ölçüləri və ümumi görünüşü təqdim olunub. Şəkildən görünməyən kimi valın işçi vəziyyətdə olmasına baxmayaraq onun səthində heç bir yeyilmə izləri yoxdur.

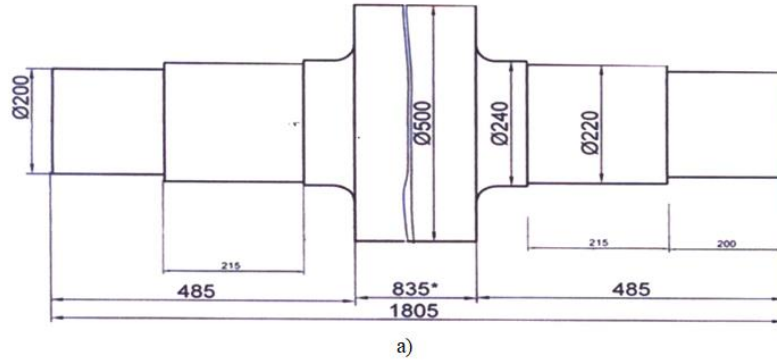
İndi isə “Baku Steel Company” MMC-də yayma prosesində istifadə olunan bimetallik valların termiki emalının rejimlərinin işlənməsinin nəticələri verilir.

Tətbiq olunan texnologiya metallurgiya sahəsinə və məxsusi olaraq yayma istehsalatına aiddir, yayma istehsalatında istifadə olunan yayma vallarının hazırlanmasında istifadə olunur. Əvvəlki texnologiyalarda istifadə olunan çuqunun tərkibi [1] küt. %-lə: karbon – 2,5 – 3,0; silisium – 1,8 – 2,0; manqan – 0,3 – 1,0; dəmir – qalanı olmaqla alınan valların bərkliyi 55 – 59 HRC civarında olur. Lakin həmin çuqundan hazırlanan valların daxilində bimetaldan içliyin olmaması müəyyən işləmələr zamanı valların sınımasına və onların burulmaya pis işləməsinə gətirir. Digər tərəfdən, valların səth bərkliyi yüksək olduğuna görə yayılan məmulatın səthində müxtəlif ciddi qüsurlar (cıziqlar, yarıqlar, qopuqlar və s.) yaranır.

Öz texniki mahiyyətinə görə təklif olunan ixtiraya yaxın digər tərkibli materiallardan hazırlanan bimetallik vallardır. Belə valların özək hissəsi polad20-dən, işçi hissəsi isə aşağıdakı tərkibə malik olan çuqundan hazırlanır, küt. %-lə: karbon – 3,1 – 3,5; silisium – 0,9 – 1,5; manqan – 0,5 – 0,9; nikel – 1,6 – 2,7; xrom – 0,3 – 0,8; molibden – 0,3 – 0,8; dəmir – qalanı. Birinciyə xas olan qüsurlar ikinciyə də aid edilə bilər. Digər tərəfdən, çuqunun tərkibində legirləyici elementlərin nisbətinin düzgün seçilməməsi onun mexaniki emal prosesini çətinləşdirir [2].

Tərəfimizdən işlənmiş texnologiyaya əsasən ilk öncə Ст3сп polad markasından FPTM-də tökülmüş en kəsiyi 125x125mm olan (pəstahların uzunluğu valların çeşidinə görə müəyyən edilir) pəstah termiki emal sobasında 800°C qızdırılır. Beləliklə 800°C-ə qədər qızdırılmış polad pəstah şaquli şəkildə kokilə daxil edilir və növbəti mərhələ maye çuqunun kokilə tökülməsi prosesi başlanılır. Kristallaşma prosesi başa çatdıqdan sonra töküklər qəlibdən çıxardılaraq termiki emala hazırlanır. Termiki emal aparmaq üçün tökülmüş val termiki sobaya yüklənir sonra normallaşdırma prosesinə uğratmaq üçün temperaturu rejimə uyğun olaraq hər saata 25°C artırmaqla $T_{nor.}=900^{\circ}C$ -ə qədər yığıldıqdan sonra 16 saat qədər normallaşdırma aparılır.

Normallaşdırmadan sonra vallar sobadan çıxarılaq eyni qaydada hər saatda 25 – 30°C artırmaqla $T_{t.ə}=520 – 560^{\circ}\text{C}$ yığılıqdan sonra həmin rejimdə 8 saat tabəksiltmə prosesinə uğradılır. Soyudulma havada aparılır.



Şəkil 1. Bimetallik val: ölçüləri (a) və ümumi görünüşü (b)

Bu texnologiyada məqsəd yayma istehsalında tətbiq olunan valların işçi qabiliyyətini yüksəltməkdir. Bu məqsədə nail olmaq üçün tərəfimizdən valın müxtəlifcins materiallardan bimetallik varianta hazırlanması təklif olunur. Valın işçi hissəsinin çuqunu karbon, silisium, manqan, xrom, nikel, molibden, dəmir – qalanı elementlərdən ibarət olub və əvvəlkindən aşağıdakı elementlərin miqdarı ilə fərqlənən çuqundan hazırlanır, küt.%-lə: karbon-2,7 – 3,0; silisium-1,8 – 2,0; manqan-1,0 – 1,5; xrom-0,5 – 0,7; nikel-2,5 – 3,0; molibden-1,0 – 1,5. Fe-qalanı.

Əvvəlki tərkibdən fərqli olaraq manqan və molibden elementləri iddia olunan miqdarda çuqunun strukturunda xırda dənəli yeyilməyə dözümlü karbidlərin yaranmasına səbəb olur. Bu karbidlərin bir hissəsi termiki emal (tablama) prosesində austenitdə həll olsa da, qalan hissəsi isə strukturda bərabər paylanır. Çuqunda nikelin iddia olunan miqdarı onun özlüklüyünü artırır və valın ağır şəraitlərdə istismar prosesində sınmasının qarşısını alır.

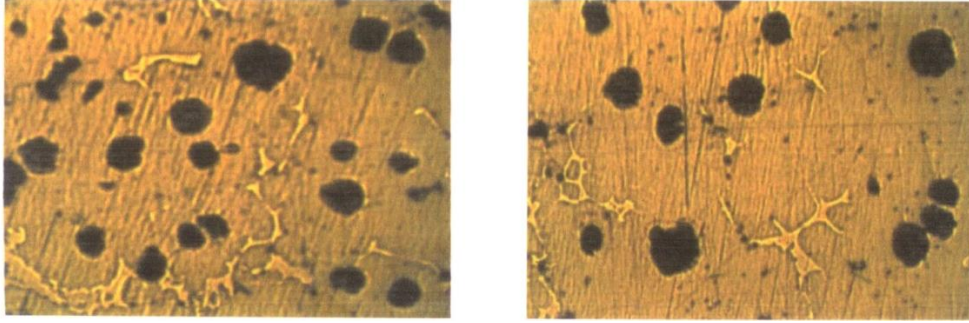
Bu tərkibdə çuqunun istifadə olunması valın tablama və tabəksiltmədən sonra bərkliyini 45 – 46HRC civarında saxlamağa imkan verir. Nəticədə yayma prosesində valın yeyilməyə dözümlüyü yüksəlir.

Aparılmış termiki emaldan sonra bimetallik valın işçi hissəsində yüksək möhkəm çuqun strukturu formalaşır (şəkil 2). Bu şəkildən görüldüyü kimi çuqunun strukturunda olan qrafit birləşmələri kürə şəkilindədir. Materialın matrissası martensitdən (tablamadan sonra) və xırda karbidlərdən ibarət olur.

Strukturda kürəli qrafitin mövcudluğu yayma zamanı val və pəstah arasında sürtünmədə bərk sürtkünün iştirakı şəraitinin yaranmasına gətirir. Nəticədə, bu, valın yeyilməsinin müəyyən mənada qarşısını alır. Digər tərəfdən bərk və karbidlərlə zəngin olan martensit matrisa valın çəllək hissəsini yayma şəraitlərində daha yeyilməyə dözümlü edir.

İndi isə Binəqədi polad tökmə zavodunda alınmış patent üzrə istehsal olunmuş bimetallik valın mütəlif sahələrdə işçi səthlərinin bərklikləri və ölçüləri təqdim olunur (şəkil 3).

Beləliklə, valın sahələrində bərkliklərin öyrənilməsi göstərir ki, doğurdan da valın çəllək hissəsində bərkliyin qiyməti ~48 – 52HRC təşkil edir.

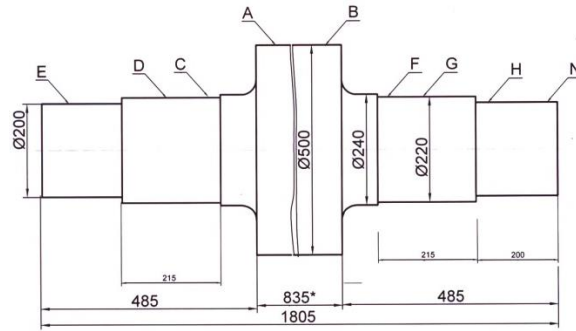


Şəkil 2. Bimetallik valın çəllək hissəsinin mikrostrukturu, x500

Bu, strukturda kürəvi qrafitin bərk sürtkü kimi iştirakı valın işçi qabiliyyətinin kəskin artmasına, yayma prosesinin şəraitlərinin yaxşılaşmasına gətirir.

Yuxarıda qeyd olundu ki, “Baku Steel Company” MMC-də istehsal olunmuş qoruyucu boruların muftalarında metallurji qüsurlar – “yayma batığı” ilə yanaşı həm də aşağı möhkəmlik, kövrəklik və digər mexaniki xassələr təbiətli qüsurlar müşahidə olunmuşdur.

Növbəti bölmədə mufta pəstahlarının termiki möhkəmləndirmə texnologiyasının işlənməsinin nəticələrini veririk.



Bərklik Shirelə göstərilmişdir

	A	B	C	D	E	F	G	H	N
Val 1	45,9	49,1	40,2	40,4	45,1	37,3	40,8	53	39,5
Val 2	51,8	50,1	40	44,1	45,3	41	43,8	46,3	39,5
Val 3	48,5	48,5	40,6	43,1	45,2	39,1	42,2	45,2	40,2
Müsaidə									
	A	B	C	D	E	F	G	H	N
Val 1			+0,06	+0,04	+0,06	+0,06	+0,03	+0,07	+0,04
Val 2			+0,06	+0,03	+0,11	+0,02	+0,02	+0,12	+0,08
Val 3									

Şəkil 3. Bimetallik valın işçi səthlərinin bərklikləri və ölçü müsaidələri

Nəticə: “Baku Steel Company” MMC-də ilk dəfə olaraq boru və armatur pəstahlarının yayılması üçün yeni konstruksiyalı bimetallic val təklif olunmuş və onun materialına Azərbaycan Respublikasının patenti alınmışdır. Bimetallic valın nüvəsinin (özək hissəsinin) azkarbonlu poladdan, işçi hissəsinin isə yüksəkmöhkəm çuqundan hazırlanma texnologiyası işlənmişdir. Bimetallic valın işçi səthi tablama və tabəksiltmədən sonra martensit + həll olmamış karbidlər + kürəli qrafitdən ibarət olub 48 – 52HRC bərkliyə malik olur. Valın nüvəsi isə öz plastikliyini saxlayır, müxtəlif dəyişən yüklərdə yüksək işləmə qabiliyyətinə malik olur.

ƏDƏBİYYAT

1. Venczel J., Magnetic Analysis Corp., USA: «Обнаружение скрытых дефектов труб вращающимися ультразвуковыми приборами». //Современные управления производства сварных и бесшовных труб из черных и цветных металлов. Тез.докл. Днепропетровск. 2007, с.204-208.
2. Voest in caster project for Hunfary //Metal Bulletin. 1990. №7, p.21
3. VOEST-Alpine Receives Contract from Krakatay Steel //Iron and Steel Engineer. 1990. v.67. №10. p.51
4. Warren aims for December caster start-up. //Metal Bulletin. 1991, №7607. p.15
5. Willems Dr. S. redrich Kochs Gmb H, Германия: «TUMICON- Система управления и контроля технологических параметров станов поперечной прокатки труб». //Современные управления производства сварных и бесшовных труб из черных и цветных металлов. Тез.докл. Днепропетровск. 2007, с. 320-326.

UOT:531/534

ALTERNATİV ENERJİ MƏNBƏLƏRİNDƏN YENİ NÖV YANACAQ İSTEHSALI VƏ TƏDQIQI

Amil QƏRİBOV, İlkin TAĞIYEV

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Univrsiteti

Bakı / AZƏRBAYCAN

amil.qeribov1988@gmail.com

XÜLASƏ

Yeni üsula əsasən yaradılan texnologiya vasitəsi ilə qaz yanacağı (hidroqaz) əldə etmişik. Bu yeni yanacaq tipinin alınmasında istifadə edilən əsas xammal mənbəyi mineral (duzlu) sulardır. Bizim təklif etdiyimiz yanacaq ekoloji təmiz, iqtisadi səmərəlidir. Belə ki, bu yaradılan texnologiya tamamilə innovativ və alternativsizdir. Texnologiyanın əsas iş prinsipi müəyyən temperaturlu və müxtəlif qatılıqlı duzlu suların bir-birinə yüksək təzyiqlə injekt edilərək qarışdırılmasından ibarətdir.

Yaşadığımız ölkənin təklif edilən texnologiyanın tadbiri üçün əlverişli şəraitə sahib olması, ona gələcəkdə sosial-iqtisadi tərəqqinin inkişafı üçün böyük imkanlar verir. Nəticədə bu hidrogen əsaslı yanacaq global ekoloji böhranın və iqtisadi tənəzzülün aradan qaldırılmasında əsas rol oynayacaq və enerji problemini demək olar ki tamamilən həll edəcəkdir. [1]

Açar Sözlər: alternativ, ekoloji, bərpa olunan, mineral su, yanacaq, püskürülmə, texnologiya, ixtira, enerji.

НОВЫЕ ВИДЫ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВА И ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

РЕЗЮМЕ

Новый метод основан на созданной технологии, и у нас есть газовое топливо (углеводород). Основным источником сырья, используемого для покупки этого нового вида топлива, является минеральная (соленая) вода. Предлагаемое нами топливо экологически чистое, экономически эффективное. Таким образом, эта технология является абсолютно инновационной и беспрецедентной. Основным принципом технологии является сочетание определенной закаленной и соленой воды с впрыском под высоким давлением.

Наличие благоприятных условий для внедрения технологий, предлагаемых нашей страной, дает нам большие возможности для будущего развития социально-экономического прогресса. В результате это водородное топливо будет играть ключевую роль в ликвидации глобального экологического кризиса и экономического спада и почти наверняка решит энергетическую проблему. [1]

Ключевые слова: альтернатива, экологическая, возобновляемая, минеральная вода, топливо, впрыскивание, технология, изобретение, энергия.

NEW TYPES OF FUEL PRODUCTION AND RESEARCH FROM ALTERNATIVE SOURCES OF ENERGY

ABSTRACT

The new method is based on the generated technology and we have gas fuel (hydrocarbon). The main source of raw material used for the purchase of this new type of fuel is mineral (saline) water. Our proposed fuel is environmentally friendly, economically efficient. So, this technology is totally innovative and unprecedented. The main principle of the technology is the combination of certain tempered and saline water with high pressure injection.

Having a favorable environment for the implementation of the technology offered by our country gives us great opportunities for the future development of socio-economic progress. As a result, this hydrogen-based fuel will play a key role in eliminating the global environmental crisis and economic recession and will almost certainly solve the energy problem. [1]

Key Words: alternative, ecological, renewable, mineral water, fuel, sputtering, technology, invention, energy.

Giriş. Müasir dünyanın nüfuzu hər gün böyüməkdə və sürətlə inkişaf etməkdədir. Bu inkişafı təmin etmək üçün müxtəlif növ enerji istehsalı sahələri mövcuddur, məsələn: su elektrik

stansiyası, buxar turbinləri, külək generatorları, geotermal enerji, bioenerji və s. Lakin bütün sadalananlar qlobal enerji böhranının qarşısını ala bilmir və ölkələrin enerji tələbatını ödəmək üçün göstərdiyi səyləri nəticəsiz qalır.

Planetimizin əsas problemlərindən biri ölkələrin enerjiyə olan tələbatını ödəməklə yanaşı həm də təbiətə ziyan vurmamaqdır. Dövlətlərin bu məsələni ciddiyyə almaması, ekologiyaın korlanmasına və təbiətin balansının pozulmasına səbəb olur. Buna da antropogen təsirlərin nəticəsində hər il baş verən təbii fəlakətləri misal göstərmək olar. [2]

Qlobal ekoloji böhran dünyada hər gün sürətlə böyüməkdədir. Sənaye və məişət tullantıları təbiətə külli miqdarda ziyan vurmaqla bərabər həm də bizim sağlamlığımıza mənfi təsir edir.

Müasir dövrdə sənayenin və kənd təsərrüfatının sürətli inkişafı, əhalinin sayının artması və insanların həyat səviyyəsinin getdikcə yüksəlməsi, məişətdə istifadə edilən enerji işlədicilərinin sayının kəskin çoxalması üzvi və qeyri-üzvi yanacaqlara tələbatı gündən-günə artırır. [3]

Bu günkü dövrdə insanlığın enerji resurslarına olan tələbatını nəzərə alsaq onda davamlı enerji siyasətinin dünya üçün nə qədər əhəmiyyətli olduğunu görə bilərik. Davamlı enerji siyasətinin iki istiqaməti var. Birinci alternativ enerji mənbələrindən istifadənin genişləndirilməsi, ikinci isə enerji səmərəliliyinin artırılması siyasətləridir.

Ənənəvi enerji resurslarının emalı nəticəsində ətraf mühitə verilən ziyan və ölkələrin enerji tələbatını təmin etmək istəkləri davamlı enerji siyasətinin hər iki istiqaməti ilə bağlı tədqiqatların artırılmasına vacib edir.

Son vaxtlarda əhalinin sayının sürətlə artması, sənayenin inkişafı, elektrik cihazlarına, nəqliyyat vasitələrinə tələbatın artması ardıcıl olaraq enerji daşıyıcılarına olan tələbatı da kəskin şəkildə artırır.

Ənənəvi enerji mənbələrinin tükənməsi və ətraf mühitin çirklənməsi dünyada alternativ enerji mənbələri hesabına istehsal edilən enerji həcminin artırılmasını zəruri edir. Artıq dünyada bu istiqamətdə müsbət təcrübə mövcuddur və bir sıra dövlətlərdə günəş, külək, su və digər təmiz enerji mənbələrindən istifadəyə əsas önəm verilir. [4]

Alternativ energetika təkcə ekologiyaın qorunması üçün vacib deyil, həmçinin dövlətlərin, təsərrüfat və sənaye sistemlərinin neftdən və onun qiymətindən asılılığını azaldır və iqtisadiyyatın inkişafına müsbət təsir edir.

Alternativ enerji mənbələri kimi bərpaolunan enerjilərdən istifadə ekoloji cəhətdən daha səmərəli olduğundan onların mənbələrinin araşdırılması, onlardan istifadə edilməsi yolları və s. kimi məsələlər indiki dövrdə olduqca aktuallaşmışdır. [5]

Bərpaolunan enerji mənbələrinə su elektrik stansiyaları tərəfindən istehsal edilən enerji, külək, günəş, geotermal, bioenerji, dəniz və okeanların enerjisi (hidroenergetika) və s. aid edilir.

Bu günlərdə Azərbaycan müstəqil dövlət kimi xarici ölkələrin təcrübəsindən istifadə edərək həm alternativ (bərpaolunan) enerji mənbələrindən istifadəni genişləndirir, həm də qiymətli təbii yanacağa (neft, qaz) qənaət etməyə və ekologiyaın qorunmasına çalışır.

Azərbaycan özünün əlverişli təbii şəraiti ilə kifayət qədər alternativ və bərpaolunan enerji potensialına malikdir. Ölkəmizin enerjiyə olan artan tələbatını nəzərə alaraq alternativ enerji potensialından mümkün olduğu qədər çox faydalanmaq lazımdır. [6]

Beləliklə yerləşdiyi coğrafi mövqe və iqlim şəraiti dünyanın inkişaf etmiş ölkələrində olduğu kimi, Azərbaycanda ekoloji cəhətdən təmiz alternativ enerji mənbələrindən geniş istifadə edilməsinə imkan verir. Bu təşəbbüs istilik elektrik stansiyalarında yanacağa qənaətlə yanaşı, ətraf mühitə atılan zərərli tullantıların miqdarını da xeyli azaldar.

Vətənimizin təbii potensialından istifadə etməklə, alternativ enerji mənbələrinin elektrik və istilik enerjisi istehsalına cəlb edilməsi energetikanın gələcək inkişafı üçün mütərəqqi dəyişikliklər etməyə imkan yaradacaq.

Tədqiqat metodu. Yer kürəsinin səthinin 71% sahəsi su ilə örtülüdür. Dünyada olan suyun 98%-i maye şəkildədir. Planetin üzərində olan suyun ümumi miqdarı 1,4 mlrd. km³-dir. Bu miqdarın 97,4%-i duzlu, cəmi 2,6%-i isə şirin sulara aiddir.

Dəniz suyu əksəriyyəti azlıq təşkil edən 72 kimyəvi elementin birləşməsindən ibarətdir. Dəniz suyunun tərkibində çoxluq təşkil edən elementlər xlor (Cl), natrium (Na), kükürd (S), maqnezium (Mg), kalsium (Ca) və kaliumdur (K). Bütün mineralların 90%-ni təşkil edən bu 6 elementdən başqa karbon (C), brom (Br), gümüş (Ag), qızıl (Au), iridium (İr) və platinə (Pt) qədər müxtəlif elementlər dəniz suyunda mövcuddur.

Mineral sular tərkibində həll olmuş şəkildə çoxlu duzlar və ionlar olan bol xammal mənbəyidir. Müxtəlif temperaturlu və qatılıqlı bu məhlullar toqquşduqda onların tərkibində olan aktiv ionların təsiri ilə baş verən mürəkkəb fiziki-kimyəvi proseslər nəticəsində su molekulları parçalanır. Suyun parçalanma intensivliyi bir-birinə qarışan təbəqələrin toxunma səthindən, temperaturlar fərqiindən, təzyiqindən və qatılıqlarından asılıdır.

Cədvəl 1. Dəniz suyunun əsas tərkib komponentləri cədvəldə verilmişdir.

İon tərkibi	q/kq dəniz suyu	mol/kq	Nisbi konsentrasiya
xlorid	19.162	0.5405	1.0000
natrium	10.679	0.4645	0.8593
maqnezium	1.278	0.0526	0.0974
kükürd	2.680	0.0279	0.0517
kalsium	0.4096	0.01022	0.0189
kalium	0.3953	0.01011	0.0187
karbon	0.0276	0.0023	0.0043
brom	0.0663	0.00083	0.00154
bor	0.0044	0.00041	0.00075
stronsium	0.0079	0.00009	0.000165
flüor	0.0013	0.00007	0.000125

Biz yazmış olduğumuz məqalədə əsas diqqəti alternativ enerji mənbələrindən olan mineral (dəniz) sulara yönəlmişik. Niyə də yanacaq almaq üçün xammal mənbəyi bol olan dənizlərin (okeanların) sularından istifadə etməyək?

İlk öncə mineral (duzlu) suların yeni üsulla yanacaq alınmasına nəzər yetirək. Burada əsas prinsip duzlu suların müxtəlif təbəqələrinin müəyyən temperatur, təzyiq, qatılıq və intervallarla bir-birinin üzərinə püskürdülməsindən ibarətdir. Burada baş verən mürəkkəb fiziki-kimyəvi proseslərin təsiri nəticəsində su molekulları parçalanır və nəticədə hidrogen əsaslı qaz yanacağı alınır.

Təklif etdiyimiz qurğuda suyun yeni üsulla parçalanmasına səbəb olan hidrokimyəvi proseslərin praktik isbatını aşkar şəkildə izləmək mümkündür. Suyun parçalanma intensivliyi bir-birinə qarışan təbəqələrin toxunma səthindən, temperaturlar fərqindən, təzyiqindən və qatılıqlarından asılıdır.

İş prinsipi bu üsula əsaslanan texnoloji qurğuları müxtəlif sahələrə tətbiq etməklə çox böyük səmərə və nailiyyətlər əldə etmək olar. Yeni sənaye məhsulları sırasına daxil olan bu yanacaq tipi ekoloji təmiz və iqtisadi səmərəli olub gələcəkdə insanların sosial inkişafına böyük töhvə verəcəkdir.

Soyutma və isitmə sistemlərində bu üsul tətbiqi ilə əlavə xərc çəkmədən alınan qaz qarışığını yanma prosesinə qaytarmaqla yanacağı və gəlirə qənaət etmək olar.

Ənənəvi mənbələrdən enerji hasil edilən zaman ətrafa külli miqdarda tam və bəzən də natamam yanma məhsulları atılır. Tam yanma məhsulları içərisində karbon qazı (CO₂) üstünlük təşkil edir ki, bunun da atmosfərə atılması Yer kürəsinin qlobal istiləşməsinə və parnik effektinə səbəb olur.

Bu yeni yanacaq anbara yığılmaqla istifadə oluna, təhlükəsiz daşına və birbaşa yandırıla bilər. Texnologiya sadədir, az xərc tələb edir və istehsalın tullantısı su buxarıdır. Ekologiyaya zərər verməməklə bərabər, eyni zamanda sənaye iqtisadiyyatına da müsbət təsir edir.

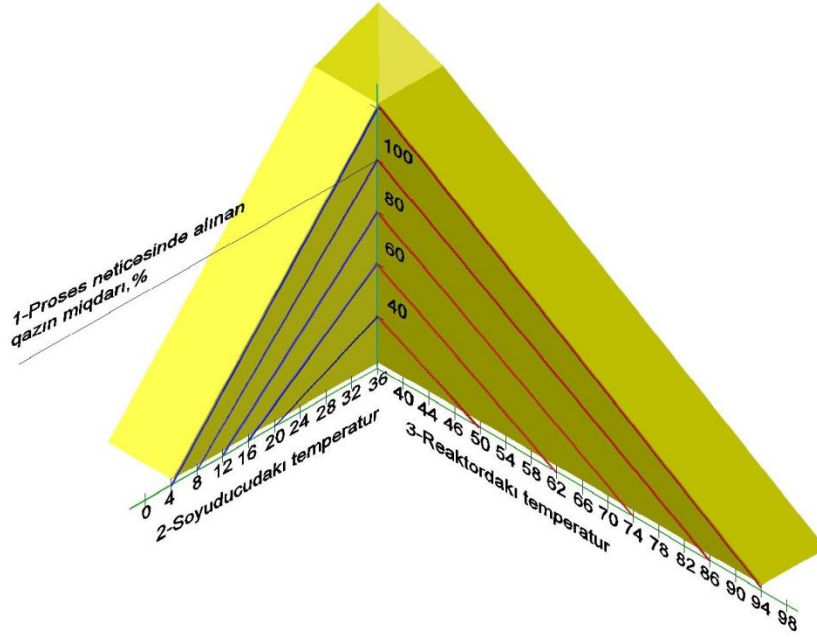
Tədqiqat işinin müzakirəsi və onun nəticələri. Təqdim etdiyimiz bu sistem Dəniz suyundan yanacağın alınması qurğusudur: Qurğu minerallı suların intensiv qızdırılması və qarışdırılması prinsipi ilə işləyir. Reaktordakı sabit cərəyanla işləyən qızdırıcılar vasitəsi ilə duzlu su müəyyən temperaturadək qızdırılır, isti suyun içərisinə anbardan aralıqlarla soyuq su yüksək təzyiq ilə püskürdülərək davamlı iş rejimi yaradılır və baş verən mürəkkəb fiziki-kimyəvi prosesdən qaz halında yanacaq alınır.

Anbarda olan soyuq suyun reaktora daxil olması ilə isti suyun temperaturu, soyuq su ilə görüşdüyü nahiyədə azalır. İsti suyun temperaturu 91-95°C çatdıqda 10-15 saniyəlik intervallarla, nasosun yaratdığı yüksək təzyiq ilə (40-50 atm) 3-5 saniyə müddətində isti suyun üzərinə soyuq su 1-4°C püskürdülür. Fasilə reaktorda olan duzlu suyun yenidən qızdırılması üçündür. Bu zaman isti və soyuq minerallı suların yaratdığı mürəkkəb fiziki-kimyəvi proseslərinin təsirindən molekul formalı hidrogen tərkibli qazın ayrılması ilə müşahidə olunan suyun parçalanması prosesi baş verir. Püskürdülmə və fasilə növbəli şəkildə, periodik olaraq təkrarlanır və prosesi yarımavtomatik və avtomatik şəkildə tənzimləmək mümkündür.

Yaradılmış texnologiyanın əsas 2 prinsipi vardır: 1) Sabit cərəyanla işləyən qızdırıcılar vasitəsi ilə reaktordakı duzlu su qızdırılır. 2) Qızdırılmış suyun üzərinə soyuq su nasosun yaratdığı yüksək təzyiq ilə injeksiya edilir.

Hər iki prinsipin təsiri nəticəsində baş verən mürəkkəb fiziki-kimyəvi proseslərlə ionlu duzlu su molekulları parçalanaraq, hidrogen tərkibli birləşmələr formasında qaz yanacağı əmələ gətirir. Bu alınan yeni qaz yanacağına şərti olaraq "hidroqaz" deyirik və tamamilə əvəzsizdir.

Biz prosesdən alınan yanacaq müxtəlif analizatorlarla təhlil etmişik və tərkibində müxtəlif qarışıq elementlər vardır: H, O, C, Cl və s.



Şəkil 1. Duzlu sulardan yanacaq qazının alınması qurğusundakı temperaturlar fərqi diaqramı.

Biz tamamilə yeni üsul vasitəsi ilə yaradılan texnologiya ilə alternativ yanacaq almışıq. Bu üsulla yaradılan texnologiya yeni ixtiradır, ekoloji təmiz və iqtisadi səmərəlidir.

Bu ixtirada iki fərqli üsulun sintezindən istifadə olunur. Sabit cərəyanla işləyən xüsusi isidicilərlə reaktordakı dəniz suyu isidilir. Sistemin iş prinsipi reaktordakı isidilmiş suyun içərisinə soyuq suyun yüksək təzyiqlə injektə edilməsidir. İnjektə edilən soyuq suyun miqdarı və intervalı məhsuldarlığa təsir edir.

İxtira minerallı sular emalı sahəsinə aiddir və dəniz suyundan qaz yanacağının alınmasında istifadə olunma bilər. İxtiranın yeniliyi yüksək minerallı, məsələn dəniz suyundan xammal kimi istifadə olunması və göstərilən şəraitdə molekulyar formasında birləşmələrin alınması ilə suyun parçalanmasının mümkün olmasıdır.

İxtiranın məqsədi, cüzi enerji xərcləri ilə əlverişli təbii xammaldan istifadə edərək yanacaq alınmasına imkan verən texnologiyanın yaradılmasından ibarətdir.

Bizim apardığımız tədqiqatlar və çoxsaylı təcrübələr nəticəsində yeni növ enerji istehsalı sahəsi yaradılmışdır. Bu üsulun əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, mineral sulardan birbaşa qaz halında yanacaq alınmasının mümkün olmasıdır. Biz bunun üçün Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində ilkin prototip nümunə qurğusunu hazırlamağa nail olmuşuq.

İxtira etdiyimiz üsulla xammal olaraq bütün mineral sulardan (dəniz, okean) qaz əldə etmək olar. Suyun qatılığı (minerallar) nə qədər çox olarsa, alınan məhsulun tərkib göstəriciləri də fərqli olur.

Hidroqaz yanacağının danılmaz üstünlüyü istifadəsinin ekoloji təhlükəsizliyi, tərkibinə əsaslı dəyişiklik etmədən, istilik mühərriklərində, yüksək kalorili peçlərdə yandırılması, uzunmüddətli saxlama imkanı, qeyri-toksiklik və s., kimi parametrləridir.

Ölkəmizdə gələcəkdə yaranacaq enerji böhranının aradan qaldırılması üçün alternativ enerji mənbələrinin müxtəlif növlərindən (su, günəş, külək, bioyanacaq və s.) istifadəyə önəm verilir. Ərazi baxımından Azərbaycanın Xəzər dənizi sahilində yerləşməsi ona ixtiramızdan istifadə etməyə və gələcək üçün yeni perspektivlər açmağa böyük imkan verir.

Bu ixtiranın əsas özəlliyi xammal kimi yalnız dəniz suyu deyil, okean suyu və bütün minerallı (duzlu) sulardan istifadənin mümkün olmasıdır. Bizim təklif etdiyimiz ixtira qurğusu ilə alternativ enerji mənbəyindən istifadə edərək alınan yanacaq artan enerji tələbatını ödəmək və ekoloji problemi birdəfəlik həll etmək olar.

ƏDƏBİYYAT

1. <https://az.trend.az/business/it/2896171.html> [1]
2. <https://prezi.com/2mmzvvrqmmmpdr/hydrogas/> [2]
3. Alternativ regenerativ enerji sistemləri [Mətn] : dərslik / M.F.Cəlilov; elmi red. Ə.M.Quliyev; rəy. H.Q.Feyziyev, P.F.Rzayev. [3]
4. Enerji ehtiyatları elektrik enerji istehsalı və ətraf mühit [Mətn] : [dərslik] / K.M.Abdullayev, Y.İ.Lətifov, G.K.Abdullayeva; rəyçilər H.Q.Feyziyev, F.İ.Kəlbəliyev, N.A.Babaxanov, A.T.Məmmədov. [4]
5. Azərbaycan Respublikasında alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə olunması üzrə Dövlət Proqramı, 21.10.2004. [5]
6. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının 2009-cu ildəki fəaliyyəti və res-publikanın digər elm və təhsil müəssisələrində yerinə yetirilmiş elmi tədqiqat işlərinin əsas nəticələri haqqında hesabat. Bakı, Elm, 2010. [6]

UOT 614.841.4

YANĞINSÖNDÜRMƏ SAHƏSİNDƏ TƏTBİQ EDİLƏN QAZTƏRKİBLİ YANĞINSÖNDÜRÜCÜ VASİTƏLƏRİN EKOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN TƏHLİLİ

M.Ə. QURBANOVA

Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası

mqtaya@mail.ru

XÜLASƏ

Bu cür yanğınsöndürücü vasitələr A,B,C və elektrik qurğularında baş vermiş yanğınların söndürülməsində tətbiq edilir.Qaztərkibli odsöndürücü vasitələr yanğın sahəsində soyuducu xassəsi ilə xarakterizə edilir.Bu yanğınsöndürücü vasitələrin tətbiq zamanı yanğın zonasında yanma prosesinin getməsinin qeyri-mümkün edilməsi üçün, burada məxsusi bir qaz mühiti yaradılır vəsöndürülmədən sonramaddələr tam buxarlanır. Bu vasitələrin tərkibini haloidləşmiş karbohidrogenlər təşkil etdiyi üçün bu vasitələrin ekoloji xüsusiyyətləri mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu baxımdan,məqalədə qaztərkibli yanğınsöndürücü vasitələrin istifadə imkankarı və onların ekoloji xüsusiyyətlərinin təhlili aparılmışdır.

Açar sözlər: yanğınsöndürücü vasitələr, ətraf mühit, qaztərkibli yanğınsöndürücü vasitələr, ekoloji təhlükəsizlik.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГнетушащих ГАЗОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

РЕЗЮМЕ

Такие огнетушители используется при тушении пожаров класса А, В, С, т.е. горючих твердых,жидких и газообразных материалов.При использовании системы газового пожаротушения для предотвращения возможности процесса горения в месте возникновения пожара создается специальная газовая среда. Газовое пожаротушение базируется на ингибировании пожара за счет уменьшения скорости протекания окислительных реакций в пламени или за счет снижения содержания кислорода в зоне горения.В качестве ингибиторов могут применяться галоген углеводороды, тогда как снижение концентрации кислорода достигается за счет подачи в зону горения инертных газов. При этом, в статье анализируются экологические характеристики огнетушащих газов, используемых для тушения пожаров.

Ключевые слова:огнетушащие средства, огнетушащих газов, окружающая среда, экологическая безопасность.

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF FIRE EXTINGUISHING GAS USED TO EXTING FIRE

ABSTRACT

Such fire extinguishers are used when extinguishing fires of class A, B, C, i.e. combustible solid, liquid and gaseous materials. When using a gas fire extinguishing system to prevent the possibility of a burning process, a special gaseous environment is created at the place of occurrence of the fire. Gas fire extinguishing is based on the inhibition of fire by reducing the rate of oxidation reactions in the flame or by reducing the oxygen content in the combustion zone. Halogen hydrocarbons can be used as inhibitors, while a decrease in the oxygen concentration is achieved through the supply of inert gases to the combustion zone. At the same time, the article analyzes the environmental characteristics of fire extinguishing gases used to extinguish fires.

Key words: fire-extinguishings, ecology, enviromental hazard,gaseous fire suppression.

Giriş. Ölçülərindən asılı olmayaraq, hər bir yanğın maddi ziyan vurur, ayrı –ayrı hallarda isə insanların həlak olmasına gətirib çıxardır. Yanğınlar mürəkkəb fiziki –kimyəvi hadisələrlə müşaiət olunur.Yanğınların söndürülməsini düzgün təşkil edə bilmək üçün yanğın zonasında effektiv yanğınsöndürücü vasitələrin tətbiqi əsas məsələdir.

Yanma zonasının temperaturunun, sönmə temperaturundan aşağı dərəcəyə qədər endirilməsi əsas amil sayılır. Buna, yanmanın məlum dörd prinsipi əsasında nail olmaq olar –reaksiya verən (təsirə cavab verən) maddələrin soyudulması; reaksiya verən maddələrin yanma zonasından təcrid edilməsi; reaksiya verən maddələrin yanmayan və ya yanmaya köməklik göstərməyən qatılıq dərəcələrinə qədər qarışdırılması; yanma reaksiyasını kimyəvi tormozlama. Bu məqsədlər üçün müxtəlif yanğınsöndürücü maddələr tətbiq edilir.

Reaksiya verən maddələrin və ya yanan materialların soyudulması prinsiplərinə əsaslanan yanmanın kəsilməsi üsulları, onlara soyuducu yanğınsöndürücü maddələr vasitəsilə təsir göstərilməsi; reaksiya verən maddələrin yanma zonasından təcrid edilməsinə əsaslananların, yanma zonası ilə yanar material və ya oksidləşdirici arasında, yanğınsöndürücü materiallar və maddələrdən təcridedic qatın yaradılması; reaksiya verən maddələrin qarışdırılmasına və ya yanma reaksiyasının tormozlanmasına əsaslananların, yanma zonasında və ya onun ətrafında yanmayan qaz və ya buxar mühitinin yaradılması ilə bağlıdır.

Əsas hissə. Yanğınsöndürmə sistemləri bu sistemlərdə tətbiq olunan yanğınsöndürücü maddələrin növündən (məsələn: su, köpük, təmiz təsirsiz və sintezləşdirilmiş qazlar kimi) asılı olaraq fərqlənirlər. Yanğın hadisəsi zamanı yanğından mühafizə edilən obyektin xüsusiyyətindən asılı olaraq, bu və ya digər yanğınsöndürücü vasitələrdən istifadə olunur. Yanğınsöndürücü vasitələr sırasında qaztərkibli yanğınsöndürücü maddələr xüsusi bir yer tutur. Yanma prosesinin qaztərkibli yanğınsöndürücü sistemlərlə ləğvinin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, onlar oksidləşmə reaksiyasının mərkəzləri ilə qarşılıqlı əlaqəyə girərək onlarla yanmayan, və ya daha az aktiv olan birləşmələr əmələ gətirirlər, bununla da yanmanın zəncirvari reaksiyasını qırırlar. Bu maddələr, reaksiya verən maddələrin hava-buxar halında olduqları reaksiya zonasına bilavasitə təsir göstərdiyindən, onlar aşağıdakı özünəməxsus tələblərə cavab verməlidir:

- kiçik temperaturda parçalanaraq asanlıqla buxar halına keçmələri üçün, kiçik qaynama temperaturu olmalı;
- kiçik termiki dayanıqlığı olmalı, yəni kiçik temperaturlarda ibarət olduqları atomlara və radikallara ayrılma bilməli;
- yanğınsöndürücü maddələrin termiki parçalanma maddələri aktiv mərkəzlərlə aktiv reaksiyaya girməli.

Bu tələblərə haloidləşdirilmiş karbohidrogenlər- inhibitor təsiri göstərən xüsusi aktiv maddələr, yəni yanma reaksiyasını kimyəvi tormozlayan maddələr cavab verir. Lakin bu maddələr bəzində, yanğınsöndürücü maddələrə olan ümumi tələbləri və xüsusilə də zəhərliyi yada salmaq lazımdır. Ftor və brom əsasında olan tərkiblər daha geniş tətbiqini tapmışdır. Haloidləşdirilmiş karbohidrogenlər və onların əsasında yanğınsöndürücü tərkiblər, nisbətən az miqdarda sərf edildikdə yüksək yanğınsöndürücülük qabiliyyətinə malikdir [10].

Son illərin tədqiqatları ilə müəyyən edilmişdir ki, aerosol halında yanan həcmə verilən yanğınsöndürücü tozlar, yanmanı həm də kimyəvi tormozlama yolu ilə kəsir. Yanğınsöndürücü tozlar yanan səthin üzərini örtür, amma onlardan əmələ gələn bulud yanma zonasını bürüyür.

Yanğınsöndürücü tozda olan metal duzlar aktiv mərkəzlərlə reaksiyaya girir. Reaksiya zonasında metal duzları yüksək temperatura qədər qızır (bir hissəsi buxarlanır) və maye halına keçir. Duzların molekullarının qalan hissəsi bölünərək ya metal, ya da metal oksidinə və ya hidrata çevrilir.

Bromlu metilen CH_2Br_2 - sıxlığı 1732 kq/m^3 olan mayedir, hava üzrə sıxlığı təxmini 60; donma temperaturu $-52,5^\circ\text{C}$; qaynama temperaturu $+98^\circ\text{C}$, 1 litr mayedən 350 litrə qədər buxar alınır. O, bromlu etil və karbon anhidridi ilə yaxşı qarışır.

Bromlu etil $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ - xarakterik iylidir; sıxlığı 1455 kq/m^3 , hava üzrə sıxlığı təxmini 4; donma temperaturu -199°C , qaynama temperaturu $+38,4^\circ\text{C}$. Havada həcmi hissəsi 6,5-11,3% olduqda güclü yanma mənbəyindən alışmağa qadirdir və buna görə də təmiz halda istifadə edilmir. 1 litr mayedən 400 l buxar əmələ gəlir. Bromlu etil elektrik keçirici deyil, suda pis həll olur və onunla birlikdə emulsiya əmələ gətirir. Yüksək korroziyalıq xassəsinə malikdir.

Lakin yüksək yanğınsöndürücülük xüsusiyyətinə görə 3,5; 4 ND; BF-1 və 2 BM kimi yanğınsöndürücü tərkiblərin əsas komponentlərinə daxildir. Bromlu etil yaxşı isladıcılıq xassəsinə malik olduğundan, onun əsasında yanğınsöndürücü tərkiblərdən oduncağı, üzvi mayeləri, pambıq və digər lifli materialları söndürmək üçün istifadə etmək olar.

Tetrafordibrometan $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$ - sıxlığı 2175 kq/m^3 olan mayedir, donma temperaturu -112°C , qaynama temperaturu $+46,4^\circ\text{C}$, 1 litr mayedən 254 litrə qədər buxar alınır ki, bu da havadan 9 dəfə ağırdır (hava üzrə sıxlığı 8,96), onun buxarlarının zəhərlik və korroziyalıq xüsusiyyətləri bromlu etilin buxarlarına nisbətən xeyli aşağıdır.

Buxar və mayelərin sıxlığının yüksək olması səbəbindən onları şırnaq şəklində yanğın mənbəyinə vermək, damcılarını yanma zonasına çatdırmaq, eləcə də yanğınsöndürücü buxarları yanma mənbəyində saxlamaq mümkündür. Haloid karbohidrogenlər və onların əsasında olan yanğınsöndürücü tərkibləri aşağı donma temperaturuna malikdir. Buna görə də onları aşağı temperatur şəraitlərində səmərəli tətbiq edirlər, lakin ekoloji şəraitə görə onların (haloidkarbohidrogenlərin) istehsalı azalır.

Belə ki, 1987-ci ildə haloidləşdirilmiş karbohidrogenlərin və karbon anhidridi əsasında hazırlanmış yanğınsöndürücü vasitələrin ozon təbəqəsinə zərərli təsiri müəyyən edilmişdir. Birləşmiş Millətlər Təşkilatının "Ozon qatına təsir edən maddələr" üzrə Monreal Protokolu əsasən üzv ölkələrin bəziləri haloidləşdirilmiş karbohidrogenlərin istifadəsindən və istehsalından imtina etmişdirlər. Bu maddələr eyni zamanda qaztərkibli yanğınsöndürücü maddələrin tərkibinin əsas hissəsidir: CFCl_3 (XFU-11), CF_2Cl_2 (XFU-12), $\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$ (XFU-113), $\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$ (XFU-114), $\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$ (XFU-115), CF_2BrCl (haloid-1211), CF_3Br (haloid-1301), $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$ (haloid-2402) [1]. Uzun müddət tətbiq edilməsinə baxmayaraq Monreal protokolunun icrası atmosferdə haloid səviyyəsinin azalmasına gətirib çıxardı. Hal – hazırda dünya üzrə 190-dan çox ölkə bu protokolun icrası üzrə müəyyən işlər aparmaqdadır. Azərbaycan Respublikası "Ozon qatının qorunması haqqında" Vyana Konvensiyasını, "Ozon qatını dağıdan maddələr üzrə Monreal Protokolu"nu və Protokola aid olan müvafiq düzəlişləri 1996-cı ildə rəttifikasiya etmişdir. Ötən müddət ərzində ölkədə illik istifadə edilən ozondağıdıcı maddələrin (ODM) miqdarı müəyyənləşdirilmiş və həmin maddələrin istifadəsinin mərhələlər üzrə azaldılmasını nəzərdə tutan Azərbaycan Respublikasının Ozon Strategiyası hazırlanmışdır. Monreal Protokolunun çıxardığı qərarə əsasən bütün ozondağıdıcı maddələrin Azərbaycan Respublikasına idxalı 2006-cı il 1 yanvar tarixindən dayandırılmışdır [11]. Nazirlər Kabinetinin 2006 –cı il 12 sentyabr 203 nömrəli qərarı ilə ozondağıdıcı maddələrin müəyyən bir qismi (qaztərkibli yanğınsöndürücü sistemlərin tərkibinə aid edilən) cədvəl 1 –də qeyd edilmişdir.

Halon- atmosfer təbəqəsində uzun müddət qalıcı olan kimyəvi birləşmədir. Ətraf mühit üçün ən təhlükəli haloid birləşməsi haloid 1301 (CF_3Br) hesab edilir [2]. Buna baxmayaraq, 2018-ci il Avstraliya Yanğın Mühafizəsi Assosiasiyasının hesabatında bildirilir ki, haloidləşdirilmiş

karbohidrogenlərin və karbon anhidridi əsasında hazırlanmış yanğınsöndürücü vasitələrdən hal hazırda da istifadə edilir. Müasir dövrdə dünya ölkələrinin 80 % -dən çoxu yeni növ haloid birləşməsi olan FM 200 (C_3HF_7) yanğın sahəsində tətbiq edirlər. Lakin, FM 200 yanğınsöndürücü maddənin də atmosfer üçün müəyyən zərəri vardır [2]. 3M şirkətinin istehsal etdiyi Novec 1230 yanğınsöndürücü vasitə FM 200 ilə müqayisədə ətraf mühit üçün daha az təhlükəli hesab olunur [3].

Cədvəl 1. Monreal Protokolu ilə qadağan olunmuş ozondağıdıcı maddələrin siyahısı

Maddələrin adı	İşarəsi	Düsturu
Bromlordiflüormetan	Halon-1211	$CBrClF_2$
Bromtriflüormetan	Halon - 1301	$CBrF_3$
1,2-Dibromtetraflüoretan (1,1,2,2-tetraflüor-1,2-dibrometan, 1,2-dibrom-1,1,2,2-tetraflüoretan)	Halon -2402	$CBrF_2CBrF_2$
Brommetan (metilbromid)	Halon-1011	CH_3Br
Trixloretan (Meilxloroform)	-	CH_2Cl_3
Dixlordiflüormetan	CFC-12	CCl_2F_2
Flüorpentaxloretan	CFC-111	C_2FCl_5
Diflüortetrxloretan	CFC-112	$C_2F_2Cl_4$

Bir çox dövlətlər haloidləşdirilmiş karbohidrogenlərin və karbon anhidridi əsasında hazırlanmış yanğınsöndürücü vasitələrin tətbiq sahəsinin azaldılması baxımından müəyyən tədbirlər görmüşlər. Amerika Birləşmiş Ştatlarının Ətraf Mühitin Mühafizə Agentliyi yanğınsöndürmə sahəsində haloidləşdirilmiş karbohidrogen maddələrinin tətbiqinin qadağan olunması barədə müəyyən qərarı qəbul etdilər, bununla yanaşı, qərar da onların tətbiqi üçün müəyyən icazə verilmiş hallar da qeyd olunmuşdur [4]. Kanada da isə [5] 1998-ci ildə bu cür maddələrin istehsalını, idxalını və ixracını tənzimləyən, yeni haloid maddələrinin istehsalını qadağan edən və onların məqbul tətbiqinin müəyyən hallarını nəzərdə tutan "Ozona zərərli təsirli maddələr" haqqında qəbul olunmuş qanun hal- hazırda da qüvvədədir. Bəzi mütəxəssislər, qaztərkibli yanğınsöndürücü vasitələrə alternativ variant kimi digər vasitələr olmadığından Montreal protokolunun tələblərinə əməl olunmasının effektiv şəkildə təmin edilməsi məqsədilə ortaq qərarın zərurliyini bildirmişlər.

[6,7] qaztərkibli yanğınsöndürücü vasitələrin ozon təbəqəsinə müəyyən təsirləri qeyd edilmiş və bu tərkibli qazlara alternativ tərkibli yanğınsöndürücü vasitələrin tətbiqi sahəsində araşdırmalar aparılmaqdadır [8,9]. Bununla yanaşı artıq bir çox istehsalçı şirkətlər haloidləşdirilmiş karbohidrogenlərin və karbon anhidridi əsasında hazırlanmış yanğınsöndürücü vasitələrə alternativ kimi cədvəl 2-də göstərilmiş müəyyən hidrokarbon qazları təklif etmişlər.

Cədvəl 2. Qadağan olunmuş yanğınsöndürücü maddələrə alternativ hidrokarbon qazları

Maddənin adı	Kimyəvi düsturu	Qısa şəkildə ifadəsi	Satış markası
Perflorobütan	C_4F_{10}	FC-3-1-10	
Bromodiflorometan	CHF_2Br	HBFC-22B1	
Diklorotrifloroetan (HCFC-123), %4 75-+0,05 Klorodiflorometan (HCFC-22), %82-+0,8 Klorodiflorometan (HCFC-22), %9,5-+0,09 İzopropenil-1-metilsiklohekzen %3,75-+0,05 Dixlorotrifluorometan	$CHCl_2CF_3$ $CHClCF_2$ $CHClCF_3$ $CHCl_2CF_3$	HCF	NAF S III HCFC Blend-B
Klorotetrafloroetan	$CHClCF_3$	HCFC-124	
Pentafloroetan	CHF_2CF_3	HFC -125	FE 25
Heptafloroetan	CF_3CHFCF_3	HFC-227	FM 200
Triflorometan	CHF_3	HFC-23	FE 13

Nəticə. Ümumilikdə, qaztərkibli yanğınsöndürücü maddələrin ətraf mühitə təsirini qiymətləndirmək üçün tədqiqatçılar müxtəlif kriteriyalardan istifadə etdiyi üçün bu sahə üzrə vahid yanaşma hal-hazırda mövcud deyildir.

REFERENCES

1. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. Принят 16 сентября 1987 года. <http://www.un.org/ru/documents>.
2. FPA Australia. Gaseous fire suppression systems in Australia. Stage 1. Prepared by: Fire Protection Association of Australia. 6 March 2018. <https://www.environment.gov.au>.
3. Joe Ziembra. Environment a priority in rig fleet's fire safety selection. World Oil. December 2007 issue, pgs 57-58.
4. United States Environmental Protection Agency. Halons Program. <https://www.epa.gov/ozone-layer-protection/halons-program>.
5. Government of Canada. Fact sheet on halons in fire-extinguishing systems: phase-out and disposal/ <https://www.canada.ca/en/environment-climate>.
6. R.E. Banks, E.K. Clarke, E.P. Johnson, P.N. Sharratt. Environmental Aspects of Fluorinated Materials: Part 31: Comparative Life-cycle Assessment of the Impacts Associated with Fire Extinguishants HFC-227ea and IG-541. Process Safety and Environmental Protection. Volume 76, Issue 3. 1998. Pages 229-238. <https://doi.org/10.1205/095758298529533>.
7. Johnson E.P., Clarke E.K., Banks R.E., Sharratt, P. Fire extinguishers: A case study of CFC replacements (part I). International Journal of Life Cycle Assessment. 1997. 2. 135-140. 10.1007/BF02978805.
8. Shubham Rajput, Partha Protim Saikia. Fire Extinguishing Agents: Sort and Comparison. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. Volume 6 Issue III, 2018. P. 557 -567.
9. Hurley, M.J. & Gottuk, D & J.R., Jr, Hall, & Harada, K & Kuligowski, E & Puchovsky, M & Torero, J & J.M., Jr, Watts, & Wieczorek, C. (2016). SFPE handbook of fire protection engineering, fifth edition. 10.1007/978-1-4939-2565-0.
10. Шароварников А.Ф., Шароварников С.А. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав, свойства, применение. М : Пожнаука, 2005. 335 с.
11. Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabineti. "Ozon qatını dağıdan maddələr üzrə Monreal Protokolu" ilə müəyyən olunmuş tənzimlənən ozondağıdıcı maddələrin siyahısı'nın təsdiq edilməsi haqqında qərarı. 12 sentyabr 2006-cı il . № 203.

UOT 614.841.4

QORUYUCU BORULARIN MUFTA PƏSTAHLARININ TERMİKİ MÖHKƏMLƏNDİRMƏ TEXNOLOGİYASININ İŞLƏNMƏSİ

KƏRİMOV R.İ.

("Baku Steel Company" MMC)

XÜLASƏ

"Baku Steel Company" MMC-də fasiləsiz tökmə maşınında istehsal olunan boru pəstahlarından hazırlanan muftaların istismarı onların termiki möhkəmləndirmə texnologiyasının işlənmə zərurəti yaratmışdır. Ona görə də şirkətə daxil olan "Azərbaycan" zavodunda xüsusi termiki möhkəmləndirmə sahəsi qurulmuş və möhkəmləndirmə texnologiyası işlənmişdir. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində azkarbonlu boru poladlarında martensit strukturun formalaşmasına nail olunmuş, strukturda austenit dənələri xırdalanaraq 4 – 6 bal qiymətində olmuşdur. Poladın möhkəmlilik həddi $\sigma_d=2000 - 2010$ MPa, nisbi uzanması $\delta = 8 - 9\%$ təşkil etmişdir. Termiki möhkəmləndirmədən sonra qoruyucu boru muftalarının işçi qabiliyyəti xeyli yüksəlmişdir.

Açar sözlər: termiki möhkəmləndirmə, mufta pəstahları, martensit, beynit, tablama qurğusu, termiki soba, mexaniki xassələr, ferrit, möhkəmlilik həddi, axma həddi.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ МУФТОВЫХ ЗАГОТОВОК ОБСАДНЫХ ТРУБ

РЕЗЮМЕ

Эксплуатация муфт, изготовляемых из трубных заготовок, производимых на машине непрерывного литья в ООО "Baku Steel Company" показала необходимость разработки их технологии термического упрочнения. Поэтому в «Азербору» находящемся в составе компании ООО "Baku Steel Company" создан специальный участок термического упрочнения и разработана технология упрочнения. В результате проведенных исследований достигнуто формирование мартенситной структуры в малоуглеродистых трубных сталях, в структуре произошло измельчение аустенитного зерна до уровня 4-6 бал. Прочность стали составила $\sigma_d=2000 - 2010$ МПа, относительное удлинение $\delta = 8 - 9\%$. После термического упрочнения работоспособность муфт обсадных труб значительно повысилась.

Ключевые слова: термическое упрочнение, муфтовые заготовки, мартенсит, бейнит, закалочное устройство, термическая печь, механические свойства, феррит, предел прочности, предел текучести.

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF THERMAL IMPROVEMENT OF CLUTCH PREPARATIONS OF CASTING PIPES

ABSTRACT

The eksiluation of couplings made from billet billets produced on a continuous casting machine at Baku Steel Company LLC showed the need to develop their thermal hardening technology. Therefore, a special section of thermal hardening has been created at Azerboru, which is part of the Baku Steel Company LLC, and a hardening technology has been developed. As a result of the conducted research, the formation of martensitic structure in low-carbon pipe steels was achieved, austenitic grain was ground to a level of 4-6 points in the structure. The strength of steel was $\sigma_d = 2000 - 2010$ MPa, the relative elongation $\delta = 8-9\%$. After thermal hardening, the performance of the casing couplings increased significantly.

Keywords: thermal hardening, coupling blanks, martensite, bainite, quenching device, thermal furnace, mechanical properties, ferrite, tensile strength, yield strength.

Giriş. "Baku Steel Company" MMC-nin tərkibində olan "Azərbaycan", Boru sənayesinin elmi – tədqiqat və konstruktor texnoloji institutu və müəllifin iştirakı ilə birlikdə karbonlu və azlegirli poladlardan mufta pəstahlarının termiki möhkəmləndirmə texnologiyası işlənib və mənimsənilib. Yüksəkmöhkəm mufta pəstahlarından mexaniki emaldan (yivin kəsilməsi və s.) sonra həmin möhkəmliyə malik olan qoruyucu borulardan yüksəkmöhkəm muftalar alırlar[1-5].

Bu müddətə qədər yüksəkmöhkəm muftaların hazırlanma texnologiyası "Azərboru" da əksər zavodlar üçün ənənəvi olan sxem üzrə həyata keçirilirdi: tablama temperaturunadək keçidli seksiyalı sobada 3672C poladından istiyayılmış muftaları qızdırırlar, spreyerdə xarici səhdən su ilə soyudurlar, sonrakı ilıq kalibrləməklə və düzəltməklə keçidli seksiyalı sobada tabəksiltməyə uğradırlar. Belə texnologiya həтта kifayət qədər legirli poladı istifadə etdikdə mufta borularının qalınlığı və uzunluğu üzrə metalın bərabər strukturunun və xassələrinin alınmasını təmin etmir, yüksək möhkəmlikli qrup (1 möhkəmlik qrupundan yuxarı olmayan) məmulatların alınma imkanını məhdudlaşdırır, onların mufta pəstahlarına sonrakı kəsilməsində diskli pilələrin böyük sərfinə gətirir[6,7].

Ekspərimətlərin müzakirəsi. Texnologiyanın mənimsənilməsində EMAG (EMAG), ФРТ firmasının avadanlığı istifadə olunmuşdur. Xarici mufta xəttinin tərkibinə daxil olan termiki şöbə suyun dövretmə tsikli ilə iki induksion tablama qurğusunu və tabəksiltmə üçün elektrik sobasını və tabəksiltmədən sonra pəstahların su ilə sürəkli soyudulması üçün qurğunun tərkibinə daxil edir. Hər bir induksion – tablama qurğusu üç induktordan və soyuducu qurğudan ibarətdir, manipulyator və transportyorlarla təchiz olunublar.

Mufta pəstahı verici transportyorla manipulyatora daxil olur, o isə onu şaquli vəziyyətə çevirir və döndərici masanın üstünə quraşdırılır, onun üzərində isə hərəkət edən platformada üç induktor və tablandırıcı qurğu yerləşdirilib. Birinci iki induktor pəstahların ilkin qızdırılması üçün, üçüncü isə sonuncu qızdırma üçün nəzərdə tutulub. Qızdırma və soyutma prosesində pəstah 72dəq⁻¹ tezliklə fırlanır. Qızdırmadan sonra pəstah xarici və daxili spreyerlərdən ibarət olan tablama qurğusuna daxil olur. Termoşöbənin dövredici tsiklindən 0,6MPa suyun təzyiqi altında tablamaya verilir.

İnduksion qızdırma prosesində üçüncü induktorda pəstahın temperaturuna, cərəyanın gücünə, şiddətinə, gərginliyə və cərəyanın tezliyinə dəyişdiricidən çıxışda və habelə qızdırmanın davamiyyətinə (soyutma) və bir mövqedən digərinə vermə, tablamaya olan suyun təzyiqinə və temperaturuna, induksion avadanlığının soyudulmasına nəzarət olunur. İşin verilmiş parametrlərindən sapmada avadanlıq işdən aralanır və siqnallaşma işləyir. Qızdırma və tablama prosesi, qızdırma (soyutma) davamiyyətini idarə etmə şitində quraşdırılmış gücverənlərlə tənzimlənir. Tablama qurğusunda mufta pəstahının real və xarakterik soyuma əyriləri şəkil-də göstərilib.

Hər bir induksion – tablama qurğusundan mufta pəstahları fərdi transportyorlarla tabəksiltmə üçün elektrik sobasının yükləyici masasına verilir, burada onlar birsıralı partiyaya qruplaşdırırlar (12 dənədən çox olmadan), onlar dövrü olaraq itələyici ilə sobaya konveyerli transportyora verilir. Pəstahlar konveyer transportyoru ilə 27 – 53mm/dəq yerini dəyişir. Bərabər qızma hər bir dövrdən birində sobanın qübbəsində quraşdırılmış ventilyatorlarla sobanın işçi fəzasında isti havanın dövr etməsi ilə təmin olunur.

Layihəyə görə konveyerin dayanmasında vəziyyət datçikinın komandasına görə sobadan pəstahların birsıralı partiyasının yan boşaldılması nəzərdə tutulmuşdur. İtələyici ilə təchiz olunmuş zəncirli elevator yan pəncərə vasitəsilə sobadan kənar lentli konveyerə pəstahların növbəti partiyasını itələyir, hansı ki, soyuma üçün onların su forsunkalarının altına yerini dəyişir.

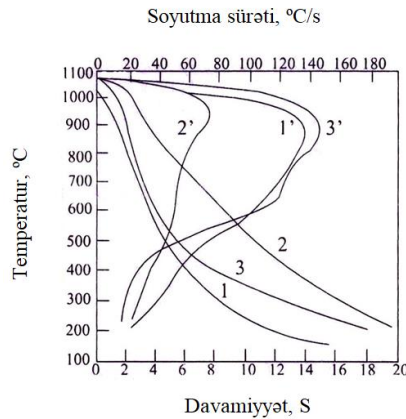
Sobanın temperaturuna hər zonanın sonunda yerləşdirilmiş termocütlərlə nəzarət olunur.

EMAG firmasının avadanlığının mənimsənilmə prosesində aydınlaşdırıldı ki, sobada konveyer transportyorunun sürəti faktiki olaraq 70 – 184mm/dəq təşkil edir, mufta pəstahları-

nın boşaldılması üçün qurğu işə yararlı olmadı. Bununla əlaqədar olaraq BNİTİ və "Azərbaycunun" mütəxəssisləri tərəfindən sobadan tabəksildilmiş pəstahların verilməsi barədə təklif olunmuş həlldən fərqli olan konstruktiv həll təklif olunmuş və reallaşdırılmışdır. Baxış pəncərələrindən aşağı təpədə çıxışda bütün en boyunca pəncərə hazırlanır, korroziyaya dözümlü poladdan olan vərəqdən skliz quraşdırılır, onun vasitəsilə konveyerdən pəstahlar su olan baka yerlərini dəyişirlər, bu halda onlar öz kütlələri ilə xırda zəncirlərdən düzəldilmiş qapağı itələyirlər. Bakdan verilən soyutma vaxtı vasitəsilə zəncirli elevatorla transportyora sonrakı mexaniki emal üçün pəstah verilir.

Digər zavodlarda anoliji avadanlığın mənimsənilmə təcrübəsi göstərdi ki, tablama və tabəksiltmə üçün avadanlığın birinci növbədə istiliktexniki tədqiqatlarının aparılması vacibdir.

Qızdırma və soyutma proseslərinin tədqiqində induksion – tablama qurğusunda tabəksiltmə sobasını 166x17mm ölçülü və uzunluğu 180mm olan mufta pəstahları üçün istifadə etdik, onlara xromel – alumel termocütlər (elektrodların diametri 0,7mm) bərkiddik. Termocütlərin birləşmələrini xarici və daxili səthdən ~ 3,5mm məsafədə və habelə divarın qalınlığının ortasında yerləşdirdik. 350 – 570 kVt verilən gücdə qızdırmanın tədqiq olunan temperaturlarının intervalı 850 – 1200°C təşkil etmişdir. Həm də qızdırma davamiyyətini və pəstahı bir mövqedən digər mövqeyə verməni (yəni bir tsikldə) uyğun olaraq 30 – 45 və 8 – 20 s ərzində tənzimlədik, pəstahları 50 – 100°C-dək soyutduq. İnduksion qurğuda mufta pəstahlarının kifayət qədər keyfiyyətli qızdırma 450 – 570kVt verilən gücdə, 33 – 35 s qızdırma davamiyyətində, 8 – 10 s ötürmədə nail olunmuşdur, yəni tsiklin uzunluğu 41 – 44s təşkil etmişdir.



Şəkil. Tablandırıcı qurğuda 166x17mm ölçülü mufta pəstahının real (1 – 3) və xarakterik 1' – 3' soyutma əyriləri: 1,1' - xarici səth (3,5mm məsafədə); 2,2' - divarının qalınlığının ortası; 3,3' - daxili səth (3,5mm məsafədə)

Tablama prosesinin tədqiqində müəyyən olunmuşdur ki, xarici və daxili spreyerlərin soyutma intensivliyinin qiymətləri yaxındır və kifayət qədər yüksəkdir. Mufta pəstahlarının real soyutma ərintilərinin təhlili göstərdi ki, 850 - 400°C (şəkil) temperatur intervalında orta soyutma sürəti xarici və daxili səthlər üçün 100 və 82°C/s uyğun olaraq, divarın qalınlığının ortası üçün isə 50°C/s təşkil edir. Xarakterik soyutma əyrilərindən görünür ki, maksimal soyutma sürəti 800 – 900°C temperatur intervalındadır, xarici və daxili səthlər üçün uyğun olaraq 154 və 142°C/s təşkil edir, divarın qalınlığının ortası üçün isə 900 – 1000°C-də 77°C/s bərabərdir.

Tabəksiltmə sobasında mufta pəstahlarının qızdırma prosesinin tədqiqində verici cihazların və zonalar üzrə sobada temperaturu qeyd edən cihazların fərqi aşkar etdik. Eyni zamanda mufta pəstahının maksimal temperaturadək çatan ana qədər sobanın və mufta pəsta-

hının arasında fərq 20 – 25°C-dək olmuşdur, sonra temperatur düzlənir. Tabəksiltmə temperaturunda saxlama davamiyyəti soba konveyerinin yalnız yerdəyişmə sürətilə tənzimlənir (70 – 184mm/dəq) və 7 – 84 dəq təşkil edə bilər.

EMAG firmasının termiki şöbə xəttində 166x15,75 – 16,25mm-lik ölçülərli yüksəkmöhkəm mufta pəstahlarının istehsal texnologiyasını işləmək üçün azkarbonlu polad 20-ni material kimi istifadə etdik. Onun bərklik əmsalı $K_{kp}=0,30$ və 0,40-dır, karbonlu polad 45-inki $K_{kt}=0,64$, azlegirli polad 32Г2-ninki isə $K_{kp}=0,68$ -dir ($K_{kp}=\%C + 0,25\%$ legirləyici element).

Mexaniki xassələrin tədqiqini müxtəlif termiki emal rejimlərindən sonra mufta pəstahlarının metalında apardıq.

Azkarbonlu polad 20-dən ($K_{kp}=0,40$) hazırlanmış tablandırılmış mufta pəstahlarının metalının strukturu martensitdən və ferritin vahid sahələrli beynitdən ibarət olmuşdur; divarın bütün qalınlığı boyunca austenit dənəsinin qiyməti 4 – 5 bal təşkil etmişdir.

$K_{kp}=0,40$ olan polad 20-dən hazırlanan pəstahlarda möhkəmlik xarakteristikalarının maksimal qiymətlərini yalnız tablamaya 1100°C-dək və daha yuxarı qızdırmadan sonra aldıq, bu halda tablamadan sonra müvəqqəti müqavimət $\sigma_d=1420 – 1441$ MPa, axma həddi $\sigma_{ax}=1142 – 1146$ MPa, nisbi uzanma $\delta = 4 – 6\%$, nisbi daralma $\psi = 23 – 26\%$, koertsitiv qüvvə (maqnitsizləşmə cərəyanı) 57÷60mkA təşkil etmişdir. Tabəksiltmə temperaturdan asılı olaraq karbonlu poladdan mufta pəstahlarında tablamadan sonra ГОСТ 632 – 80-ə görə E qrupundan M-dək möhkəmlik qrupu təmin oluna bilər. Məsələn 540 – 570°C temperatur intervalında tabəksiltmədən sonra 1 möhkəmlik qrupunun xassələrinin alınması təmin olunur: $\sigma_d=868 – 902$ MPa, $\sigma_{0,2}=735 – 786$ MPa, $\delta=13,2 – 15,0\%$, $\psi=57,2\div 59,3\%$, koertsitiv qüvvə 33÷35mkA (ГОСТ 632 – 80-nin tələbləri: $\sigma_d\geq 758$ MPa, $\sigma_{0,2}=655 – 862$ MPa, $\delta\geq 12,3\%$).

1 möhkəmlik qrupu dairəvi və iti kəsintili nümunələrin zərbəli əyilməyə sınaqları göstərdi ki, otaq temperaturunda sınaqdan sonra zərbə özlülüyünün qiyməti təşkil edir: $KCU=1,6 \div 1,67$ MC/m², $KCV=1,22 – 1,39$ MC/m², mənfi 60°C-də isə $KCU^{-60}=1,25 – 1,37$ MC/m², $KCV^{-60}=0,94 – 1,17$ MC/m². Otaq temperaturunda hər iki tip nümunələrin sınığında özlü təşkil edicinin payı 100%-ə, mənfi 60°C-də uyğun olaraq 81 – 92 və 75 – 88%-ə bərabərdir.

Bərklik misalı 0,44-dan aşağı olan azkarbonlu poladdan mufta pəstahlarının metalının xassələrinin və mikrostrukturunun tədqiqində divarın qalınlığı üzrə, xüsusən ortada, hardakı strukturlar qarışığı – martensit, beynit, ferrit və hətta perlit sahələri ($K_{kp}=0,30$ -da) müşahidə olunur, aşağı mexaniki xassələr və qeyri – bərabər struktur aşkarlanmışdır.

Tərkibində 0,48%C və 0,64%Mn olan azkarbonlu polad45-dən ($K_{kp}=0,64$) mufta pəstahlarının da termiki möhkəmləndirilməsi yoxlanılmışdır. 570°C tabəksiltmədən sonra $\sigma_d=1000 – 1075$ MPa, $\sigma_{0,2}=898 – 968$ H/mm², $\sigma_s=12,2 – 16,0\%$, $\psi=46,2 – 54,2\%$, koertsitiv qüvvə 47 – 50 mkA təşkil etmişdir, yəni metal xassələrinə görə ГОСТ 632 – 80 üzrə M möhkəmlik qrupuna uyğun gəlir. Lakin karbonlu poladları karbonun belə yüksək miqdarı ilə tablama çatlarının yaranması təhlükəsinin ucbatından yüksəkmöhkəm muftaların istehsalında istifadə etmək olmaz (xüsusən texniki səbəblər üzrə tablandırılış mufta pəstahlarının tabəksiltməyə verilməsinin yubanmasında). Karbonlu poladlardan E, 1, M möhkəmlik qrupu qalınlıqlı yüksəkmöhkəm mufta pəstahlarının seriyalı istehsalı üçün poladda karbonun miqdarının 0,24÷0,40% olması tövsiyə olunur.

Möhkəmliyin, plastikliyin və zərbə özlülüyünün kifayət qədər yüksək vəhdətində daha yüksək möhkəmlik qrupuna (M, P, T) nail olmaq üçün tədqiqatı ölçüləri 166x16,25mm olan

36Г2 azlegirli poladdan (0,32%C; 1,46%Mn; $K_{kp}=0,8$) olan mufta pəstahlarında aparıldıq. Pəstahın sobada olmasının 55 – 60 dəq. ümumi davamiyyətində tablama temperaturunu 850 – 1150°C intervalda (hər 50°C-dən bir) tədqiq etdik.

Tablamadan sonra mufta pəstahlarının metalının struktur və xassələrinin tədqiqi göstərdi ki, tablamaya qızdırmanı 450 – 500kVt verilən gücdə və 41 – 44 tsikl davamiyyətində (qızdırmanın davamiyyəti 33 – 34 s, ötürmənin ki isə 8 – 10 s) 1000 – 1050 °C temperaturalar intervalında aparmaq məqsədəuyğundur. Tablamadan sonra mufta pəstahlarının metalın strukturu divarının bütün qalınlığı üzrə özündə martensiti əks etdirir: austenit dərəcəsinin böyüklüyü 5 – 6 bal, $\sigma_d=2000 – 2010\text{MPa}$, $\sigma_{0,2}=1630 – 1730\text{MPa}$, $\sigma_5=8 – 9\%$, $\psi=27,5 – 29,5\%$.

500 – 650°C temperaturalar intervalında tabəksiltmə 32Г2 poladından ГОСТ 632 – 80 üzrə А-dən P-dək daxil olmaqla möhkəmlik qrupu mufta pəstahlarının alınmasını təmin edir. Cədvəl-də termiki möhkəmləndirmədən sonra ($K_{kp}=0,68$) polad 32Г2-dən mufta pəstahlarının mexaniki xassələrinin faktiki qiymətləri verilib, cədvəldən görünür ki, 32Г2 azlegirli poladının istifadə olunması 500 – 650°C temperaturalar intervalında tabəksiltmədən sonra ГОСТ 632 – 80-görə А, М, Р qrup möhkəmlikli dayanıqlı mexaniki xassələr almağa imkan yaranır. Səciyyəvi odur ki, azlegirli poladdan mufta pəstahlarının plastiklik xassələri bütün hallarda standartla normalaşdırılan qiymətlərdən əhəmiyyətli dərəcədə yuxarıdır. Bundan başqa hər iki tip nümunələr üçün (KCU, KCV) təyin olunmuş zərbə özlülüyünün (standartla normalaşdırılmayan) qiyməti otaq temperaturunda və mənfi 60°C-də istiyayılmış halla müqaisədə kifayət qədər yüksək səviyyədə olur.

Bərklik əmsali 0,70-dən yuxarı olmayan (tablama çatlarının yaranmasını ləğv etmək məqsədilə) 32Г2 tip azkarbonlu poladın tətbiqində, EMAG firmasının termiki şöbəsinin xəttində möhkəmləndirilməsi yalnız М, Р, Т (ГОСТ 632 – 80) möhkəmlik qrupu mufta pəstahlarının hazırlanması üçün məqsədəuyğundur, çünki E - А möhkəmlik qrup pəstahlar karbonlu poladdan alınabilir.

Cədvəl. ГОСТ 632 – 80-nin tələblərinə uyğun olaraq termiki möhkəmləndirmədən sonra 32Г2Ф poladında mufta pəstahlarının metalının xassələri

Möhkəmlik qrupu	Tabəksiltmə temperaturu*, °C	σ_b , MPa	$\sigma_{0,2}$, MPa	δ_5 , %	Ψ , %	Aşağıdakı temperaturalarda zərbə özlülüyü, mC/m ²			
						KCU		KCV	
						+20	-60	+20	-60
А**	650	≥750	655-862	≥12,3	-	-	-	-	-
		840-847	700-701	20,0-21,0	65,0-65,2	1,31-1,36	1,02-1,18	1,0-1,13	0,66-0,72
М	600	≥862	758-965	≥10,8	-	-	-	-	-
		970-974	810-829	17,5-18,0	58,0-60,0	0,99-1,01	0,53-0,75	0,87-0,88	0,12-0,28
Р	500	≥1000	930-1137	≥9,5	-	-	-	-	-
		1120-1125	1010-1013	13,0-14,5	57,0-57,5	0,75-0,76	0,39-0,40	0,48-0,49	0,12-0,16
А***	≥655	760-770	455-460	21,0-21,5	59,0-61,0	0,77-0,81	0,06-0,22	0,12-0,25	0,02-0,03

*Tablama temperaturu – 1000 – 1050 °C

**Sürətdə ГОСТ 632 – 80-ə görə, məxrəcə isə faktiki məlumatlardır

***İstiyayılmış hal

Zavodun ixtisaslaşmasına uyğun olaraq yüksəkmöhkəm qoruyucu boruların sənaye partiyalarını 146mm diametrlı əsasən divarlarının qalınlığı 9,5 – 10,7mm-lik borudan hazırlayırlar, onlara ölçüləri 166x15,75 – 16,25mm-lik yüksəkmöhkəm muftalar lazımdır. Bununla əlaqədar olaraq yüksəkmöhkəm borulara sifarişlərin xeyli həcmi А möhkəmlikli borular qrupu təşkil etdiyinə görə onlar üçün bu qrup möhkəmlikli yüksəkmöhkəm muftalar hazırlanmışdır.

1 möhkəmlilik qrupu 166x15,75mm ölçülərli mufta pəstahlarının sənaye partiyalarının istehsalı üçün az karbonlu polad 20 (0,24%C; 0,60%Mn; $K_{kp}=0,39$) və azlegirli polad 32Г2 (0,33%C; 1,40%Mn; $K_{kp}=0,68$) istifadə edirik.

20 və 32Г2 poladlarında pəstahların termiki emal rejimləri aşağıdakı kimidir: tablama temperaturu uyğun olaraq 1070÷1170 və 1000 – 1090°C, verilən güc 450÷457kvt, tsiklin davamiyyəti birdir və 44 s təşkil etmişdir (qızdırmanın davamiyyəti 35 s, ötürməniniki isə 9s) 0,42 MPa təzyiqdə spreylərdə suyun sərfi 48m³/saat; sobada pəstahların ümumi qalmasında tabəksiltmə temperaturu uyğun olaraq 560 və 610°C. Tabəksiltmədən sonra mufta pəstahlarını su ilə bakda soyutduq.

Polad 20-dən tablandırılmış mufta pəstahlarının metalının strukturu martensitdən və ferritin tək – tək sahələri olan beynitdən, 32Г2 poladın metalının strukturu isə martensitdən ibarət olmuşdur.

Polad 20 və 32Г2-dən mufta pəstahlarının mexaniki xassələri möhkəmlilik və plastiklik xarakteristikalarına görə standartın tələblərindən xeyli yuxarıdır, bu halda zərbə özlülüyünün qiyməti kifayət qədər yüksək səviyyədə olmuşdur. Məsələn, polad20-dən 1 möhkəmlilik qrupu mufta pəstahlarının metalının xassələri aşağıdakılardan ibarət olmuşdur: $\sigma_d=816-853$ MPa, $\sigma_{0,2}=724-785$ MPa, $\delta_5=16,0-20\%$, $\psi=58,2-64,2\%$, $KCU=1,41-1,63$ MC/m², koertsiv güvvə - 33 – 35mkA, polad 32Г2-də alınan mufta pəstahlarının metalının xassələri isə $\sigma_d=806 – 817$ MPa, $\sigma_{0,2}=688 – 701$ MPa, $\delta_5=19,0 – 19,6\%$, $\psi=60,7 – 61,7\%$, $KCU=1,55 – 1,65$ mC/m², koetsitiv qüvvə 43÷45mkA təşkil etmişdir.

1 möhkəmlilik qrupu hər iki marka poladlardan termiki möhkəmləndirilmiş mufta pəstahlarının partiyalarında yivin kəsilməsi normal olmuşdur. Muftalar 1 möhkəmlilik qrupu yüksəkmöhkəm qoruyucu borulara bağlanmışdır.

Nəticələr: 1. Müxtəlif ölçülü mufta pəstahlarının termiki möhkəmləndirmə texnologiyası işlənməmiş və mənimsənmişdir. Bu texnologiya pəstahların induksion qızdırmasını, suda soyudulmasını və tabəksildilməsini özündə əks etdirir. Mufta pəstahlarının real və xarakterik soyutma əyriləri tablama qurğusunda qurulub. Tabəksildilmiş pəstahları sobadan vermək üçün yeni konstruksiya təklif olunub, bu, qurğunun işini və mufta pəstahlarının boşaldılmasını yaxşılaşdırmışdır.

2. Mufta pəstahlarının termiki möhkəmləndirilməsinin yeni texnologiyasının tətbiqi aşağıdakı struktur və xassələri formalaşdırmağa imkan verir.

- akarbonlu poladlarda martensit və divarın bütün qalınlığı boyunca dənənin 4 – 5 bal ölçüsündə tək – tək sahələri ferrit olan beynit: $\sigma_d=1420 – 1441$ MPa; $\sigma_{ax}=1142 – 1146$ MPa; $\delta=4 – 6\%$, $\psi= 23÷26,2\%$.

- azlegirli poladlarda austenit balının 5 – 6 bal qiymətində martensit: $\sigma_d=2000 – 2010$ MPa, $\sigma_{ax}=1630 – 1730$ MPa, $\delta=8 – 9\%$, $\varphi=27,5 – 29,5\%$

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 слитков и проката. / Справочник. М.: «Интернет Инжинеринг» 2006, 382с.
5. Бортников С.А. Влияние химического состава и технологии рафинирования низкоуглеродистой и 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.

UOT: 531/534

TEZLİK ÇEVİRİCİSİ İLƏ İDARƏ OLUNAN AVTOMATİK YANALMA BUCURQADININ DİNAMİKİ REJİMLƏRİNİN, AVTOMATİK SİSTEMİN DAYANIQLIĞININ YOXLANILMASI VƏ KEÇİD PROSESİNİN TƏDQIQI

Elsevər HƏSƏNOV

Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası
Gəmi elektroavtomatikası kafedrası / Elektrik intiqalı
hasanov.079@mail.ru
BAKI, AZƏRBAYCAN

XÜLASƏ

Məqalədə gəmi avtomatik yanalma bucurqadının mövcudstruktur sxemi təkmilləşdirilmiş və yeni kinematik sxemi tərtib olunmuşdur. Avtomatik yanalma bucurqadının əks əlaqə dövrəsində qurulan mexaniki ölçü qurğularının diferensial transformator vericisi ilə, üç sürətli asinxron elektrik mühərrikinin isə bir sürətli elektrik mühərriki ilə əvəz edilməsi təklif edilmişdir.

Tezlik çeviricisi ilə idarə olunan avtomatik yanalma bucurqadının dinamik rejimləri, avtomatik sistemin dayanıqlığı yoxlanılmış və keçid prosesi tədqiq olunmuşdur. Tərtib edilmiş yeni avtomatik sistemin dayanıqlı olması və keçid proseslərinin keyfiyyətli olması aşkar edilmişdir.

Açar sözlər: asinxron mühərrik, tezlik çeviricisi, avtomatik yanalma bucurqadı.

INVESTIGATION OF DYNAMIC REGIME OF THE AUTOMATIC WINCHES CONTROLLED BY FREQUENCY CONVERTER, AUTOMATED STABILIZATION SYSTEM AND STUDY OF DYNAMICS IN THE TRANSITION PROCESS

ABSTRACT

The article presents the existing structural diagram of the automatic mooring winches of the ships and developed a new kinematic scheme. It was offered to replace the three fast asynchronous electric motors with a rapid electric motor, with the differential transmitter of the mechanical measuring devices setting up at the feedback circuit of the automatic mooring winches.

Dynamic modes of automatic mooring winches driven by the speed driver, automatic system stability have been checked and the transition process has been investigated. The new automatic system has been built and the quality of the switching process has been detected.

Keywords: asynchronous motor, frequency converter, automatic mooring winch.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА И ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ШВАРТОВОЙ ЛЕБЕДКИ, УПРАВЛЯЕМЫЙ ЧАСТОТНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы улучшения структурной схемы автоматической швартовой лебедки и разработана её новая кинематическая схема. Предложена замена механических измерительных устройств в цепи обратной связи автоматической швартовой лебедки дифференциальным трансформаторным датчиком, а трёхскоростной асинхронный электродвигатель – односкоростным.

Проведены: исследование динамических режимов и переходных процессов автоматической швартовой лебедки, а также проверка системы на устойчивость. Проведенные исследования показали, что разработанная автоматическая система устойчива, а переходные процессы – качественны.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, преобразователь частоты, автоматических швартовых лебедок.

Giriş

Avtomatik yanalma bucurqadının əsas vəzifəsimüəyyən bir obyektə yan almış gəminin təhlükəsiz dayanmasını təmin etməkdir. Lakin obyektə bağlanmış kanatın dartılmasının artıb-azalması küləyin, su axınının və dalğanın təsirindən əlavə gəminin yüklənib-boşalmasından da asılıdır. Bu isə yanalma vəziyyətinin dəyişməsinə tələb edir.

Eyni zamandayanalma bucurqadlarında tətbiq edilən üç sürətli rotoru qısaqapanmış asinxron mühərrikinin sürət tənzimi pilləlidir, idarəetmə kontaktorlar vasitəsilə yerinə yetirilir, mühərrikin həcmi və çəkisi böyükdür.

Qeyd olunanları nəzərə alaraq kanatdakı dartma qüvvəsini sabit saxlamaq üçün kanatın dartma qüvvəsini ölçən mövcud mexaniki ölçmə qurğusu diferensial transformator vericisi ilə, kontaktlı idarə aparatları müasir tezlik çeviricisi ilə və üç sürətli asinxron elektrik mühərriki isə bir sürətli elektrik mühərriklə əvəz olunmuşdur.

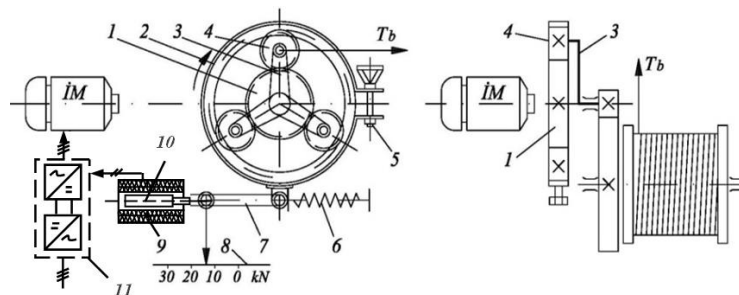
Məqalə xülasə, açar sözlər, giriş, tədqiqat metodu, nəticə və ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

Tədqiqat metodu

Tədqiqatın aparılması üçün ədəbiyyat siyahısında qeyd olunan elmi ədəbiyyatlardan istifadə olunmuşdur. Tezlik çeviricisi ilə idarə olunan avtomatik yanalma bucurqadının dinamik rejimləri tədqiq edilmiş və alınmış nəticələr məqaləyə daxil edilmişdir.

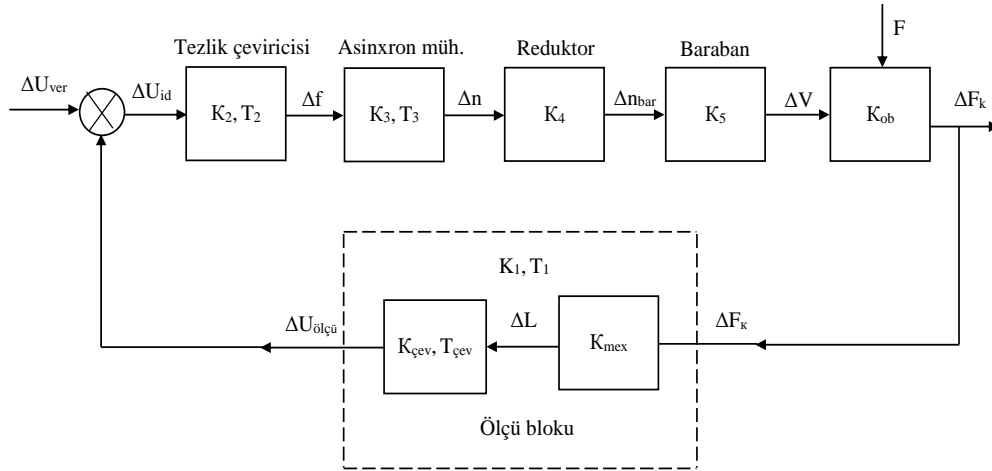
Məlumdur ki, körpüyə bağlanmış gəminin yanalma kanatındakı müqavimət qüvvəsi xarici qüvvələrin təsirindən tez-tez dəyişir və kanatdakı qüvvə artdıqca bucurqadbarabana sarınan kanatın bir hissəsini buraxmaqla qüvvəni azaldır, qüvvə azaldıqda kanatın sallanan hissəsini yığmaqla kanatdakı dartma qüvvəsini artırır. Bununlada qüvvəni sabit saxlayır. Belə avtomatik yanlama bucurqadının kinematik sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir.

Reduktorun dişli çarxı (1) icraedici mühərrik tərəfindən hərəkətə gətirilir. Hərəkət alan (4) planetar dişli çarxı ona bərkidilmiş satelitlərlə fırlanma hərəkətini barabana ötürür. Mühərrik tormozlandıqda barabanda olan dartma qüvvəsi (T_b) hərəkət alan barabanın oxuna bərkidilmiş satelitlər vasitəsilə üz dişli tormoz örtüyünə (2) ötürülür. Örtüyün həmin qüvvədən hərəkət etməsi ölçü qurğusunun yayının (6) dartılmasını və yaxud sıxılmasını dəyişir. Barabandakı qüvvə dəyişdikdə (artıqda) tormoz örtüyünün də vəziyyəti dəyişir və ölçü qurğusunun yayının (6) dartılmasına səbəb olur. Yayın (6) dartılması (7) oxu vasitəsilə (8) göstəricisinə və (9) vericisinin nüvəsinə ötürülür. Barabanda olan dartma qüvvəsi verilmiş qiymətdən fərqləndikdə, fərq qüvvəsinin təsirindən (7) oxu əlavə hərəkət edib (9) vericinin nüvəsini (10) hərəkət etdirir və transformatorun çıxış dolağında həmin yerdəyişməyə müvafiq elektrik hərəkət qüvvəsi (EHQ) yaranır. Yaranmış EHQ-nin tezlik çeviricisinə (11) təsirindən elektrik mühərriki lazım olan istiqamətdə işə düşür.



Şəkil 1. Planetar ötürücülü ölçmə qurğusu

Belə avtomatik sistemin strukturu şəkil 2-də göstərilmişdir. Əks əlaqə dövrəsinə qoşulmuş ölçmə bloku iki hissədən ibarətdir. Bunlardan biri avtomatik bucurqadlarında tətbiq edilən mexaniki ölçü elementi, digəri isə qurğuya tətbiq edilən diferensial transformator vericisidir.



Şəkil 2. Avtomatik yanalma bucurqadının struktur sxemi

1. Ölçü blokunun tənlikləri və parametrləri

a) Yanalma bucurqadlarında tətbiq edilən planetar ötürücülü mexaniki ölçmə qurğusu.

Ölçü blokunun girişinə kanatdakı dartma qüvvəsi F_k təsir edir və çıxışında düzləndirilmiş ölçü gərginliyi $U_{ölçü}$ yaranır. Bu qurğu yanalma kanatındaki dartma qüvvəsini düzxətli hərəkətə çevirir. Ölçmə qurğusunun statik xarakteristikası aşağıdakı asılılıqla ifadə olunur.

$$\ell = f(F_k) \quad (1)$$

Burada: F_k - kanatdakı dartma qüvvəsi, kN ; ℓ - kanatdakı qüvvəyə mütənəsib olan yayın dartılma uzunluğu, sm .

(1) asılılığının xətti olmasını qəbul etsək yazı bilərik:

$$\ell = K_{mex} \cdot F_k \quad (2)$$

Burada: K_{mex} - mütənəsiblik əmsalidir.

Ədəbiyyat mənbələrindən verilmiş məlumatlara əsaslanaraq qəbul edirik

$$K_{mex} = \frac{\ell}{F_k} = 0,2 \text{ sm} / kN = 0,2 \text{ sm} \quad (3)$$

b) Diferensial transformator vericisi

Bu verici transformator tipli olub bir ədəd birinci tərəf sarğacına və iki ədəd ikinci tərəf sarğacına malikdir. Birinci və ikinci tərəf sarğaları arasındakı maqnit əlaqəsi nüvənin hərəkətindən asılı olaraq dəyişilə bilər. Əgər nüvə sarğaclara nisbətən simmetrik yerləşib, o zaman ikinci tərəf sarğalarında yaranan e_1 və e_2 E.H.Q. -ləri biri birinə bərabər və əks olduqları üçün ikinci tərəfdən götürülən çıxış gərginliyi $U_{çix} = 0$ olur.

Statik xarakteristika $U_{çix} = f(\ell)$ çıxış gərginliyinin $0,75U_n$ qiymətinə kimi təxminən xətti olur. Xarakteristikanın bu hissəsi üçün yazı bilərik.

$$U_{\zeta u} = K_{\zeta ev} \cdot \ell \quad (4)$$

Burada: $K_{\zeta ev}$ – mütənasiblik (yaxud həssaslıq) əmsəlidir.

$$K_{\zeta ev} = \frac{U_{cix}}{\ell} \text{ V/m} \quad (5)$$

Diferensial transformatorun statik xarakteristikasının xətti hissəsi üçün $K_{\zeta ev} = 0,002 \text{ V/m}$ təyin edilmişdir. Avtomatik sistemin girişinə sabit gərginlik verildiyi (ΔU_{ver}) üçün vericinin çıxışına bir fazalı körpü düzləndirici və r, c süzğəci qoyulmuşdur.

c) Düzləndirici.

Süzğəcin zaman sabiti aşağıdakı kimi tapılır.

Tutum müqaviməti $X_C = \frac{1}{\omega c} \text{ Om}$. Buradan C tutumunu hesablasaq,

$$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{i_{gir}}{2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot U_{gir}} = \frac{0,3}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 6,67} = 143 \text{ } \mu\text{F} \quad (6)$$

$$i_{gir} = 0,3 \text{ A}; U_{gir} = 6,67 \text{ V}$$

$$X_C = 2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot C \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 143 \cdot 10^{-6} = 0,0044 \text{ Om} \quad (7)$$

$$U_{gir} = i_{gir} \sqrt{r^2 + x_c^2}$$

X_C – ni nəzərə almasaq,

$$r = \frac{U_{gir}}{i_{gir}} = \frac{6,67}{0,3} = 22,23 \text{ Om}$$

Zaman sabiti

$$T_1 \frac{dU_{ölçü}}{dt} + U_{ölçü} = T_2 \frac{dU_{gir}}{dt} + U_{gir}$$

(4) tənliyinin operator şəkli aşağıdakı kimidir.

$$(T_1 P + 1) U_{ölçü} = (T_2 P + 1) U_{gir} \quad (9)$$

$T_1 = r_1 \cdot C$; $T_2 = (r_1 + r_2) \cdot C$; $T_1 \ll T_2$ olduğu üçün $T_1 \approx 0$ qəbul etmək olar. Onda:

$$T_2 = (r_1 + r_2) \cdot C = (22,23 + 200) \cdot 143 \cdot 10^{-6} = 0,031 \text{ san} \quad (10)$$

(9) tənliyində $T_1 \approx 0$ yerinə yazsaq, süzğəcin operator şəklində diferensial tənliyi aşağıdakı kimi olar.

$$(T_2 P + 1) \cdot U_{ölçü} = U_{gir} \text{ və ya } W(P) = \frac{U_{ölçü}}{U_{gir}} \quad (11)$$

Burada: $T_{\zeta ev} = T_2$. (11) ifadəsinin xarakteristik tənliyi $T_2 P + 1 = 0$, buradan $P = -\frac{1}{T_2}$

Elektrik süzğəci vericinin çıxışında qoyulduğu üçün ($U_{çix}=U_{gir.süz}$) bunlara bir element kimi baxırıq. (4) tənliyindən $U_{çix}$ qiymətini (11)-də yerinə yazsaq çevirici elementin süzğəclə birlikdə ümumi tənliyini alarıq.

$$(T_{çev}P + 1) \cdot U_{ölçü} = K_{çev} \cdot \Delta\ell \quad (12)$$

Mexaniki ölçü qurğusu və diferensial transformator vericisinin çıxışına qoyulmuş elementlərlə birlikdə avtomatik sistemin ölçü blokunun ötürmə funksiyası belə təyin olunur:

$$W(P)_{öl.b} = W_1(P) \cdot W_2(P) = K_{mex} \frac{K_{çev}}{T_{çev}P + 1} = \frac{K_{mex} \cdot K_{çev}}{T_{çev}P + 1} \quad (13)$$

2. Tezlik çeviricisi

Tezlik çeviricisinin tətbiqi qurğuya lazım olan sürət tənзимini pilləlidən səlisə keçirir, tənзим həddini artırır və üç sürətli asinxron mühərrikin bir sürət dolağından digərinə keçməsinə sərf olunan vaxtı aradan götürüb qurğunun tez işləməsinə təmin edir. Burada invertorun idarə və güc dövrəsinə bir blok kimi baxılmışdır. Yəni:

$$\Delta f = K_2 \cdot \Delta U_{id} \quad (14)$$

Burada: K_2 - tezlik çeviricisinin ümumi güclənmə əmsəlidir.

İnvertorun çıxışdakı tezliyin girişdəki idarə gərginliyindən asılılığı xəttidir və idarə gərginliyinin 1V-dan 10 V-a kimi artmasında tezlik 0-dan 50 Hersə kimi artır.

$$K_2 = \frac{\Delta f}{\Delta U_{id}} = \frac{50}{10} = 5 \text{ Hers/V qəbul edirik.}$$

Çeviricinin idarə blokunun zaman sabitini nəzərə alsaq və onu $T_2=0,02$ san. qəbul etsək, (14) tənliyi aşağıdakı kimi olar.

$$(T_2P + 1)\Delta f = K_2 \cdot \Delta U_{id} \quad (15)$$

3. Asinxron mühərrik

Hesabatı aparmaq üçün yanalma qurğuları üçün xüsusi olaraq bir dolaqlı və təkrar olunan qısa müddətli iş rejiminə hesablanmış MTKB-512-8 tipi AM ($P_n=37$ kVt, $n_n=705$ d/dəq, $M_n=502$ Nm, $M_{max}/M_{nom}=3,6$, $J=1,32$ kqm²) seçilmişdir.

Elektromaqnit keçid prosesini nəzərə almasaq mühərrikin operator şəkilli tənliyi aşağıdakı kimi olacaqdır.

$$(T_3P + 1)\Delta n = K_3 \cdot \Delta f \quad (16)$$

Mühərrikin ötürmə funksiyası:

$$W_3 = \frac{K_3}{T_3P + 1} \quad (17)$$

Burada: $K_3 = \frac{\Delta n}{\Delta f}$ - ötürmə əmsəli, T_3 -mühərrikin elektromexaniki zaman sabitidir.

Mühərrikin tənзим xarakteristikasından alırıq:

$$K_3 = \frac{\Delta n}{\Delta f} = \frac{75}{5} = 15 \text{ dövr/dəq/Hers}$$

Bucurqadının mühərriki normal yanalma zamanı dayanmış vəziyyətdə olur və onun dinamik rejimi işə salma ilə başlayır. Buna görə asinxron mühərrikin işə salınma zaman sabitinin düsturundan istifadə edirik:

$$T_3 = J \frac{\omega_0}{M_k} \quad (18)$$

Burada: $\omega_0 = 73,8 \text{ rad/san}$ - mühərrikin yüksüz işləmə bucaq sürəti; $J = 1,32 \text{ kqm}^2$ - ətalət momenti; $M_k = M_n \cdot 2,2 = 502 \cdot 2,2 = 1104,4 \text{ Nm}$ - kritik momentidir.

İntiqalın fırlanan hissələrinin mühərrikin valına köçürülmüş ətalət momenti:

$$J_{k.f} = J_{el.m} (1,05 \div 1,3) = 1,32 \cdot 1,3 = 1,72 \text{ kqm}^2$$

Düzxətli hərəkət edən yükün mühərrikin valına köçürülmüş ətalət momenti aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$J_{k.yük} = \frac{F_n \cdot v_n^2}{\omega_n^2} \quad (19)$$

Burada: $F_n = 150 \div 240 \text{ kN}$ yanalmabucurqadının barabanda yaratdığı müqavimət qüvvəsidir, $F_n = 240 \text{ kN}$ qəbul edirik.

$$\omega_n = \frac{\pi n_n}{30} = \frac{3,14 \cdot 705}{30} = 73,8 \text{ rad/san}$$

Qiymətləri (19) -da yerinə qoysaq,

$$J_{k.yük} = \frac{F_n \cdot v_n^2}{\omega_n^2} = \frac{230000 \cdot 0,4^2}{73,8^2} = \frac{36800}{5446,4} = 6,75 \text{ kqm}^2$$

Mühərrikin valına köçürülmüş ətalət momentinin ümumi qiyməti:

$$J = J_{k.f} + J_{k.yük} = 1,72 + 6,75 = 8,5 \text{ kqm}^2$$

(18) düsturu vasitəsilə mühərrikin zaman sabitini tapaq:

$$T_3 = J \frac{\omega_0}{M_k} = 8,5 \frac{73,8}{1104,4} = 0,56 \text{ san}$$

4. Reduktor

Reduktorun giriş kəmiyyəti mühərrikin fırlanma sürəti, çıxış kəmiyyəti isə barabanın fırlanma sürəti olacaqdır. Yəni:

$$n_{bar} = K_4 \cdot n_{el.m} \quad (20)$$

$$K_4 = \frac{1}{i} = \frac{1}{100} = 0,01$$

Burada: n_{bar} - barabanın fırlanma sürətidir, $i = 80 \div 120$ reduktorun ötürmə ədədidir, $i = 100$ qəbul edirik.

5. Baraban

Avtomatik idarə sistemində baraban fırlanma hərəkətini düzxətli hərəkətə çevirən bir çevirici bənd kimi iştirak edir. Kanatın yığılma və ya boşalma sürəti:

$$V = \frac{\pi D_b \cdot n_{bar}}{60}, \text{ m/san} \quad (21)$$

$$n_{bar} = \frac{n_{el.m}}{i} = \frac{705}{100} = 7,05 \text{ dövr/dəq}$$

Burada: D_b - barabanın diametridir. $D_b=0,5$ m. Bu qiyməti (21) -də yerinə yazıb, kanatın xətti sürəti ilə barabanın fırlanma sürəti arasındakı ötürmə əmsalının qiymətini tapaq.

$$V = \frac{\pi \cdot D_b \cdot n_{bar}}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,5 \cdot 7,05}{60} = 0,184 \text{ m/san} = 11 \text{ m/san}$$

Barabanın ötürmə əmsalını K_5 –ilə işarə etsək:

$$K_5 = \frac{V}{n_{bar}} = \frac{11}{7,05} = 1,56$$

Barabanı avtomatik sistemin bir bəndi kimi qəbul etsək,

$$V = K_5 \cdot n_{bar}$$

6. İdarəetmə obyektı

İdarəetmə obyektinin çıxış kəmiyyəti yənalma qurğusunun barabanına sarınmış kanatda olan dartma qüvvəsi (F_k), giriş kəmiyyəti isə həmin kanatın düzxətli hərəkətinin sürəti (V) olacaqdır.

$$\Delta F_k = K_{ob} \cdot \Delta V$$

$K_{ob} = 19$ təyin edilmişdir.

Avtomatik tənzim sisteminin ötürmə funksiyaları

$$\text{Ölçü blokunun ötürmə funksiyası } W_1(P) = \frac{K_{mex} \cdot K_{dif.tr.}}{T_{\zeta ev} P + 1} \quad (22)$$

$$\text{Tiristor blokunun ötürmə funksiyası } W_2(P) = \frac{K_2}{T_2 P + 1} \quad (23)$$

$$\text{Asinxron mühərrikin ötürmə funksiyası } W_3(P) = \frac{K_3}{T_3 P + 1} \quad (24)$$

$$\text{Reduktor və barabanın birlikdə ötürmə funksiyası } W_{4,5}(P) = K_4 \cdot K_5 \quad (25)$$

$$\text{İdarə obyektinin ötürmə funksiyası } W_{ob}(P) = K_{ob} \quad (26)$$

Struktur sxemə əsasən açıq sistemin ötürmə funksiyası

$$W_{a\zeta}(P) = W_2(P) \cdot W_3(P) \cdot W_{4,5}(P) \cdot W_{ob}(P) = \frac{K_2}{T_2 P + 1} \cdot \frac{K_3}{T_3 P + 1} \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_{ob} = \frac{K}{(T_2 P + 1)(T_3 P + 1)} \quad (27)$$

Burada: $K = K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_{ob}$;

Qapalı sistemin ötürmə funksiyası

$$\begin{aligned}
 W_{qap}(P) &= \frac{W_{a\zeta}(P)}{1 + W_{a\zeta}(P) \cdot W_1(P)} = \frac{\frac{K}{(T_2 P + 1)(T_3 P + 1)}}{1 + \frac{K}{(T_2 P + 1)(T_3 P + 1)} \cdot \frac{K_{mex} \cdot K_1}{T_{\zeta ev} P + 1}} = \frac{K(T_{\zeta ev} P + 1)}{(T_2 P + 1)(T_3 P + 1)(T_{\zeta ev} P + 1) + K \cdot K_{mex} \cdot K_1} = \\
 &= \frac{KT_{\zeta ev} P + K}{T_2 T_3 T_{\zeta ev} P^3 + T_2 T_3 P^2 + T_2 T_{\zeta ev} P^2 + T_2 P + T_3 T_{\zeta ev} P^2 + T_3 P + T_{\zeta ev} P + 1 + K_{üm}} = \\
 &= \frac{KT_{\zeta ev} P + K}{T_2 T_3 T_{\zeta ev} P^3 + (T_2 T_3 + T_2 T_{\zeta ev} + T_3 T_{\zeta ev}) P^2 + (T_2 + T_3 + T_{\zeta ev}) P + 1 + K_{üm}} = \frac{b_0 P + b_1}{a_0 P^3 + a_1 P^2 + a_2 P + a_3}
 \end{aligned} \tag{28}$$

$$K_{üm} = K \cdot K_{mex} \cdot K_1$$

$$W_{qap}(P) = \frac{b_0 P + b_1}{a_0 P^3 + a_1 P^2 + a_2 P + a_3} = \frac{\Delta F_k}{\Delta U_{id}} \tag{28}$$

Burada: $\Delta U_{id} = \Delta U_{ver} - \Delta U_{ölçü}$

Dinamik tənliyin axırınıcı şəkli aşağıdakı kimi olacaqdır.

$$(a_0 P^3 + a_1 P^2 + a_2 P + a_3) \cdot \Delta F_k = (b_0 P + b_1) \cdot \Delta U_{id} \tag{29}$$

Burada: $b_0 = K \cdot T_{\zeta ev}$, $b_1 = K$, $a_0 = T_2 \cdot T_3 \cdot T_{\zeta ev}$, $a_1 = T_2 T_3 + T_{\zeta ev} T_2 + T_3 T_{\zeta ev}$, $a_2 = T_2 + T_3 + T_{\zeta ev}$,
 $a_3 = 1 + K \cdot K_{mex} \cdot K_{\zeta ev}$

Qapalı sistemin ötürmə funksiyasının (28) əmsallarını təyin edək:

$K_{mex} = 0,2$, $K_{\zeta ev} = 2$, $K_2 = 5$, $K_3 = 15$, $K_4 = 0,01$, $K_5 = 1,56$, $K_{ob} = 19$, $T_{\zeta ev} = 0,031 \text{ san}$, $T_2 = 0,02 \text{ san}$, $T_3 = 0,56 \text{ san}$.

$$K = K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_{ob} = 5 \cdot 15 \cdot 0,01 \cdot 1,56 \cdot 19 = 22,23$$

$$a_0 = T_2 \cdot T_3 \cdot T_{\zeta ev} = 0,02 \cdot 0,56 \cdot 0,031 = 0,00035$$

$$a_1 = T_2 T_3 + T_{\zeta ev} T_2 + T_3 T_{\zeta ev} = 0,02 \cdot 0,56 + 0,031 \cdot 0,02 + 0,56 \cdot 0,031 = 0,0292$$

$$a_2 = T_2 + T_3 + T_{\zeta ev} = 0,02 + 0,56 + 0,031 = 0,611$$

$$a_3 = 1 + K \cdot K_{mex} \cdot K_{\zeta ev} = 1 + 22,23 \cdot 0,2 \cdot 2 = 9,9$$

Avtomatiksistemin dayanıqlığınıoxlanılması

Dayanıqlığın yoxlanılması üçün Mixaylov meyarı qəbul edilmişdir. Xarakteristik tənlik aşağıdakı kimidir.

$$a_0 P^3 + a_1 P^2 + a_2 P + a_3 = 0 \tag{30}$$

Bu ifadədə $P = j\omega$ əvəzləməsini qəbul etsək, alarıq:

$$L(j\omega) = a_0 (j\omega)^3 + a_1 (j\omega)^2 + a_2 (j\omega) + a_3 \tag{31}$$

Burada: $L(j\omega)$ -tərtibi $n = 3$ olandayanıqlı sistemin hodoqrafıdır. (31) tənliyindən alınır:

$$L(j\omega) = -a_0 j\omega^3 - a_1 \omega^2 + j a_2 \omega + a_3 \quad (32)$$

$P(\omega) = a_3 - a_1 \omega^2$ həqiqi hissə; $JQ(\omega) = a_2 \omega - a_0 \omega^3$ xəyal hissədir. Mixaylov meyarına görə sistemin dayanıqlı olması üçün (31) ifadəsini təyin olunan $P(\omega)$ və $Q(\omega)$ çoxhədlilərinin kökləri həqiqi olmalı və ardıcıl növbələşməlidir. ω -ya "0"-dan " ∞ "-ğa qədər qiymətlər verməklə $L(j\omega)$ vektorunun hodoqrafı MATLAB proqramının əmrlər pəncərəsinə (şəkil 3) daxil edilmiş və Mixaylov hodoqrafı qurulmuşdur (şəkil 4).

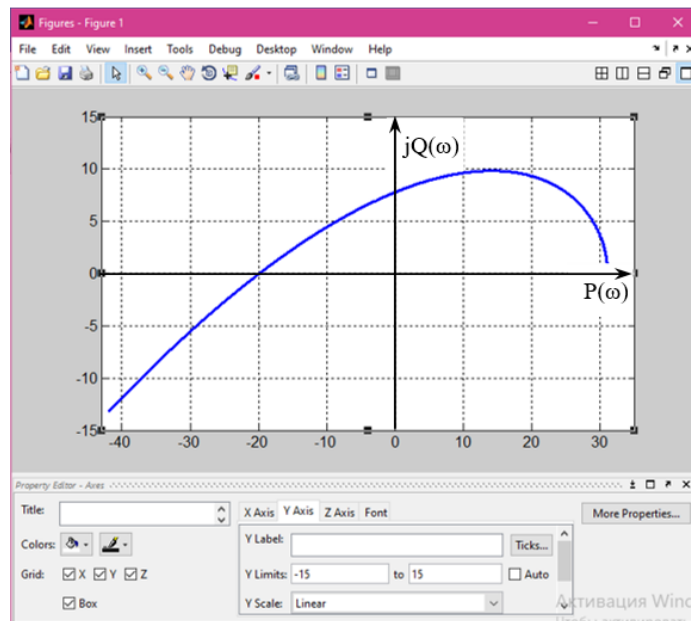
Göründüyü kimi ω "0"-dan " ∞ " -a kimi dəyişdikdə xarakteristik vektor kompleks müstəvidə öz hərəkətini müsbət həqiqi oxdan başlayaraq saat əqrəbinin əksi istiqamətində 3 kvadrant keçir, deməli sistem dayanıqlıdır.

```

MATLAB 7.11.0 (R2010b)
File Edit Debug Parallel Desktop Window Help
Current Folder: C:\Program Files\MATLAB\R2010b\bin
Shortcuts How to Add What's New
>> w=1:0.01:50;
>> u=31.13-0.0292*w.^2;
>> v=0.611*w-0.00035*w.^3;
>> plot(u,v)
>> grid
>>

```

Şəkil 3. MATLAB proqramının əmrlər pəncərəsinə daxil edilmiş verilənlər



Şəkil 4. Mixaylov hodoqrafı

Avtomatik sistemin keçid prosesinin tədqiqi

Keçid prosesini tədqiq etmək üçün qapalı sistemin dinamik tənliyindən (28) istifadə edirik. Tutaq ki, idarə təsiri olmadıqda tənzim olunan kəmiyyət (ΔF_k), F_0 – miqdarında dəyişmişdir. Bu zaman sistem işə düşüb qurğunu əvvəlki vəziyyətinə gətirir. a_0 əmsalı çox kiçik olduğu üçün ($a_0 = 0,00035$) $a_0 \approx 0$ qəbul edirik. Bu hal üçün qapalı sistemin tənliyi aşağıdakı şəkildə olacaqdır.

$$(a_1 P^2 + a_2 P + a_3) \cdot \Delta F_k = 0 \quad (33)$$

(33)-dən avtomatik sistemin xarakteristik tənliyini alırıq.

$$a_1 P^2 + a_2 P + a_3 = 0$$

$a_1 = 0,0292$; $a_2 = 0,611$; $a_3 = 9,9$ olduğunu bilərək xarakteristik tənliyin köklərini tapaıq:

$$0,0292P^2 + 0,611P + 9,9 = 0$$

$$P_{1,2} = \frac{-a_2 \pm \sqrt{a_2^2 - 4a_1a_3}}{2a_1} = \frac{-0,611 \pm \sqrt{(0,611)^2 - 4 \cdot 0,0292 \cdot 9,9}}{2 \cdot 0,0292} = \frac{-0,611 \pm \sqrt{0,373 - 1,156}}{0,0584} = \frac{-0,611 \pm 1,187}{0,0584} = -10,5 \pm j20,32 = \alpha \pm j\beta$$

$$\alpha = -10,5; \beta = 20,32$$

Köklər kompleks şəkildə alındığı üçün tənliyin həlli aşağıdakı kimi olacaqdır.

$$y = e^{-\alpha t} (c_1 \cos \beta t + c_2 \sin \beta t) \quad (34)$$

($Y = \Delta F_k$) prosesin başlanğıc şərtinə görə $t=0$ olduqda $y=1$ və $y'=0$ olacaqdır.

Onda $C_1 = 1$; $C_2 = \frac{\alpha}{\beta} C_1$; $C_2 = \frac{10,5}{20,32} = 0,51$. C_1 və C_2 -nin qiymətlərini (34) düsturunda

yerinə yazsaq:

$$Y = e^{-\alpha t} (\cos 20,32t + 0,51 \sin 20,32t) \quad (35)$$

$t=0,02$ san. olarsa, $e^{-\alpha t} = e^{-10,5 \cdot 0,02} = e^{-0,21} = 0,81$, $\cos 20,32t = \cos 20,32 \cdot 0,02 = \cos 0,4$

$\cos 0,17$ radian qiymətini dərəcəyə keçirsək alarıq:

$$\alpha = \frac{180}{\pi} \cdot 0,4 = \frac{180}{3,14} \cdot 0,4 = 22,92^\circ$$

Onda $\cos 22,92^\circ = 0,921$, $0,51 \sin 20,32t = 0,51 \sin 20,32 \cdot 0,02 = 0,51 \sin 0,4$ olacaqdır.

$\sin 0,4$ radian qiymətini dərəcəyə keçirsək, alarıq:

$$\alpha = \frac{180}{\pi} \cdot \alpha = \frac{180}{3,14} \cdot 0,4 = 22,92^\circ$$

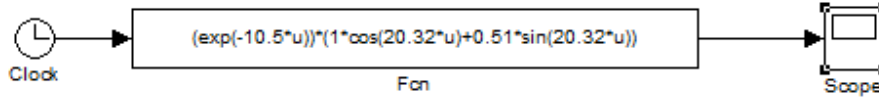
$\sin 22,92^\circ = 0,390$; onda $0,51 \sin 0,4 = 0,51 \cdot 0,389 = 0,198$ olacaqdır.

Alınan qiymətləri (35) düsturunda yerinə yazsaq alarıq.

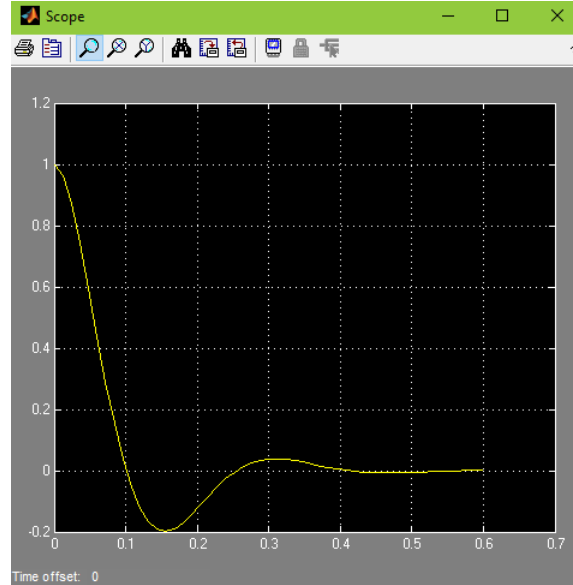
$$Y = e^{-\alpha t} (c_1 \cos \beta t + c_2 \sin \beta t)$$

$$y = e^{-\alpha t} (\cos 20,32t + 0,51 \sin 20,32t) = 0,81(0,918 + 0,198) = 0,81 \cdot 1,12 = 0,907$$

(35) ifadəsi əsasında MATLAB proqramında qurulmuş modelin 5-də, keçid prosesinin xarakteristikası isə şəkil 6-da göstərilmişdir.



Şəkil 5. MATLAB programının Simulink bölməsində(35) ifadəsinin modeli



Şəkil 6. Keçid prosesinin xarakteristikası

Keçid xarakteristikasından görünür ki, avtomatik sistem 0,6 saniyə ərzində işə düşüb kənatdakı müqavimət qüvvəsini əvvəlki qiymətinə qaytarır və kənatın qırılmasının qarşısı alınır.

Nəticə

Avtomatik yanalma bucurqadının struktur sxemində kontaktlı verici diferensial transformator vericisi ilə, maqnit stansiyasının kontaktorları isə sabit cərəyan bəndli eninə impuls modulyasiyalı tezlik çeviricisi ilə əvəz edilmiş, nəticədə avtomatik yanalma bucurqadına lazım olan idarə elementlərinin etibarlığı artırılmış və qəza hadisələrinin qarşısının alınması üçün qurğunun tez işləməsi təmin edilmişdir. Avtomatik sistemin dayanıqlı olması və keçid proseslərinin keyfiyyətli olması aşkar edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Mehdiyev H. A, Həsənov Z. Ə, Şabanov T.H. Avtomatlaşdırılmış gəmi elektrik intiqalları.(**dərslük**), Bakı, "Nurlan", 2005-ci il, 358 səh.
2. Mehdiyev H.A. "Elektrik intiqalının nəzəriyyəsi". (**dərs vəsaiti**),Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının mətbəəsi. 2012-ci il, 118 səh.
3. Судовые электроприводы.(**dərslük**),Справочник.Л.Судостроение,1983,Т.II-384 ст.
4. Rüstəmov Q.Ə. Avtomatiktənzimləmə nəzəriyyəsi.(**dərslük**), MATLAB/Simulinkdəmodelləşdirmə. Bakı, 2012-ci il, 750səh.

UOT 539.3

DARTILMA VƏ SIXILMADA STATİK HƏLL OLUNMAYAN SİSTEMLƏRİN GƏRGİN-DEFORMASIYA HALININ TƏDQIQI BARƏSİNDƏ

A.D.ƏHMƏDOV

BAKI MÜHƏNDİSLİK UNİVERSİTETİ

BAKI/AZƏRBAYCAN

azer.ahmadov58@gmail.com

D.S.QƏNİYEV

AZƏRBAYCAN AVTOMOBİL YOLLARI DÖVLƏT AGENTLİYİ,

AZƏRYOLELMİTƏDQIQATLAYİHƏ İNSTİTUTU

BAKI/AZƏRBAYCAN

qanidilqem@gmail.com

T.A.ƏHMƏDOV

METAL TRADERS

BAKI/AZƏRBAYCAN

ehmedov.toqrul@gmail.com

XÜLASƏ

Məqalədə dartılma və sıxılmada statik həll olunmayan sistemlərdə gərgin-deformasiya halı tədqiq olunur. Eyni materialdan hazırlanmış müxtəlif sərtliliklərə malik olan üç mildən asılmış tirdən ibarət olan sistemdə, millərdəki daxili qüvvələr təyin olunur. Millərdəki qüvvələri təyin etmək üçün statikanın iki müvazinət tənliklərinə sistemin elementlərinin deformasiyası əsasında tərtib olunan deformasiyaların birgəliyi tənliyi əlavə olunur. Üç xüsusi hal nəzərdən keçirilmişdir. Birinci və üçüncü hallarda gərgin-deformasiya halları bir-birinə müvafiqdir və millərdəki qüvvələr eyni qiymətlər alır. İkinci halda isə gərgin və deformasiya hallarının bir-birinə müvafiq olmamasına baxılmış və millərdəki qüvvələr üçün birinci və üçüncü hallarda olduğundan fərqli qiymətlər alınmışdır. Məsələn ən kiçik iş prinsipi qanununa görə də həll edilmiş və nəticələr birinci və üçüncü hallarda olduğu kimi, millərdəki qüvvələr üçün eyni qiymətlər alınmışdır.

Sistem üçün xarici qüvvənin buraxılabilən qiyməti təyin edilmiş və millərdəki gərginliklər hesablanmışdır. Statik həll olunmayan sistemlərdə az gərgin elementlərdə material sərfini azaltmaq məqsədi ilə ən kəskin ölçülərini kiçiltmək olmaz, çünki bu zaman sərtliliklər və qüvvələr dəyişir ki, bu halda məsələni yenidən həll etmək lazımdır.

Gərgin-deformasiya halının düzgün seçilməməsi qüvvələrin səhv hesablanmasına və sistemin yükötürmə qabiliyyətinin, gərgin halının səhv müəyyən edilməsinə səbəb olur.

Açar sözlər: Statik həll olunmayan, deformasiyaların birgəliyi, gərgin-deformasiya halı, buraxılabilən yük, sərtlik, material sərfi, potensial enerji, enerji qanunu, müvafiq, mil.

В СТАТЬЕ ИССЛЕДУЕТСЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМАХ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ И СЖАТИИ

АННОТАЦИЯ

В системе состоящий из балки подвешенный на трёх стержней изготовленный из одного того же материала с различными жёсткостями, определяется усилия в стержнях. К двум уравнениям равновесия статики добавляется, уравнения совместности деформаций, получаемый из деформированного состояния системы. Рассмотрено три частных случаев. В первом и в третьем случаях напряжённо-деформированное состояния соответствуют друг-другу и поэтому для усилий в стержнях получены одинаковые величины. Во втором случае рассмотрено случай в котором напряженно- деформированное состояния не соответствуют друг – другу и поэтому для усилий получены разные величины отличающийся от первого и второго случаев.

Задача решена также с применением принципа наименьшей работы и для усилий в стержнях получились те же величины, как и в случаях один и три.

Определена допускаемая нагрузка и напряжение в стержнях. В статически неопределимых системах для уменьшения расхода материала в недогруженных элементов, нельзя уменьшать размеры поперечного сечения, потому что, в этом случае жёсткости и усилия меняются и необходимо произвести новый расчёт.

От несоответствия напряжённно-деформированного состояния ,получаются ошибочными; величены усилий, несущей способность системы и напряжённное состояние.

Ключевые слова; статически неопределимость, совместимость деформаций, напряжённно-деформированное состояние, допускаемая нагрузка, жёсткость, расхода материала,потенциальная энергия, энергетический закон, соответствие, стержень.

INVESTIGATION-STRESS-STRAIN STATE OF STATICALLY INDETERMINATE SYSTEMS IN TENSION AND COMPRESSION

ABSTRACT

In this paper investigated stress-strain state of statically indeterminate systems in tension and compression. In the system a beam and three bars are made the same material and different stiffness, determined forces in the bars.

To two equation of equilibrium added equation of compatibility of deformations from representation the system in a deformed state. Considered three special cases. In first and third cases stress-strain state correspond to each-other, that is why the stresses in bars have the same value. In the second cars stress-stain state is not correspond to each-other, so stresses in these bars obtained with different values in comparing with first and third cases.

The problem is solved by applying principle of least work too and stresses in the bars obtained with the same value as in the first and third cases.

Determined allowable load and normal stresses in the bars. In order to decrease the consumption of materials in the bars and values of stress in the bars understresses impossible to decrease of cross-sections of the members. Causes changing stiffness of the bars and values of stresses in the bars. So in this case must be done a new calculation of quantities.

In case of wrong choice of stress-strain state, wrong values of loads, wrong load carrying capacity and wrong stress state will be obtained.

Key words: statically indeterminate, compatibility of deformations, stress-strain state, allowable load, stiffness, consumption of material, potential energy, energy law, corresponding, bar.

Giriş

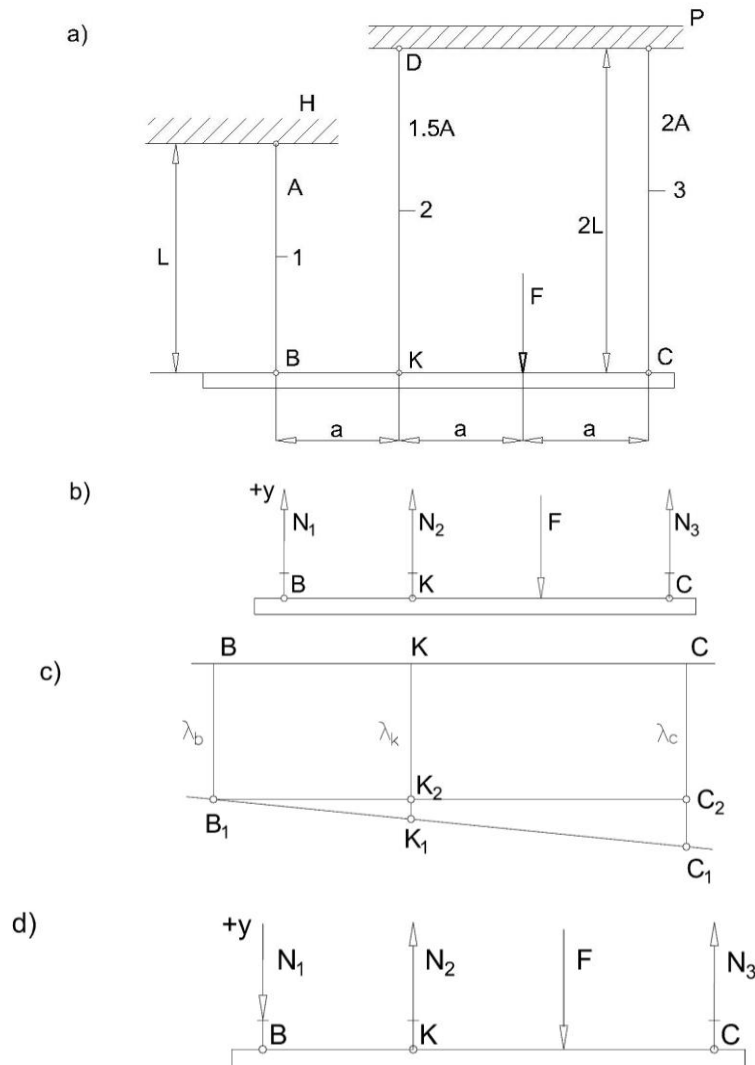
Müasir mühəndis texnikasının bir çox sahələrində statik həll olunmayan sistemlərdən geniş istifadə olunur. Belə sistemlərdən biri də millər sistemi vasitəsilə saxlanılan cisimlərdir. Bu sistemlərin həlli nəticəsində millərin en kəşik ölçülərinin, onlara və konstruksiyaya tətbiq oluna biləcək yüklərin buraxılabilən qiymətini, müxtəlif nöqtələrinin yerdəyişmələrini tapmaq tələb olunur., materiallarının seçilməsi məsələləri qarşıya çıxır. Statik həll olunmayan məsələlərin həlli zamanı tələb olunan məchul qüvvələri və sonradan deformasiyaları təyin etmək üçün statikanın müvazinət tənlikləri kifayət etmir. Tənliklərin sayı məchulların sayından artıq olur. Yəni sistem statik həll olunmayan olur. Statik həll olunmamazlıq dərəcəsi sistemdə olan ümumi məchulların sayı ilə yazılması mümkün olan tənliklərin sayı arasındakı fərqə bərabər olur. Məsələnin riyazi cəhətdən həlli üçün məchulların sayı tənliklərin sayına bərabər olmalıdır. Məsələnin həlli üçün statik həll olunmamazlıq dərəcəsinin sayı qədər əlavə tənliklər tərtib etmək lazımdır ki, onlar da deformasiyaların birgəliyi tənlikləridir. Müvazinət və deformasiya tənlikləri birgə həll olunaraq məchul qüvvələr, yerdəyişmələr və deformasiyalar təyin olunur. Nəzəri mexanikada reaksiya qüvvələrinin təyin olunması zamanı onların istiqamətləri ixtiyarı seçilə bilər. Millərin reksiyalarının cisimdən çıxan istiqamətdə yönəlməsi,

milin dartılmasının, cismə doğru istiqamət isə sıxılmasının göstəricisi olur. Məsələnin həlli nəticəsində reaksiyaların müsbət işarə ilə alınması onların istiqamətlərinin düzgün seçilməsini, mənfi işarəsi isə reaksiya qüvvəsinin istiqamətinin ilkin olaraq qəbul olunanın əksinə olduğunu göstəricisidir.

Lakin statik həll olunmayan sistemlərin həlli zamanı tərtib olunan əlavə deformasiya tənlikləri gərgin hala müvafiq olmalıdır. əks halda səhv nəticələr alınır və material sərfindən düzgün istifadə olunmur, konstruksiya elementləri az və ya çox gərginləşmiş olur. Baxılan məqalədə statik həll olunmayan məsələlərin həllində gərgin-deformasiya halının (GDH) düzgün seçilməsi məsələsi tədqiq olunur.

Məsələnin qoyuluşu

Statik həll olunmayan millər sistemi üçün millərdə yaranan daxili qüvvələri sistemə təsir edən F qüvvəsi ilə ifadə etməli. (şəkil 1a) BC tiri mütləq sərt qəbul edilir.



Şəkil 1

Hər üç milin materialının eyni ($E=\text{const}$) olduğunu qəbul edərək məsələnin həlli üçün iki halı (I və II) nəzərdən keçirək. Məsələ bir dəfə statik həll olunmayandır. Müstəvi paralel qüvvələr sistemi üçün statikanın iki müvazinət tənliyini yazmaq olar. Millərdə tapılması tələb

olunan məchulların sayı (N_1 , N_2 və N_3) üçə barabər olduğundan məsələ 3-2=1 dəfə statik həll olunmayıdır. Bir əlavə tənlik tərtib etmək lazımdır.

I hal. Milləri kəsərək BC tırının üç məchul N_1 , N_2 , N_3 və F qüvvələrinin təsirindən müvazinətə baxaq. Hər üç milin dartıldığını qəbul edirik (şəkil 1b). Statikanın iki müvazinət tənliyini tərtib edirik

$$\oplus \uparrow \Sigma Y(Fi) = 0; N_1 + N_2 + N_3 - F = 0 \quad (1)$$

$$\rightarrow \oplus \Sigma M_B(Fi) = 0; -N_2 \cdot a + F \cdot 2a - N_3 \cdot 3 \cdot 3a = 0$$

$$\text{və ya } N_2 + 3N_3 = 2F \quad (2)$$

II hal. Milləri kəsərək 1 milinin sıxıldığını, 2 və 3 millərinin dartıldığını qəbul edirik (şəkil 1d) və BC tırının müvazinətinə baxırıq.

$$\uparrow \oplus \Sigma Y(Fi) = 0;$$

$$\uparrow \oplus \Sigma M_B(Fi) = 0;$$

Müvazinət tənliklərini tərtib edirik.

$$-N_1 + N_2 - F + N_3 = 0 \quad (3)$$

$$-N_2 \cdot a - F \cdot 2a - N_3 \cdot 3a = 0$$

$$\text{və ya } N_2 + 3N_3 = 2F \quad (4)$$

Məsələnin həlli üsulu

I HAL. Fərz edək ki, millərin deformasiyası nəticəsində BC tırı deformasiyadan sonra B_1 C_1 vəziyyətini alır. Hər üç mil dartılır. Bu deformasiya halı (şəkil 1c), millərin dartıldığı qəbul edilən hala (şəkil 1b) müvafiqdir. Fərz olunur ki, BC tırı deformasiyadan sonra aşağı düşür və düzxəttliliyini saxlayaraq (çünki məsələnin qoyuluşuna görə mütləq sərt qəbul edilir) maili vəziyyət alır. Millərin tirə bərkidildiyi B, K və C nöqtələrinin yerdəyişmələri millərin uzanmalarına bərabərdir yəni

$$\lambda_B = \Delta l_1, \lambda_K = \Delta l_2, \lambda_C = \Delta l_3$$

B_1 nöqtəsindən tırın başlanğıc vəziyyətinə B_1 C_2 paralel xətti çəkərək B_1 K_2 K_1 və B_1 C_2 C_1 oxşar üçbucaqlarını alırıq. Bu üçbucaqların oxşarlığından aşağıdakı yerdəyişmələr tənliyini alarıq:

$$\frac{K_2 K_1}{C_2 C_1} = \frac{B_1 K_2}{B_1 C_2} = \frac{a}{3a} \text{ və ya } \frac{\lambda_K - \lambda_B}{\lambda_C - \lambda_B} = \frac{\Delta l_2 - \Delta l_1}{\Delta l_3 - \Delta l_1} = \frac{1}{3} \text{ və ya}$$

$$\Delta l_3 - \Delta l_1 = 3(\Delta l_2 - \Delta l_1), \text{ və ya } 2\Delta l_1 - 3\Delta l_2 + \Delta l_3 = 0 \quad (5)$$

Millərin uzanmalarını Hük qanununa görə mildəki qüvvə ilə $\Delta l = \frac{N_1}{EA}$ istifadə edirik.

$$2 \frac{N_1 \cdot l}{EA} - 3 \frac{N_2 \cdot 2l}{E \cdot 1,5A} + \frac{N_3 \cdot 2l}{E \cdot 2A} = 0$$

Bu tənliyi həll etməklə alarıq

$$2N_1 - 4N_2 + N_3 = 0 \quad (6)$$

Üç məchullu üç tənlik sistemini həll edirik:

$$N_1 + N_2 + N_3 = F$$

$$N_2 + 3N_3 = 2F \quad (7)$$

$$2N_1 - 4N_2 + N_3 = 0$$

və $N_1 = \frac{3}{17}F$, $N_2 = \frac{4}{17}F$, $N_3 = \frac{10}{17}F$ alırıq.

Bütün qüvvələr müsbət işarə ilə alınmışdır, yəni ilkin olaraq daxili qüvvələrin istiqaməti düzgün seçilmişdir. Yəni, 1,2 və 3 milləri dartılmaya məruz qalır.

II hal. Gərgin hal üçün (şəkil 1d) vəziyyətini qəbul edirik. Fərz olunur ki, 1-mili sıxılır, 2 və 3 milləri isə dartılır. Deformasiya halı üçün millərin hər üçünün dartıldığını qəbul edirik, yəni deformasiya halını I haldakı kimi (şəkil 10) qəbul edirik. Bu halda gərgin –deformasiya halları bir-birinə müvafiq deyildir. 1-milində sıxılma qüvvəsinin tısırından, onun uzunluğunun artması alınır.

(6) yerəyişmələr tənliyi eyni olur, üç məchullu üç tənlik sistemini həll edirik. (3) və (4) tənliklərinə (6) tənliyini əlavə edirik.

$$-N_1 + N_2 + N_3 = F$$

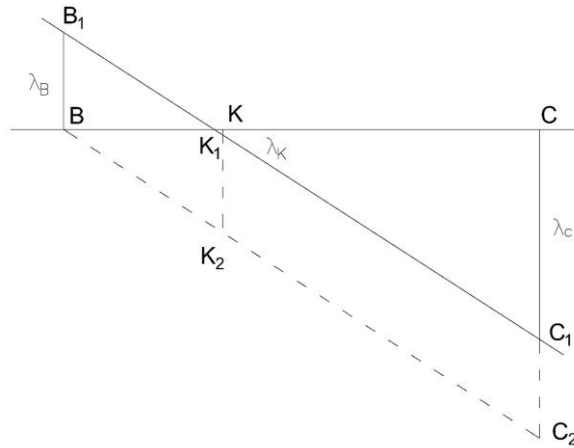
$$N_2 + 3N_3 = 2F \quad (8)$$

$$2N_1 - 4N_2 + N_3 = 0$$

Sistemi həll etsək:

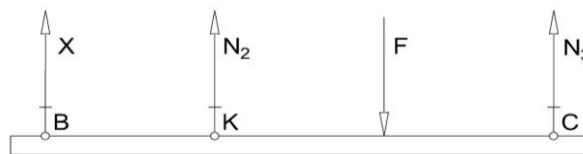
$$N_1 = \frac{1}{3}F, N_2 = 0; N_3 = \frac{2}{3}F \text{ alırıq.}$$

1-ci və 3-cü milin dartıldığı, 2-ci milin isə deformasiyaya uğramadığı alınır. Göründüyü kimi nəticələr birinci halla müqayisədə kəskin fərqlənir.



Şəkil 2

III hal. Gərgin hal üçün (şəkil 1d) vəziyyətini qəbul edirik. Fərz olunur ki, 1-mili sıxılır, 2 və 3-milləri isə dartılır. Deformasiya halı üçün BC milinin deformasiyadan sonra vəziyyətini şəkil 2-də olduğu kimi qəbul edirik.



Şəkil 3

Bu halda gərgin (şəkil 1d) və deformasiyav (şəkil 2) halları bir-birinə müvafiqdir. Yerdəyişmə tənliyini tərtib edirik. Tırın deformasiyadan sonra aldığı $B_1 C_1$ düz xəttinə paralel BC_2 xəttini çəkib BK_2 və BCC_2 üçbucaqlarının oxşarlığından aşağıdakı yerdəyişmələr tənliyini alırıq.

$$\frac{KK_2}{CC_2} = \frac{BK}{BC} = \frac{a}{3a}; \frac{\lambda_k - \lambda_b}{\lambda_c - \lambda_b} = \frac{\Delta l_2 - \Delta l_1}{\Delta l_3 - \Delta l_1} = \frac{1}{3}$$

və ya

$$\Delta l_3 + \Delta l_1 = 3(\Delta l_2 + \Delta l_1), \text{ və ya}$$

$$2\Delta l_1 + 3\Delta l_2 - \Delta l_3 = 0 \quad (9)$$

Deformasiyaları qüvvələrlə ifadə etsək alırıq.

$$2N_1 + 4N_2 - N_3 = 0 \quad (10)$$

Beləliklə məsələnin həlli üçün aşağıdakı üç məchullu, üç tənlik sistemini alırıq

$$-N_1 + N_2 + N_3 = F$$

$$N_2 + 3N_3 = 2F \quad (11)$$

$$2N_1 - 4N_2 + N_3 = 0$$

Sistemi həll edərək $N_1 = -\frac{1}{3}F$, $N_2 = \frac{4}{17}F$, $N_3 = \frac{10}{17}F$ alırıq.

N_1 -in ifadəsində mənfi işarəsi onu göstərir ki ilkin olaraq N_1 qüvvəsinin sıxılan qəbul olunduğu istiqamətin düzgün seçilmədiyi, həmin milin həqiqətdə dartıldığını göstərir. Beləliklə, həm I, həm də III hallarında 1,2,3 millərində daxili qüvvələr eyni qiymətlər alır və məlum olur ki hər üç mil dartılmaya məruz qalır.

IV hal. Enerji qanununu tətbiq edək. Statik həll olunmayan sistemlərin həllində deformasiyanın potensial enerjisinin minimumu qanunundan (ən kiçik iş prinsipi) geniş istifadə olunur.

Bu qanuna görə elastiki cismin (sistemin) müvazinətinin həqiqi gərgin halı digər qonşu müvazinət hallarından deformasiyanın potensial enerjisinin minimum olması ilə fərqlənir. Məsələn, fərz edək ki, potensial enerji məlum məchul kəmiyyətlərdən X_1 , X_2 və sairə qüvvələrindən asılıdır. Onda bu qanuna görə bütün məchul qüvvələri enerjinin minimum olması şərtindən təyin etmək olur:

$$\frac{\partial U}{\partial x_1} = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial x_2} = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial x_3} = 0; \quad \dots, \quad \frac{\partial U}{\partial x_n} = 0; \quad (12)$$

Lakin bu qanun xətti deformasiya olunan (Hüq qanununa tabe olan) elastiki cisim və sistemlər üçün doğrudur. Onun köməyi ilə məchul kəmiyyətləri təyin etmək üçün tələb olunan xətti tənlikləri tərtib etmək olar. 1, 2 və üç millərini kəsib 1-milindəki qüvvəni məchul darta qəbul edib X -la işarə edək. Müvazinət tənliklərini tərtib edirik (şəkil 3).

$$\oplus \uparrow \Sigma Y(F_i) = 0; \quad X + N_2 - F + N_3 = 0$$

$$\text{və ya } X + N_2 + N_3 = F \quad (13)$$

$$\oplus \uparrow M_B(F_i) = 0; \quad -N_2 \cdot a + F \cdot 2a - N_3 \cdot 3a = 0 \quad (14)$$

$$\text{və ya } N_2 + 3N_3 = 2F$$

Yəni (14) tənliyi (4) tənliyi ilə eynidir.

$$\begin{aligned} X + N_2 + N_3 &= F \\ N_2 + 3N_3 &= 2F \end{aligned} \quad (15)$$

tənliklər sistemini həll edib N_2 və N_3 qüvvələrinin X və F ilə ifadələri üçün alarıq ki:

$$N_2 = \frac{F-3X}{2}, N_3 = \frac{X+F}{2}$$

Deformasiyanın potensial enerjisini hesablayırıq:

$$\begin{aligned} U &= \sum_{i=1}^n \frac{N_i^2 l_i}{2E_i A_i} = \frac{1}{2E} \left[\frac{N_1^2 l_1}{A} + \frac{N_2^2 l_2}{1,5A} + \frac{N_3^2 l_3}{2A} \right] = \frac{1}{2E} \left[\frac{x^2 \cdot l}{A} + \frac{(F-3X)^2 \cdot 2l}{6A} + \frac{(X+F)^2 \cdot 2l}{8A} \right] = \frac{l}{12EA} [6x^2 + (F-3X)^2 + 1,5(X+F)^2] \\ &= \frac{l}{12EA} [6x^2 + 2F^2 - 12Fx + 18x^2 + 1,5x^2 + 3Fx + 15F^2] = \frac{l}{12EA} (25,5x^2 - 9Fx + 3,5F^2) \end{aligned} \quad (16)$$

X məchul qüvvəsini deformasiyanın potensial enerjisinin minimum olması şərtindən təyin edirik.

$$\frac{\partial U}{\partial X} = 0$$

$$\text{və ya } 51X - 9F = 0, \text{ və } x = \frac{3F}{17} \quad (17)$$

$$(13) \text{ və } (14) \text{ tənliklərindən } N_2 = \frac{4}{17}F \text{ və } N_3 = \frac{10}{17}F$$

Millərdəki daxili qüvvələr üçün I və III hallarında olduğu kimi eyni nəticə alınır, yəni hər üç mil dartılır.

NƏTİCƏLƏR. Fərz edək ki, şəkil 1a-da göstərilmiş system üçün F qüvvəsinin elastiklik həddi daxilində buraxılabilən qiymətini təyin etmək tələb olunur və hər üç milin materialı üçün buraxılabilən normal gərginliyi σ_{all} qəbul edirik.

$$\max \sigma = \frac{\max N}{A} \leq \sigma_{all}$$

möhkəmlik şərtindən I və II hal üçün F qüvvəsinin buraxılabilən qiymətini $-[F]$ təyin edək.

Birinci hal hər üç milin möhkəmlik şərtindən:

$$[\max N_1] \leq A \cdot \sigma_{all}$$

$$\frac{3}{17}[F] \leq A \cdot \sigma_{all} \text{ və } [F] \leq \frac{17}{3}A \cdot \sigma_{all}$$

$$[\max N_2] \leq 1,5A \cdot \sigma_{all}$$

$$\frac{4}{17}[F] \leq 1,5A \cdot \sigma_{all} \text{ və } [F] \leq \frac{25,5}{4}A \cdot \sigma_{all}$$

$$[\max N_3] \leq 2A \cdot \sigma_{all}$$

$$\frac{10}{17}[F] \leq 2A \cdot \sigma_{all} \text{ və } [F] \leq \frac{17}{5}A \cdot \sigma_{all}$$

Bu qüvvələrdən ən kiçiyini $[F] = \frac{17}{5}A \cdot \sigma_{all}$ sistem üçün buraxılabilən qüvvə kimi qəbul edirik.

Millərdəki gərginlikləri hesablayırıq

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A} = \frac{1}{A} \cdot \frac{3}{17} \cdot \frac{17}{5}A \cdot \sigma_{all} = 0,6 \sigma_{all}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{1,5A} = \frac{1}{1,5A} \cdot \frac{4}{17} \cdot \frac{17}{5}A \cdot \sigma_{all} = 0,533 \sigma_{all}$$

$$\epsilon_3 = \frac{N_3}{2A} = \frac{1}{2A} \cdot \frac{10}{17} \cdot \frac{17}{5} A \cdot \epsilon_{all} = \epsilon_{al}$$

Göründüyü kimi 1 və 2 milləri az yüklənmişdir. Lakin həmin millərin en kəsiyini material sərfi nöqtəyi nəzərinə kiçiltmək olmaz, çünki statik həll olunmayan sistemlərdə qüvvələrin paylanması millərin sərtlikləri nisbətindən asılıdır və en kəsiyin kiçildilməsi millər üçün yeni sərtliklərin alınması ilə müşahidə olunacaqdır ki, bu da hesablamanın təzədən aparılmasına səbəb olacaqdır. Çünki bu halda millərdəki qüvvələr başqa qiymətlər alacaqdır.

Beləliklə dartılma və sıxılmada statik həll olunmayan sistemlərin həllində aşağıdakı nəticələrə gəlmək olar:

1. Sistemdə gərgin (qüvvələr) – deformasiya halları mütləq bir-birinə müvafiq olmalıdır.
2. Millərin az yüklənməsi halında en kəşik ölçülərini kiçiltmək olmaz, çünki bu halda millərin sərtliyi və onlarda yaranan qüvvələr dəyişilir, hesablamanı yenidən aparmaq lazımdır.
3. Bəzi sistemlərdə bütün millərin dartıldığı fərz olunaraq hesablamanı başlamaq olmur. Bu halda ilkin olaraq deformasiya halını qəbul edib, sonradan ona müvafiq olan gərgin (qüvvələr) halını seçmək olar. Dartılan millərdə məchul qüvvələri, darta, sıxılan millərdə isə sıxan qəbul edib istiqamətləri müəyyən olunmalıdır.
4. İlkin olaraq deformasiya vəziyyətinin seçilməsi yeganə deyildir və əsas tələbat ondan ibarətdir ki, gərgin-deformasiya halları mütləq bir-birinə müvafiq olmalıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. С.М Тарг.Краткий курс теоретической механики ,М.Наука,1970,480с.
2. М.И.Бать,Г.Ю.Джанелидзе,А.С.Кельзон. Теоретическая механика в примерах и задачах Т.1,М,Наука, 1990,670с.
3. П.Степин. Сопротивление материалов.М, Высшая школа,1987,368с.
4. С.П Тимошенко, Дж .Гере. Механика материалов ,М,мир,1976,672с.
5. А.И Винокуров.Сборник задач по сопротивлению материалов,М, Высшая школа,1990,384с.
6. А.В.Александров,В.Д.Потапов,Б.П. Державин. Сопротивление материалов,2004,М, Высшая школа,560с.
7. I.A.Bəxtiyarov. Materiallar müqaviməti, 2008, В. Тəhsil, 286S
8. I.R.Sadıqov. Materiallar müqaviməti, I Hissə, 2010, В. Тəhsil, 376S

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 cədvəlin 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 gönderilebilir.
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 fakslanmalıdır.

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.