

# AZƏRBAYCAN ALİ TEXNİKİ MƏKTƏBLƏRİNİN XƏBƏRLƏRİ

PROCEEDINGS OF AZERBAIJAN HIGH TECHNICAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

ВЕСТНИК ВЫСШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

VOLUME 14 ISSUE 03 2022

CİLD 14 BURAXILIŞ 03 2022

Platform &  
workflow by  
**OJS/PKP**



**The beautiful thing about learning is nobody can take it away from you—B. B. King**

**E-ISSN: 2674-5224, DOI: 10.36962/PAHTEI**

**AZƏRBAYCAN ALİ TEXNİKİ MƏKTƏBLƏRİNİN XƏBƏRLƏRİ**

**PROCEEDINGS OF AZERBAIJAN HIGH TECHNICAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

**ВЕСТНИК ВЫСШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА**

**VOLUME 14 ISSUE 03 2022**

**CİLD 14 BURAXILIŞ 03 2022**

**JOURNAL INDEXING  
CROSSREF**

**EESTI, TALLINN 2022**



ISSN: 1609-1620, E-ISSN: 2674-5224

**PAHTEI**

REFEREED & REVIEWED JOURNAL

E-ISSN: 2674-5224

VOLUME 14 ISSUE 03 2022

Editors-in-chief: Mustafa Babanlı.  
Deputy of Editor-in chief: Mehriban İsmayılova.  
Technical and reviewer team manager: Javahir Gasimova.

Baş Redaktor: Mustafa Babanlı.  
Baş redaktorun müavini: Mehriban İsmayılova  
Texniki və resenzent qrupun meneceri: Cəvahir Qasimova.

©Publisher: Azerbaijan State Oil and Industry University. İ/C 1400196861 (Azerbaijan).  
Rector: Mustafa Babanlı. Doctor of Technical Sciences. Professor.  
Registered address: 20, Azadlıq pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.  
©Editorial office: 20, Azadlıq pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.  
©Typography: Azerbaijan State Oil and Industry University İ/C 1400196861 (Azerbaijan).  
Registered address: 20, Azadlıq pr., Baku, Azerbaijan, AZ 1010.

©Nəşriyyat: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti. VÖEN 1400196861 (Azərbaycan).  
Rektor: Mustafa Babanlı. Texnika Elmləri Doktoru. Professor.  
Qeydiyyat ünvanı: Azadlıq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.  
©Redaksiya: Azadlıq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.  
©Mətbəə: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti VÖEN 1400196861 (Azərbaycan).  
Qeydiyyat Ünvanı: Azadlıq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.

©Publisher: ICRET. MTÜ (Estonia, Tallinn), R/C 80550594.  
Director and Founder: Seyfulla İsayev (Azerbaijan).  
Deputy and Founder: Namiq İsayev. PhD in Business Administration. (Azerbaijan).  
©Editorial office / Redaksiya: Harju maakond, Tallinn, Kesklinna linnaosa, Narva mnt 5, 10117  
Telephones / Telefonlar: +994 55 241 70 12; +994 51 864 88 94  
Website/Veb səhifə: <https://scia.website/>  
E-mail: sc.mediagroup2017@gmail.com

©Nəşriyyat: MTÜ Beynəlxalq Tədqiqat, Təhsil & Təlim Mərkəzi. Q/N 80550594.  
Direktor və Təsisçi: Seyfulla İsayev (Azərbaycan).  
Direktorun müavini və Təsisçi: Namiq İsayev. PhD. Biznesin İdarə Olunması. (Azərbaycan).

E-ISSN: 2674-5224; DOI: 10.36962 / PAHTEI  
PROCEEDINGS OF AZERBAIJAN HIGH TECHNICAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Accepted for publication in this edition 21.03.2022



©LLC ASOIU, MTÜ IRETC. All rights reserved. Reproduction, store in a retrieval system, or transmitted in any form, electronic of any publishing of the journal permitted only with the agreement of the publishers. The journal is published and is shared in soft copy only. Publishing the journal in hard copy is prohibited. The editorial board does not bear any responsibility for the contents of advertisements and papers. The editorial board's views can differ from the author's opinion. The journal published and issued by The Southern Caucasus Media.





## TABLE OF CONTENTS

<b>Arif Məmmədov, Nizami İsmayilov, Muxtar Hüseynov, Faiq Quliyev</b> ELEKTRİK POLADININ ƏRİTMƏ PROSESİNİN RİYAZİ MODELƏŞDİRİLMƏSİNİN BƏZİ ASPEKTLƏRİ .....	04
<b>Qafar İsmayilov, Şahin İsmayilov, Arzu Sultanova</b> OBLİTERASIYA VƏ SIXILMA SKIN-EFFEKTLƏRİ HAQQINDA .....	13
<b>Cavidə Dəmirova, Şahyamən Həsənova</b> TƏHLÜKƏSİZLİK SİSTEMLƏRİNİN QURULMASINDA İŞIQLANDIRILMANIN AVTOMATİK İDARƏ EDİLMƏSİ .....	22
<b>Cəbrayıl Eyvazov</b> QUM TƏZAHÜRÜNÜN QUYUNUN DRENAJ SAHƏSİNƏ TƏSİRİ .....	29
<b>Gülşən Kərimzadə, Arif Qurbanov</b> ELEKTROMEXANİKİ APARATLARDA İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİN XARAKTERİSTİKALARI .....	37
<b>Гамат Гусейнов, Аббас Аббасов</b> ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ, ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУД И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ НА МЕДНО-КОЛЧЕДАННОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ГОША .....	48
<b>Toğrul Kərimov</b> MAYE ƏLAVƏLİ QAZ KƏMƏRLƏRİNİN TEXNOLOJİ REJİMLƏRİNİN TƏHLİLİ .....	55
<b>Mehriban Mammadova, Vusala Rzayeva</b> STEADY - STATE LONGITUDINAL VIBRATIONS OF A VISCOUSLY DAMAGED ROD WITH REGARD TO SECONDARY EFFECTS .....	63
<b>Murad Mammadov</b> THE RUSSIAN GOVERNMENT'S MEASURES TO SUPPORT THE RUSSIAN ECONOMY DURING COVID-19 CRISES .....	71
<b>Saida Mammadova</b> ARTIFICIAL INTELLIGENCE USE IN FINANCE AND BANKING SYSTEM .....	79
<b>Наргиз Багирова</b> СВЯЗЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦИНК-КАЛЬЦИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В РЕАКЦИИ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭТАНОЛА В АЦЕТОН .....	89
<b>Oktay Mirzayev, Idzabike Sardarova, Sabina Kazimova</b> POSSIBILITIES OF "SMART HOME" SYSTEM.....	96
<b>Sakit Rəsulov, Elçin Nəbiyev, Aqil Heybətov</b> NEFT-QAZ KOMPLEKSİNDƏ DUZÇÖKMƏ VƏ KORROZIYA PROBLEMLƏRİNİN ANALİTİK TƏDQIQI .....	101
<b>Zakir Abdurrahimov</b> RESERVOIR PRESSURE MAINTENANCE (RPM) ON OIL DEPOSITS .....	117
<b>Vəfa Süleymanova, Nurlan Cəbizadə, Sevil Zeynalova</b> KLASTER ANALİZİN TƏTBİQİ ƏSASINDA OXŞAR OBYEKTŁƏRİN AYRILMASI HAQQINDA .....	125



## SOME ASPECTS OF MATHEMATICAL MODELING OF ELECTRIC STEEL MELTING PROCESS

<sup>1</sup>Arif Mammadov, <sup>2</sup>Nizami Ismayilov, <sup>3</sup>Mukhtar Huseynov, <sup>4</sup>Faiq Guliyev

<sup>1,2</sup>AzTU, Department of Metallurgy and Materials Science, <sup>1, 2</sup>Dr.tech.sc., professor

<sup>3</sup>Ph.D., Associate Professor, AzTU, Department of Metallurgy and Materials Science

<sup>4</sup>Ph.D., Associate Professor, Baku Steel Company LLC, Quality Department

E-mail: <sup>1</sup>ariff1947@mail.ru, <sup>2</sup>nizism@mail.ru, <sup>3</sup>muxtar53@mail.ru, <sup>4</sup>faiqguliyev@mail.ru

### ABSTRACT

The article discusses some aspects of mathematical modeling of the process of melting electric steel on the basis of innovative metallurgical technologies. It was noted that the production of electric steel mainly consists of three stages - preparation of the charge, melting and casting of liquid steel. The most important of these stages is the mathematical modeling of the melting process, especially the physicochemical processes that take place during melting.

All physicochemical processes controlled in order to obtain the required chemical composition of electric steel for modeling are combined into two main groups, such as metal refining and alloying.

Possibilities of mathematical modeling of electric steel melting processes have been identified: to successfully solve different types of problems without conducting production experiments; to ensure optimal modes of melting in specific production conditions.

The problems to be solved by mathematical modeling have been identified: construction of a model for specific conditions that allow to achieve the required value of any parameter of the solution; possibility to purchase electric steel in specific conditions; minimum cost of material, time, labor and energy and required chemical composition, temperature and mass melting of steel; automatic control of all parameters of the solution.

To solve these problems, the characteristics of static, dynamic and mixed mathematical models have been identified. It has been shown that a deterministic mathematical model can be applied to a system of equations expressing the functional relationships between the parameters of the solution and the factors affecting them.

The mixed mathematical model includes equations expressing functional correlations. This model is actually a deterministic static model. Depending on the problem, the expediency of using appropriate models in the melting of electric steel is justified.

In general, the creation of a mathematical model of melting processes of electric steel includes: dividing the melting into elementary physicochemical processes within the limits of each period, ie decomposing the melting process; to give a quantitative description of each elementary process, ie to describe the process mathematically; write a mathematical model of each cycle of melting by combining the quantitative characteristics of the parameters and elementary processes controlled on the basis of the equations of material and heat balances; to obtain a mathematical model of the solution as a whole by combining mathematical models of different periods.

As an example of the application of mathematical modeling in electroplating processes, the amount of pores formed during the steel melting process in the main braided electric arc furnace was calculated using scrap metal.





**Keywords:** electroplating steel, mathematical modeling, static model, dynamic model, deterministic model, mixed model, functional relationships.

## ELEKTRİK POLADININ ƏRİTMƏ PROSESİNİN RİYAZİ MODELLEŞDİRİLMƏSİNİN BƏZİ ASPEKTLƏRİ

<sup>1</sup>Arif Məmmədov, <sup>2</sup>Nizami İsmayilov, <sup>3</sup>Muxtar Hüseynov <sup>4</sup>Faiq Quliyev

<sup>1,2,3</sup>AzTU, Metallurgiya və materialşünaslıq kafedrası, <sup>1,2</sup>t.e.d., professor, <sup>3</sup>t.e.n., dosent,

<sup>4</sup>“Baku Steel Company” MMC, Keyfiyyət departamenti, t.e.n., dosent,

E-mail: <sup>1</sup>ariff1947@mail.ru, <sup>2</sup>nizism@mail.ru, <sup>3</sup>muxtar53@mail.ru, <sup>4</sup>faiqquliyev@mail.ru

### XÜLASƏ

İnnovativ metallurji texnologiyalar əsasında elektrik poladının əritmə prosesinin riyazi modelləşdirilməsinin bəzi aspektləri müzakirə olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, elektropolad istehsalı, əsasən, üç mərhələ - şıxtənin hazırlanması, əritmə və maye poladın qəlibə tökülməsindən ibarətdir. Bu mərhələlərdən ən vacibi əritmə prosesi, xüsusilə, əritmə zamanı gedən fiziki-kimyəvi proseslərin riyazi modelləşdirilməsidir.

Modelləşdirmənin aparılması üçün elektrik poladının tələb olunan kimyəvi tərkibinin əldə olunması ilə əlaqədar idarə olunan bütün fiziki-kimyəvi proseslər metalın saflaşdırılması və legirlənməsi kimi iki əsas qrupda birləşdirilmişdir.

Elektrik poladının əritmə proseslərinin riyazi modelləşdirilməsinin imkanları müəyyən olunmuşdur: istehsalat eksperimentləri aparmadan müxtəlif tipli məsələləri müvəffəqiyyətlə həll etmək; konkret istehsalat şəraitlərində aparılan əritmələrin optimal rejimlərini təmin etmək.

Riyazi modelləşdirmə ilə həll edilən məsələlər müəyyən olunmuşdur: əritmənin hər hansı parametrinin lazımı qiymətinə nail olmaq imkanı verən konkret şərait üçün modelin qurulması; konkret şəraitdə elektropoladın alınma imkanı; material, vaxt, əmək və enerjinin minimal məsrəfi və tələb olunan kimyəvi tərkib, temperatur və kütləli poladın əridilməsi; əritmənin bütün parametrlərinin avtomatik idarə olunması.

Sadələndirilmiş məsələləri həll etmək üçün statik, dinamik və qarışıq tipli riyazi modellərin xüsusiyyətləri müəyyən olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, əritmənin parametrləri və onlara təsir edən amillər arasında funksional əlaqələri ifadə edən tənliklər sisteminin determinə olunmuş riyazi modeli tətbiq edilə bilər.

Qarışıq riyazi modelə funksional korrelyasiya əlaqələrini ifadə edən tənliklər daxil olur. Bu model əslində determinə olunmuş statik modeldir. Məsələnin qoyuluşundan asılı olaraq elektrik poladının əridilməsində münasib modellərin istifadə olunmasının məqsədəuyğunluğu əsaslandırılmışdır.

Riyazi modelləşdirmənin elektropoladəritmə proseslərində tətbiqinin nümunəsi kimi metal tullantıları istifadə etməklə əsasi hörgülü elektrik qövs sobasında poladəritmə prosesi zamanı yaranan posanın miqdarının hesablanması aparılmışdır.

**Açar sözlər:** elektropoladəritmə, riyazi modelləşdirmə, statik model, dinamik model, determinə olunan model, qarışıq model, funksional əlaqələr.



**Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişaf Fondunun maliyyə dəstəyilə yerinə yetirilmişdir: Qrant №EIF-MQM-ETS-2020-1(35)-08/02/1-M-02.**

**Giriş:** Elektrik poladının istehsalı prosesi üç əsas bənddən ibarətdir: şıxtə materiallarının (xammalın) hazırlanması, poladın əridilməsi və maye poladın qəlibə tökülməsi. Bu bəndlərin son məqsədi tələb olunan mexaniki xassələri təmin edən kimyəvi tərkibli poladın alınmasıdır. Poladın tərkibi isə mürəkkəb fiziki-kimyəvi proseslərin getməsi ilə əlaqədardır və bu proseslərin bir hissəsi ya çətin idarə olunandır, ya da ümumiyyətlə onları idarə etmək mümkün deyildir [1].

Hazırda elektrik poladının tələb olunan kimyəvi tərkibinin əldə olunması ilə əlaqədar idarə olunan bütün fiziki-kimyəvi prosesləri iki əsas qrupa bölmək olar [2]: metalın saflaşdırılması - ilkin metalda olan aşqarların artıq miqdarının kənarlaşdırılması; metalın oksigensizləşdirilməsi və legirlənməsi – tələb olunan kimyəvi tərkibli poladda faydalı aşqarların və oksigenin zəruri miqdarına nail olmaq üçün metala çatışmayan aşqarlar və ya onların çatışmayan miqdarının daxil edilməsi.

**Məqsəd:** İnnovativ metallurji texnologiyalar elektrik poladının əritmə proseslərinin dəqiq hesablamaları əsasında idarə olunmasını tələb edir, bu isə həmin proseslərin riyazi modelləşdirilməsi ilə mümkündür. Riyazi modelləşdirmə aşağıdakılara imkan verir: birincisi, istehsalat eksperimentləri aparmadan müxtəlif tipli məsələləri müvəffəqiyyətlə həll etmək; ikincisi, konkret istehsalat şəraitlərində aparılan əritmələrin optimal rejimlərini təmin etmək [2, 3].

Riyazi modelləşdirmə yolu ilə həll edilən elektropolad istehsalının tipik məsələlərini aşağıdakı dörd qrupa bölmək olar:

1. Əritmənin hər hansı bir ayrıca parametrinin lazımı qiymətinə nail olmaq imkanı verən konkret şəraitlər üçün modelin qurulması (metalın temperaturu, metalda fosfor, kükürd və s. miqarı).
2. Qəbul olunmuş konkret şəraitlərdə verilən markalı elektropoladın alınma imkanı və məqsədəuyğunluğunun aşkar edilməsi.
3. Nəzərdə tutulan əritmənin verilən konkret şəraitləri üçün optimal aparılma variantının seçilməsi, yəni material, vaxt, əmək və enerjinin minimal məsrəfləri ilə tələb olunan kimyəvi tərkib, temperatur və kütləyə malik maye elektropoladın alınmasının təmin edilməsi.
4. Əritmənin bütün maraq doğuran parametrləri, o cümlədən eksperimental yolla təyini mürəkkəb və ya qeyri-mümkün olan parametrlər haqqında tam məlumatın alınması.

Sadələnən məsələlər hazırda elektrik poladının əritmə proseslərinin riyazi modellərinin tərtib edilməsinin ən aktual məsələlərindən biridir.

**Metodlar:** Elektropolad əritmə prosesinin riyazi modelinin xüsusiyyətlərini təhlil edək. Elektropoladəritmə prosesinin riyazi modeli bu prosesə təsir edən amilləri və parametrləri əlaqələndirən tənliklər sistemidir [3]. Bu model prosesin bir parametri və bu parametərə təsir edən dəyişənləri nəzərə alırsa, onda yalnız bir tənlikdən ibarət ola bilər. Lakin elektropoladəritmə prosesləri metalın və posanın tərkibi, temperaturu, qatılığı və s. səciyyələndirən bir neçə parametrlərin eyni vaxtda, həm də müntəzəm nəzərə alınmasını tələb edir.

Bundan başqa, bu parametrlərdən hər birinə təsir edən amillər, bir qayda olaraq asılı dəyişənlər olur. Adətən bu parametrlər, həm də bəzi amillər arasında qarşılıqlı əlaqələr mövcud olur. Ona görə də elektropoladəritmə proseslərinin riyazi modelləri böyük sayda tənliklərdən ibarət olan mürəkkəb bir sistemi əks etdirməlidir.



Əritmənin riyazi modeli prosesin alqoritmini yaratmaq üçün ilkin (əsas) şərt kimi xidmət edir. Bunun altında hesablama prosesini müəyyən edən tam və dəqiq təsvir, yəni ilkin məlumatları axtarılan nəticəyə (bizim halda - prosesin parametrlərinə) çevirməyə imkan verən hesablama işlərinin yerinə yetirilmə ardıcılığı başa düşülür.

Əritmənin alqoritmı adətən riyazi modeldən bir qədər genişdir, çünki o riyazi yazılışdan savayı, həm də məntiqi şərtləri və digər elementləri ehtiva edə bilər. Prosesin alqoritmının (alqoritmiləşdirmə) tərtibi əritmənin modelləşdirilməsi və prosesin idarə olunmasının avtomatlaşdırılmış sisteminin yaradılması üçün lazımdır [4, 5].

Parametrləri əhatə etmə həcminə görə fərqləndirilən riyazi modellərin bir neçə tam və qeyri-tam (xüsusi, sadələşdirilmiş); vaxta görə parametrlərin dəyişməsinə nəzər alma imkanlarına görə - statik və dinamik; tərtib olunma üsuluna görə statistik, determinəşdirilmiş və qarışıq tiplərinin tərtibi mümkündür.

Tam riyazi model əritmənin bütün əsas parametrlərini əhatə edən, yəni əritmə prosesini tam təsvir edən modeldir. Qeyri-tam (xüsusi, sadələşdirilmiş) riyazi model parametrlərin sayına və ya onun getmə vaxtına görə prosesin müəyyən hissəsini əhatə edir. Bununla yanaşı, müxtəlif şəkilli xüsusi modellər də tərtib oluna bilər: əritməni bütövlükdə və ya onun hansısa hissəsini əhatə edən; məsələn, fosforsuzlaşma prosesinin modeli, qızdırma və əritmənin son mərhələsində metalın karbonsuzlaşma və s. prosesləri əhatə edən modellər.

İlkin parametrlərin optimal qiymətlərini (materialların sərfi və s.) və son parametrlərin mümkün qiymətlərini (metal və posanın tərkibi və temperaturu və s.) təyin etməyə imkan verən əritmənin riyazi modeli statik modeldir. Ancaq əritmənin başlanğıc və son parametrlərini, həm də prosesin gedində cari qiymətləri (əritmənin istənilən vaxtında qiymətləri) təyin etməyə imkan verən riyazi model dinamik model adlanır.

Göstərilən təriflərdən göründüyü kimi, statik model dinamik modelin xüsusi halıdır. Ona görə də statik model həmişə son tənliklər sistemini, dinamik model isə diferensial tənliklər sistemini təqdim edir. Obyektə (elektrik poladının əritmə prosesi) "qara qutu" kimi baxaraq, riyazi statistika metodlarının köməyi ilə alınan modeli statistik model hesab etmək olar. Belə modeldə əsas fərziyyə ondan ibarətdir ki, sistemdə (poladəridici elektroqövş sobasında) fiziki-kimyəvi mahiyyəti qeyri-müəyyən və ya az öyrənilmiş proseslər gedir, yəni prosesin parametrləri və onlara təsir edən amillər arasında funksional əlaqələrin qurulma imkanı yoxdur.

Ona görə də statistik modellər eksperimental, bir qayda olaraq istehsalat məlumatlarını (adətən, reqressiya analiz metodları ilə) emal edərək, parametrlər və onlara təsir edən amillər arasında statistik əlaqəni (qeyri-funksional) səciyyələndirən reqressiya tənliklərinə əsaslanır. Əgər istehsalat məlumatları kifayət həcmə malikdirsə, reqressiya tənliklərini tərtib etmək nisbətən asandır. Lakin bu modellər əhəmiyyətli qüsurlara malikdir. Birincisi, onlarda bir qayda olaraq, prosesin fiziki mahiyyəti açılmır. İkincisi, onlar yalnız konkret şəraitlərin məlumatları üçün ədalətli və onların digər hallarda tətbiqi mümkün deyil, yəni statistik model universallığa malik olmur.

Ona görə də statistik modelləri yalnız o halda istifadə etmək olar ki, metallurji prosesin həmin mərhələsində prosesin fiziki-kimyəvi mahiyyətini əks etdirən və əritmənin parametrləri və onlara təsir edən amillər arasında funksional əlaqələri ifadə edən tənliklərin alınması mümkün görünür.

Hazırda elektrik poladı istehsalı proseslərinin fiziki-kimyəvi əsasları yaxşı öyrənilmişdir. Yəni, əldə olunmuş nəzəri məlumatlar əritmə prosesinin əsas parametrlərinin son qiymətləri və onlara əhəmiyyətli təsir edən əksər amillər arasında funksional əlaqələri qurmağa tam imkan verir.





Aydındır ki, əritmənin statistik riyazi modelində əsas tənliklər prosesin fiziki-kimyəvi mahiyyətini və funksional rabitəni ifadə edən tənliklər sistemi kimi təqdim edilə bilər. Belə tənliklər qismində material və istilik balansları tənliklərini göstərmək olar. Əritmənin parametrləri və onlara təsir edən amillər arasında funksional əlaqələri təsvir edən tənliklərdən ibarət olan riyazi model determinə olunmuş riyazi model hesab oluna bilər.

Determinə edilmiş riyazi modellər universaldır və ən müxtəlif cəhətli elmi və praktiki məsələləri müvəffəqiyyətlə həll etməyə imkan verir. Ona görə elektroəritmə proseslərinin determinasiya olunan riyazi modellərinə əsas elmi qüvvələri istiqamətləndirmək daha məqsədəuyğun hesab oluna bilər. Qarışıq riyazi model funksional, həm də korrelyasiya əlaqələrini ehtiva edən tənliklərdən ibarət olur və determinə olunmuş-statistik riyazi modeldir.

Beləliklə, fikrimizcə, elektropoladəritmənin termodinamiki məlumatlarını istifadə edərək, regressiya tənliklərini maksimum məhdudlaşdırmaqla funksional əlaqələri ifadə edən tənliklərdən ibarət etibarlı statistik riyazi modellər yaratmaq mümkündür [6].

**Nəticə:** Hazırda elektropoladəritmədə əritmənin təmiz determinasiya olunan dinamik modelini yaratmaq mümkün deyil, çünki bunun üçün prosesi kəmiyyətcə ifadə edən kinetik xarakteristikaları bilmək lazımdır, onlar isə əksər hallarda əlçatan olmur. Ona görə də əritmənin dinamiki riyazi modelini hələ ki, qarışıq determinə olunan – statistik model şəklində təqdim etmək olar [7,8].

Belə modelin əsası kimi material və istilik balanslarının sonuncu tənliklərindən ibarət olan və əritmənin nəzarət olunan parametrlərinin son qiymətlərini təyin etməyə imkan verən determinasiya olunan statistik model istifadə edilə bilər. Əritmənin əsas parametrlərini təyin etməyə imkan verən tənliklər isə (bir qayda olaraq diferensial) prosesin istənilən anında funksional və regressiya tənlikləri qismində çıxış edə bilərlər.

Beləliklə, elektropoladəritmə proseslərinə statistik riyazi model tərtib edərkən praktiki “ışıqlı qutu” kimi, dinamiki modeli tərtib edəndə isə “boz qutu” kimi baxmaq olar, ancaq heç bir halda onları “qara qutuya” oxşatmaq olmaz.

Elektropoladın əritmə prosesləri idarəetmə obyektləri, aydındır ki, riyazi yazılış obyektləri kimi mürəkkəb sistemləri əks etdirir, çünki əritmənin gedişi və nəticələri kəmiyyətlərin çox böyük sayı ilə müəyyən olunur. Onlardan əksəriyyəti prosesin tipi və onun reallaşdırma şəraitlərindən asılı olaraq geniş diapazonda dəyişə bilər.

Elektroəritmənin riyazi yazılışında prosesin gedişini və nəticələrini müəyyən edən bütün kəmiyyətləri bir sıra qruplara bölmək olar. Elektroəritmənin gedişini və nəticələrini səciyyələndirən kəmiyyətləri prosesin parametrləri, parametrlərdən asılı olan kəmiyyətləri isə amillər adlandırmaq olar.

Əritmənin gedişində elektropoladəritmə proseslərinin əsas parametrlərinə adətən nəzarət edir və tənzimləyirlər. Onlara, birinci növbədə metalın tərkibi (C, Mn, Si, S, P və b. miqdarı), posanın əsasiliyi və elektrovannanın temperaturu aiddir. Qalan kəmiyyətlərə onlara nisbətə amillər kimi baxmaq olar.

Baxılan kəmiyyətlər əritmənin gedişinə və nəticələrinə təsir dərəcəsinə görə qruplara bölünə bilər: riyazi yazılışda və hesablamalarda nəzərə alınan əhəmiyyətli (birinci dərəcəli) və qeyri-əhəmiyyətli (ikinci dərəcəli) - bunlar baxılmaya bilər; əritmədən əritməyə dəyişmə imkanlarına görə - dəyişən və sabit amillər; hər bir əritmə hədlərində xarakterinə görə vaxtdan asılı olan dinamik amillər; ondan asılı olmayan statik amillər; öyrənilmə dərəcəsinə görə - məlum və məchul amillər.



Baxılan kəmiyyətlərin göstərilən əlamətlərinin istəniləninə görə yuxarıda verilmiş bölgü müəyyən dərəcədə şərtidir. Məsələn, prosesin parametrləri adətən qarşılıqlı əlaqəlidirlər, yəni bir parametrdə digərinə nisbətə əl kimi baxmaq olar. Məsələn, metalda karbonun miqdarının dəyişməsi adətən elektrovannanın temperaturunun dəyişməsinə səbəb olur.

Aydın ki, temperatura nisbətə karbonun miqdarı əl hesab oluna bilər. Təxmini riyazi təsvirdə qəbul olunmuş qeyri-əhəmiyyətli və ya sabit kəmiyyətə daha dəqiq riyazi yazılışda əhəmiyyətli və dəyişən kimi baxıla bilər. Bu gün öyrənilməmiş (naməlum) amillər sabah məlum amillər ola bilər.

Elektropoladın əritmə proseslərinin riyazi yazılışı həm də onları hissələrə bölmədən mümkün deyil. İstənilən elektroaqreqatda poladın əridilməsi, hətta statistik modelin tərtibində, heç olmasa iki hissəyə bölünməlidir: oksidləşdirici - saflaşdırma və oksigensizləşdirmə - legirləmə; çünki əritmənin bu hissələrindən hər biri digərindən prinsipə fərqlənən məsələlər kimi həll edilir və onlar adətən müxtəlif məkanda (saflaşdırma - yalnız elektrovannada, oksigensizləşdirmə - əsasən çalovda) aparılır.

Əritmənin bu sadalanan hissələrini daxilində daha çox elementar hissələrə bölmək lazımdır, onlar çox saylı xüsusi fiziki-kimyəvi proseslərdir: kimyəvi reaksiyalar, müxtəlif materialların qızdırılması və əridilməsinin fiziki prosesləri; ətraf mühitlə vannanın istilik mübadiləsi hadisələri və s.

Elementar prosesləri miqdarca səciyyələndirib və xarakteristikaları material və istilik balanslarının tənliklərinə gətirib, əritmənin riyazi modelini tərtib etmək üçün zəruri olan əsas tənlikləri, yəni müxtəlif amillərdən əritmənin idarə olunan parametrlərinin asılılığını ifadə edən tənlikləri almaq mümkündür.

Bundan başqa, elektropoladəritmədə oksidləşdirmə və saflaşdırmanın vaxta görə bölünməsi çox əhəmiyyətli ola bilər. Məsələn, tullantılar və yuvarlardan istifadə etməklə elektroqövş polad əritmədə klassik variantların riyazi yazılışında oksidləşdirmə və saflaşdırmanı üç mərhələdə fərqləndirmək rəasionaldır: təkrar tullantının əridilməsi, yuvarların əritmə prosesləri və təmiz qaynama.

Çünki bu mərhələlərdən hər birində oksidləşdirici saflaşdırmanın idarə olunma imkanları, şəraitləri və onların vannanın qızma prosesində sinxronlaşması əhəmiyyətli dərəcədə fərqlidir. Fiziki-kimyəvi proseslərin bu və ya digər qruplarının getmə şəraitləri və əritmə prosesinin vaxta görə hissələrə bölünməsi də çox vacibdir, çünki bu halda əritmənin ümumi modeli müəyyən dərəcədə dinamik modelin əlamətlərini əldə edir.

Dinamik modelin tərtibində vaxta görə əritmənin getməsinə hissələrin sonsuz böyük sayına bölmək lazımdır. Dinamik model prosesin parametrlərinin qiymətlərini nəinki əritmənin sonunda, həm də onun ayrı-ayrı dövrlərinin sonunda təyin etməyə imkan verir. Ona görə dinamik modelin belə imkanları həmişə istifadə olunmalıdır.

**Posanın miqdarının hesablanması.** Riyazi modeləşdirmənin imkanlarından istifadə edərək elektrik poladının əritmə prosesində yaranan posanın miqdarını təyin etmək. Məlumdur ki, posanın əridilən poladın keyfiyyət göstəricilərinə, əritmə prosesinin rəntalbelliyinə, tullantı kimi ekoloji mühitə və digər parametrlərə ciddi təsir göstərən komponentdir.

Adətən, elektroqövş sobasında poladəritmə əsas proseslə aparılır. Ona görə də əsas prosesdə posanın miqdarının təyini mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bir tərəfdən əsas posanın zərərli aşqarların (P, S) təmizlənməsində vacib rol oynayır, digər tərəfdən isə maye metalı çirkləndirə bilər. Ona

görə də bütövlükdə elektropoladəritmədə və ya müəyyən əritmə dövrlərində yaranan posanın miqdarını təyin etmək vacibdir.

Əritmənin əsas parametrləri məlum olduqda yaranan posanın miqdarını aşağıdakı düsturla təyin etmək olar (1):

$$g_p = \frac{100}{100 - (\sum FeO)} [\sum \beta_E \Delta[E] + 10^{-2} \sum g_i m_i + g_{iz}^d], \quad (1)$$

burada  $(\sum FeO)$  – posada (FeO və Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dəmir oksidlərinin miqdarı, %;  $\sum \beta_E \Delta[E]$  – posaməhləgətirici metal oksidlərin miqdarı, kq;  $10^{-2} \sum g_i m_i$  – şıxtənin qeyri-metal hissəsinin (əhəng, bərk oksidləşdirici, əlavə flüs) əmələ gətirdiyi posanın miqdarı, kq;  $g_{iz}^d$  – digər mənbələrdən (əsasən sobanın hörgüsündən) yaranan posanın miqdarıdır, kq.

Öz növbəsində

$$\sum \beta_E \Delta[E] = 2,14\Delta[Si] + 2,29\Delta[P] + 1,29\Delta[Mn] + \dots, \quad (2)$$

$$10^{-2} \sum g_i m_i = 10^{-2} g_{əhəng} m_{əhəng} + 10^{-2} g_{b.o} m_{b.o} + 10^{-2} g_{əf} m_{əf}, \quad (3)$$

Sonuncu düsturlarda 2,14, 2,29, 1,29 - uyğun elementin 1kq-nın oksidləşməsi zamanı nə qədər oksidin alınmasını (kq) nəzərə alan stexiometrik əmsallar;  $g_{əhəng}$ ,  $g_{b.o}$ ,  $g_{əf}$  – əhəngin, bərk oksidləşdirici və əlavə flüsün (boksit, üzgəclı şpat və s.) kütləsi, kq;  $m_{əhəng}$ ,  $m_{b.o}$ ,  $m_{əf}$  – əhəng, bərk oksidləşdirici və əlavə flüsdə posa əmələgətirici oksidlərin (dəmir oksidlərisiz) miqdarıdır, %.

Posada dəmir oksidlərinin miqdarı bir çox amillərdən asılıdır, onlardan əsasları maye metalda karbonun konsentrasiyası, posanın əsaslılığı və vannanın temperaturudur. Sadalanan amillər aşağıdakı empirik tənliklərlə yazıla bilər:

$$(\sum FeO) = m + \left(4,75 \frac{0,2}{[C]} - 2,5 \cdot 10^{-2} \Delta t\right) B, \quad (4)$$

Maye metalda karbonun miqdarının həlledici rol oynadığı xüsusilə azkarbonlu poladların ( $[C] < 0,05\%$ ) elektroəritmə prosesinin son mərhələsində yaranan posada dəmir oksidinin miqdarını belə təyin etmək olar:

$$(\sum FeO) = 12 + \frac{0,9}{[C]} \quad (5)$$

(4)-cü düsturda fasiləsiz elektroəritmə prosesləri üçün  $m=6 \div 9$  qəbul edilə bilər. (5) düsturu isə sadəliyinə baxmayaraq, hətta karbonun daha yüksək konsentrasiyaları üçün də kafi nəticələr verir. Ona görə də (5) ifadəsi və o hallarda ki,  $[C] > 0,05\%$  olduqda əritmənin son mərhələsində dəmir oksidinin miqdarının təyini üçün istifadə oluna bilər. Elektropolad əritmədə prosesin başlanğıc mərhələsində posada dəmir oksidlərinin miqdarı əsasən temperaturdan asılıdır və adətən 25-35% təşkil edir.

Əritmə rejimini müəyyən etmək üçün prosesin lap başlanğıcında yaranan ilkin posanın miqdarını bilmək lazımdır. Bu halda hələ əritmənin parametrləri haqqında əksər məlumatlar məlum olmur. Ona görə də prosesin başlanğıc mərhələsində posanın miqdarını təyin etmək üçün yuxarıdakı



düsturlardan istifadə etmək mümkün deyil. Bu mərhələdə posanın miqdarını təyin etmək üçün aşağıdakı yarımempirik düsturdan istifadə etmək olar:

$$g_{pos} = 2B(2,14\Sigma Si_{\text{şix}} + g_{SiO_2}^d), \quad (6)$$

Bu düsturda  $B$  – posanın  $CaO/SiO_2$  nisbətilə ifadə olunan əsasiliyi;  $\Sigma Si_{\text{şix}}$  – metal şixtəsində silisiumun miqdarı, %;  $g_{SiO_2}^d$  – metal şixtəsindən başqa digər bütün mənbələrdən posaya daxil olan silisium oksidinin miqdarıdır.

Hesablamalarda elektropoladəritmədə istifadə olunan metal şixtəsinin tərkibi haqqında məlumatlar adətən məlum olur. Posanın əsasiliyi  $B$ , silisium oksidinin digər mənbələrdən daxil olan miqdarı, habelə posada  $SiO_2$ -nin miqdarını praktikada qarşılaşdığımız dəyişmə hədlərində götürmək olar.

Məsələn, elektropoladəritmədə praktiki məlumatlardan aşağıdakıları qəbul etmək olar:  $B=3,0-3,5$ ;  $SiO_2$  – 15-20%;  $g_{SiO_2}^d$  – 0,7-1,5 kq. Təxmini olaraq ilkin hesablamalarda qaçılmaz yaranan posanın miqdarını 10-12 kq (%) həddində qəbul etmək olar. Əlbəttə, elektrik əritməsində posanın miqdarı şixtdə tullantıların təmizlik dərəcəsi və sobaya verilən digər komponentlərin (əhəng, flüs və s.) keyfiyyətindən asılıdır.

Beləliklə, ayrı-ayrı əritmə dövrlərinin riyazi modellərini birləşdirməklə bütövlükdə əritmənin digər parametrləri, o cümlədən metalda aşqarların qalıq miqdarını təyin etmək, ayrı-ayrı proseslərin posa rejiminin səciyyəvi variantları seçmək, müxtəlif texnoloji əlavələrin sərfini hesablamaq və sonra da prosesə lazımi düzəlişlər aparmaq olar. Lakin məqalənin həcminə qoyulan məhdudiyyət bu məsələlərin sonrakı işlərdə aparılmasını diqtə edir.

**Nəticə:** Beləliklə, ümumi halda elektrik poladının əritmə proseslərinin riyazi modelinin yaradılması aşağıdakıları ehtiva edir: hər bir dövrün hədlərində əritməni elementar fiziki-kimyəvi proseslərə bölmək, yəni əritmə prosesini dekompozisiya etmək; hər bir elementar prosesin kəmiyyətə xarakteristikasını vermək, yəni prosesi riyazi təsvir etmək; material və istilik balansları tənlikləri əsasında idarə olunan parametrlər və elementar proseslərin kəmiyyət xarakteristikalarını birləşdirməklə əritmənin hər bir dövrünün riyazi modelini yazmaq; ayrı-ayrı dövrlərin riyazi modellərini birləşdirməklə bütövlükdə əritmənin riyazi modelini əldə etmək. Beləliklə, əritmənin riyazi modelinin tərkib hissəsi kimi elektrik poladının əridilməsi prosesində yaranan posanın miqdarının hesablanması modeli təklif olunmuşdur.

## ƏDƏBİYYAT

1. Protsess i mashini elektrometallurqicheskoqo proizvodstva. Monoqrafiya (Rus d.) / S.R. Raxmanov, V.L. Tepolov, M.İ. Qasik, A.T. Mamedov, A.A. Azimov. – Baku-Dnepr: “Sistemniye texnologiyi”, İzdatelstvo “Sabah”, 2017, 568 s.
2. Qorobets V.Q., Qavrilova M.N. Proizvodstvo stali v duqovoy peçi (Rus d.). M.: Metallurqiya, 2016, 208 s.
3. Kudrin V.A. Teoriya i texnologiya proizvodstva stali. // Uçebnik dlya vuzov (Rus d.). – M.: Mir, İzdatelstvo “AST”, 2013, 528 s.
4. Biqeyev A.M. Matematicheskoye opisaniye i raschyoty staleplavilnix protsessov. // Uçebnoye posobiye dlya vuzov (Rus d.). – M.: Metallurqiya, 2002. – 160 s.



5. Biqeyev A.M. Raschyotı martenovskix plavok (Rus d.). – M.: Metallurqiya, 2016, 387 s.
6. Biqeyev A.M., Kolesnikov Y.A. Osnovı matematıçeskoqo opisaniya i rasçyotı kislorodno-konventornıx protsessov (Rus d.). – M.: Metallurqiya, 1986, 229 s.
7. Velichko A.Q., Raxmanov S.R., Babanlı M.B., Mamedov A.T., Bayramov A.T. Vnepeçnaya obrabotka pri proizvodstve vısokokaçestvennıx staley. / Monoqrafiya (rus d.). NMetAU i AQUNP. – Baku, 2021. – 467 s.
8. Babanlı M.B., Məmmədov A.T., Cabbarov T.Q., Məmmədli N.R. Qara və əlvan metallar əsasında yeni materialların işlənməsinin əsas istiqamətləri. // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri. – 2021. - Cild 10, buraxılış 06. – S.14-20.

Publication history

Article received: 26.02.2022

Article accepted: 10.03.2022

Article published online: 21.03.2022





## ABOUT SKIN EFFECTS OF OBLITERATION AND COMPRESSION

<sup>1</sup>Qafar Ismayilov, <sup>2</sup>Shahin Ismayilov, <sup>3</sup>Arzu Sultanova

<sup>1</sup>professor, <sup>2</sup>c.t.s, dosent, <sup>3</sup>senior laboratory assistant, <sup>1,2,3</sup>ASOIU, "Oil and gas engineering",

E-mail: asi\_zum@mail.ru, s.ismayilov58@mail.ru, arzu-sultanova@rambler.ru

### ABSTRACT

There should be factual information on the skin-effect on each well that reduces oil and gas production for operational work, as well as for the calculation of oil and gas deposits or for the design of field development.

Well development and operation experience shows that contamination of the bottomhole zone and deterioration of leakage properties may be associated not only with collution, but also with events such as obliteration and rock compaction. Thus, during the operation of wells, events such as shrinkage and retention of microcatches and capillaries in fractured-porous formations over time are inevitable. The impact of this factor must also be taken into account, as the method of impact on the bottomhole zone and the compression of formations under the influence of overburden pressure. Such events should be attributed to the factors that increase the resistance of the bottomhole zone and should be studied as an object of research.

The discovery of deep hydrocarbon deposits and their development experience show that failure to take into account the deformation of the porous medium as a result of a drop in formation pressure during development reduces the reliability of development parameters. The commissioning of deeper oil, gas and gas condensate fields requires the interpretation of mining data and the development of methods for hydrodynamic research of wells, taking into account the density of layers. Compression of stratified formations with significant deformation during development and the impact of this effect on the development process significantly improves the theory of filtration, taking into account the compression of formations in gas-hydrodynamic modeling, interpretation of mining data and other issues.

In order to study and assess the skin effect associated with obliteration and compression, it is necessary to analyze real well data during the operation of productive oil layers. Three of them used the concepts of "normal" production, productivity, as well as the lowest production and productivity of the oil well in operation, and analyzed the performance of the well for several years.

This analysis is based on the fact that production changes from depression to exponential law. The article puts forward a version of the existence of obliteration and compression skin effects along with colmatation in a practical example, and a methodology has been developed and tested to determine them. It has been found that during real depressions for collectors, these skin effects ( $S_{o-c}$ ) may be greater than the colmatation skin effect ( $S_{col}$ ). However, in practice, the value of the  $S_{col}$  is not accurately determined by one measurement based on the pressure build-up curve. The skin effect of obliteration and compression ( $S_{o-c}$ ) is simply often negligible.

In order to assess the skin-effect of colmotion and obliteration-compression in the reduction of well production, calculations were made at the values of the contour radius  $R_k = 150$  m and well radius  $r_q = 0.1$  m. As a result, it was determined that the production of wells can be reduced by 64% due to the obliteration-compression effect. This is about 10 times more than skin effect of colmotation.



It was determined that the skin-effect of obliteration and compression had a greater effect on productivity should be taken into consideration when forecasting well production.

**Keywords:** obliteration, skin effect, collector, productivity, production, pressure

## OBLİTERASIYA VƏ SİXILMA SKIN-EFFEKTLƏRİ HAQQINDA

<sup>1</sup>Qafar İsmayilov, <sup>2</sup>Şahin İsmayilov, <sup>3</sup>Arzu Sultanova

<sup>1</sup>professor, <sup>2</sup>dosent, <sup>3</sup>baş laborant, <sup>1,2,3</sup>ADNSU, "Neft-qaz mühəndisliyi",

E-mail: asi\_zum@mail.ru, s.ismayilov58@mail.ru, arzu-sultanova@rambler.ru

### XÜLASƏ

Quyuların iş rejiminin tənzimlənməsi zamanı operativ iş üçün, həmçinin neft və qaz ehtiyatlarının hesablanması və yataqların işlənməsinin layihələndirilməsi məqsədilə neftin və qazın hasilatını azaldan skin-effekt haqqında hər quyu üzrə faktiki məlumatlar olmalıdır.

Quyuların mənimsənilməsi və istismar təcrübəsi göstərir ki, quyudibi zonasının çirklənməsi, süzülmə xüsusiyyətlərinin pisləşməsi təkcə kolmatasiya ilə deyil, obliterationa və sükurların sıxılması kimi hadisələrlə də bağlı ola bilər. Belə ki, quyuların istismarı zamanı çatlı-məsaməli sükurlarda mikroçatların və kapillyarların zaman keçdikdə en kəsiklərinin kiçilməsi və tutulması kimi hadisələr qaçılmazdır. Quyudibi zonaya təsir üsulları və dağ təzyiqinin təsirindən sükurların sıxılması baş verdiyi üçün bu amilin də müəyyən təsiri nəzərə alınmalıdır. Bu cür hadisələr quyudibi zonasının müqavimətini artıran səbəblərə aid edilməli və tədqiqat obyekti kimi öyrənilməlidir.

Dərində yatan kollektorlarla təmsil olunan karbohidrogen yataqlarının kəşfi və onların işlənmə təcrübəsi göstərir ki, işlənmə zamanı lay təzyiqinin düşməsi ilə baş verən məsaməli mühitin deformasiyasının nəzərə alınmaması işlənmə göstəricilərinin etibarlılığını aşağı salır. Getdikcə daha dərində yatan neft, qaz və qaz-kondensat yataqlarının istismara açılması mədən məlumatlarının interpretasiyası və quyuların hidrodinamik tədqiqat metodlarının lay sükurlarının sıxılmasının nəzərə alınması ilə yenidən işlənməsini tələb edir. İşlənilmə zamanı lay sükurlarının əhəmiyyətli dərəcədə deformasiyaya uğrayaraq sıxılması və bu effektin işlənmə prosesinə təsiri süzülmə nəzəriyyəsinin daha da təkmilləşdirilməsini, işlənilmənin qaz-hidrodinamik modelləşdirilməsində, işlənilməyə dair mədən məlumatlarının interpretasiyasında və digər məsələlərin həllində sükurların sıxılmasının nəzərə alınmasını xeyli aktuallaşdırır.

Obliterationa və sıxılma ilə bağlı yaranan skin-effektin araşdırılması və qiymətləndirilməsi üçün məhsuldar neft laylarının istismarı zamanı real quyu məlumatlarının təhlilini aparmaq lazımdır. Bunun üçün istismarda olan neft quyusunun "normal" hasilatı, məhsuldarlığı, həmçinin ən aşağı hasilat və məhsuldarlıq anlayışlarından istifadə olunmuş və quyunun bir neçə illik istismar göstəricilərinin təhlili aparılmışdır.

Bu təhlil hasilatın depressiyadan eksponensial qanunla dəyişməsi halı üçün aparılmışdır.

Məqalədə praktiki misal nümunəsində kolmatasiya ilə yanaşı obliterationa və sıxılma skin-effektlərinin də mövcudluğu barədə versiya irəli sürülmüş və onların təyini məqsədilə metodika işlənilmiş və sınaqdan çıxarılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, kollektorlar üçün real depressiyalar zamanı bu skin-effektlər ( $S_{0-s}$ ) kolmatasiya skin-effektindən ( $S_{kol}$ ) çox da ola bilər. Bununla



yanaşı praktikada  $S_{kol}$  – nın qiyməti təzyiqin bərpa əyrisinə əsasən bir ölçməyə görə dəqiq təyin edilmir. Obliterasiya və sıxılma skin-effekti ( $S_{0-S}$ ) isə sadəcə olaraq çox vaxt heç nəzərə alınmır. Quyu hasilatının azalmasında kolmotasiya və obliterasiya-sıxılma skin-effektlərinin qiymətləndirilməsi məqsədilə kontur radiusunun  $R_k = 150$  m və quyu radiusunun  $r_q = 0.1$  m qiymətlərində hesablamalar aparılmışdır. Nəticədə müəyyən edilmişdir ki, obliterasiya-sıxılma skin-effekti hesabına quyunun hasilatının 64%-dək azalması mümkündür. Kolmotasiya skin-effekti ilə müqayisədə bu təqribən 10 dəfə çoxdur.

Müəyyən edilmişdir ki, obliterasiya və sıxılma skin-effektinin məhsuldarlığa daha çox təsiri quyunun hasilatının proqnozlaşdırılması zamanı nəzərə alınmalıdır.

**Açar sözlər:** obliterasiya, skin-effekt, kollektor, məhsuldarlıq, hasilat, təzyiq

**Giriş:** Karbohidrogen yataqlarının istismar təcrübəsi göstərir ki, aşağı keçiricilikli layları açan istismar quyuları, kollektorların quyudibi zonalarının pisləşməsi səbəbindən neftin çıxarılmasının maksimal səviyyəsini təmin edə bilmir [1÷5].

Məlumdur ki, quyudibi zonasının vəziyyətinin müəyyən edilməsi məqsədilə geniş yayılmış üsullardan biri skin-faktorunun təyiniidir. Skin-faktor və ya skin-effekt dedikdə hidrodinamik tamamlanmamış quyu üçün quyudibi zonasında əlavə təzyiq itkilərini xarakterizə edən ölçüsüz, kompleks göstərici başa düşülür. Qəbul olunub ki, bu faktorun müsbət olması layla müqayisədə quyuətrafi zonasının vəziyyətinin pisləşməsinin, mənfi olması isə əksinə yaxşılaşmasının əlamətidir.

Hasilat quyularında quyudibi zonalarının hidrodinamik tədqiqatlar əsasında skin-faktorlarının obyektiv qiymətləndirilməsinin əhəmiyyəti quyuların məhsuldarlığının artırılması üçün vaxtında tədbirlərin planlaşdırılması və həyata keçirilməsi baxımından çox vacibdir.

Məlumdur ki, skin-faktor quyuların qərarlaşmamış rejimdə tədqiqatlarına əsasən təzyiqin bərpa əyrisinin qurulması ilə təyin edilir. Mədən praktikasında skin-faktoru və quyudibi tutulmanı (çirkənlənməni) aradan qaldırmaq üçün lazım olan depressiyanın qiymətini hesablamaq üçün uyğun olaraq aşağıdakı düsturlardan istifadə olunur [4]:

$$S_k = 1.151 \frac{P_l - P_{or}}{0.183 \frac{q_{or} \mu b}{kh}} - \ln \frac{t_{ax}}{60} - 2.63 \quad (1)$$

$$\Delta P_s = \frac{q_{or} \mu}{2\pi kh} \cdot S_k, \quad (2)$$

burada  $P_l$  – lay təzyiqi;  $\mu$  – süzülən mayenin özlülüyü;  $q_{or}$  – orta son hasilat;  $b$  – neftin həcmi genişlənmə əmsalı;  $t_{ax}$  – axın vaxtı;  $h$  – layın qalınlığı;  $k$  – keçiricilikdir.

Quyudibi zonanın süzülmə xüsusiyyətlərinin dəyişməsinə quyudibi zonanın tutulma əmsalı xarakterizə edir və aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$k_t = \frac{(kh/\mu)_l}{(kh/\mu)_{q,d}},$$

burada  $(kh/\mu)_l$  – layın (quyudan uzaqda) hidrokeçiriciliyi;  $(kh/\mu)_{q,d}$  – quyu dibinin hidrokeçiriciliyidir.

Hidrodinamik tamamlanmış quyu üçün skin-faktorun təyin edilməsi aşağıdakı ifadəyə əsasən həyata keçirilir:



$$S = \left( \frac{\eta_0}{\eta} - 1 \right) \ln \frac{R_k}{r_c}, \quad (3)$$

burada  $\eta$  – real quyunun faktiki məhsuldarlığı,  $\text{m}^3/(\text{gün} \cdot \text{kq}/\text{sm}^2)$ ;  $\eta_0$  – skin-faktorsuz olan potensial məhsuldarlıqdır.

Yuxarıda təklif olunan düsturlarla skin-faktorunun təyini təzyiqin bərpa ayrılmasının toxunan üsulun təbiiqi ilə ilkin emalını tələb edir. Bu üsulun təbiiqi quyudibi təzyiqinin, demək olar ki, tam bərpası olduqda (99%-dən az olmayaraq) düzgün hesab edilir. Yəni, quyudibi təzyiqin lay təzyiqinə bərpa olunması və qrafikdə birmənalı şəkildə düzxətli zonanın mövcudluğu şərtlərinin ödənilməsi vacibdir.

**Məqsəd:** Qeyd etmək lazımdır ki, son zamanlar kolmatasiyadan yaranan skin-faktorla yanaşı sızılmanın sıxılması və obliterasiya kimi hadisələr də nəzər-diqqəti cəlb etməkdədir. Sızılma ilə bağlı skin-effektinin yaranması həm dağ təzyiqinin təsirindən, həm də quyudibi zonaya süni təsirlər zamanı baş verə bilər. Quyuların istismarı zamanı məsaməli-catlı mühitdə olan çatların və kapilyarların en kəsiyinin tutulması obliterasiya hadisəsi ilə bağlıdır. Tədqiqatlar göstərir ki, obliterasiya hadisəsi hətta yaxşı təmizlənmiş, bircinsli mayenin süzülməsi (axması) zamanı baş verə bilər. Ona görə ki, bu cür hadisə əsasən polyar molekulların bərk səthlərdə adsorbsiyası hesabına mümkün olur. Əgər mikroçatlar və kapilyar kanalların ölçüləri adsorbsiya qatı ilə eyni ölçüyə malik olarsa, onda həmin boşluqların hətta tam tutulması halı da baş vermiş olur. Müəlliflərin fikrincə depressiya zonalarında obliterasiya və sızılma hadisələrinin baş verəbilməsi ehtimalları quyudibi zonasının müqavimətini artıran səbəblər siyahısına daxil olunması və kolmatasiya skin-effektini kimi tədqiqat obyektini olmalıdır.

Obliterasiya və sızılma ilə bağlı skin-effektlərin ( $S_{0,S}$ ) araşdırılması və qiymətləndirilməsi məqsədilə layın istismarı prosesində real quyu məlumatlarından istifadə olunmuşdur. Bu məqsədlə istismar quyularının “normal” hasilatı, “normal” məhsuldarlığı və eləcə də ən aşağı məhsuldarlığı anlayışlarından istifadə olunmuşdur. Skin-effektlərinin qiymətləndirilməsi məqsədilə bir quyunun bir neçə illik istismar məlumatlarına əsasən onun hasilatının (maye, su və neftə görə) və müvafiq təzyiqlərin (lay və quyudibi) dinamikası tədqiq olunmuşdur. Həmin məlumatlar cədvəldə verilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, hasilatın kəskin dəyişməsinə səbəb olan depressiyanın kəskin dəyişikliklərinə aid olan nöqtələr nəzərə alınmamışdır. Məhsuldarlığın ( $\eta_m$ ) və hasilatın ( $Q_m$ ) depressiyadan ( $\Delta P$ ) asılılıqları isə uyğun olaraq şəkil 1 və 2-də, quyunun məhsuldarlıq əmsalının loqarifmasının dəyişməsi isə şəkil 3-də göstərilmişdir.

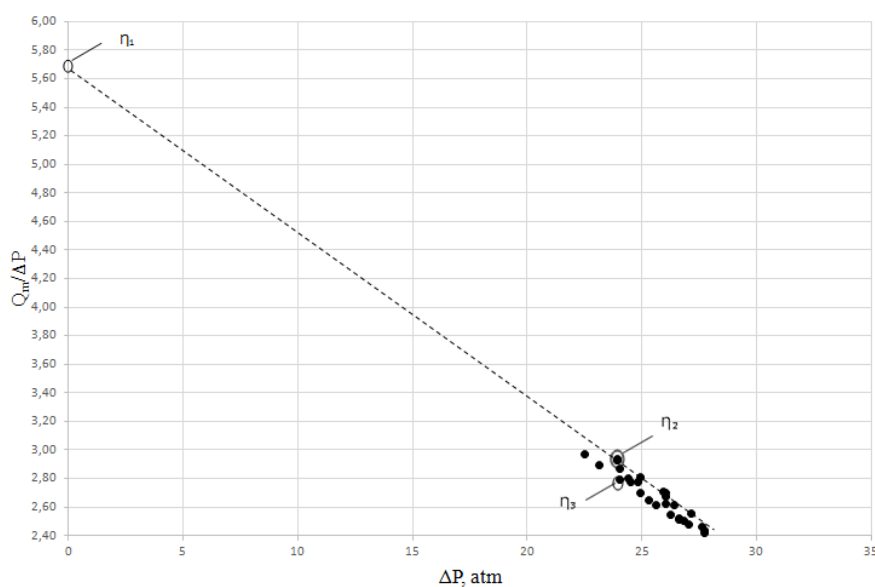
Şəkil 1 və 2-də nöqtələri yuxarıdan hüdudlayan xətlər keçirilmişdir. Bu xətlər uyğun olaraq “normal” məhsuldarlıq və “normal” hasilatlar əyrisi adlandırılmışdır. “Normal” xətlər istismar prosesində quyunun elə iş dövrlərinə uyğun gəlir ki, hansı ki, hər şeydən az çirklənmiş, yəni az kolmatasiyaya məruz qalmışdır. İstismar zamanı kolmatasiyanın qiyməti dəyişmiş və bu məhsuldarlığın, başqa sözlə hasilatın dəyişməsində də özünü göstərmişdir.

**Cədvəl.** Quyunun hasilatının və təzyiqlərin dəyişmə dinamikası

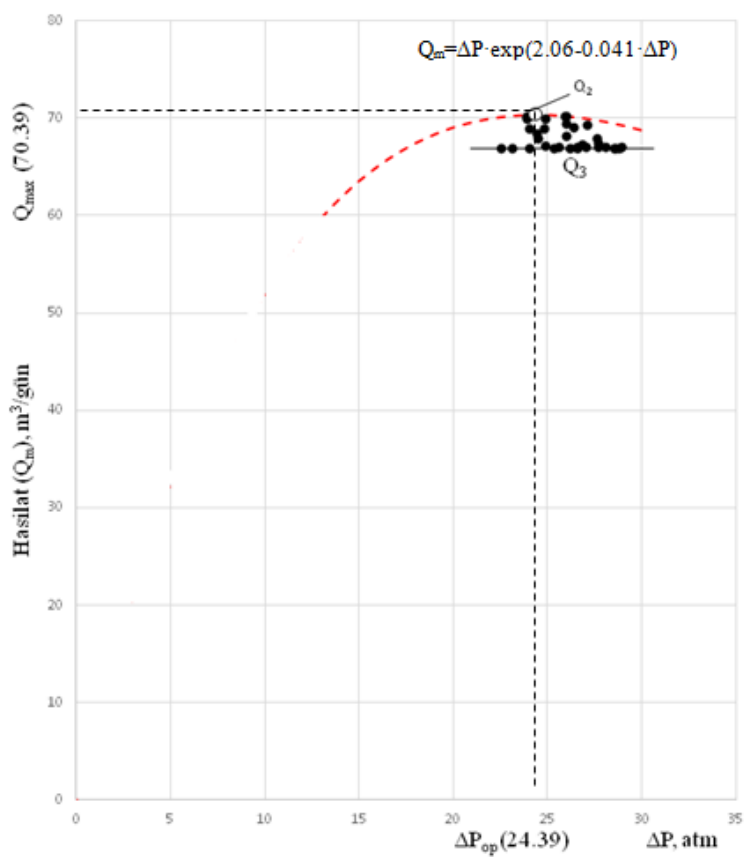


№	Vaxt, ay, il	Təzyiqlər		Hasilat, m <sup>3</sup> /gün			$\Delta P = P_1 - P_{qd}$	$\frac{Q_m}{\Delta P}$	$\ln \frac{Q_m}{\Delta P}$
		$P_1$	$P_{qd}$	$Q_m$	$Q_{su}$	$Q_n$			
1	01.2003	197,9	167,1	55	35	20	30,8	1,79	0,58
2	04.2003	197,5	165,2	60	40	20	32,3	1,86	0,62
3	07.2003	197,1	165	63	45	18	32,1	1,96	0,67
4	01.2004	197	164,9	65	46	19	32,1	2,02	0,71
5	04.2005	196,9	166	67	47	20	30,9	2,17	0,77
6	07.2005	196,8	169	66,9	47,1	19,8	27,8	2,41	0,88
7	01.2006	196,7	172,5	67	47	20	24,2	2,77	1,02
8	04.2006	196,6	173,5	66,9	46,9	20	23,1	2,90	1,06
9	07.2006	196,5	172	68	47	21	24,5	2,78	1,02
10	01.2007	196,4	167,5	67,1	47,1	20	28,9	2,32	0,84
11	04.2007	196,3	167,8	67	47	20	28,5	2,35	0,85
12	07.2007	196,2	170	66,9	46,9	20	26,2	2,55	0,94
13	01.2008	196,1	172,1	67	47	20	24	2,79	1,03
14	04.2008	196	172	69	46,9	22,1	24	2,88	1,06
15	07.2008	195,9	167,1	67	47	20	28,8	2,33	0,84
16	01.2009	195,8	169,2	66,9	47	19,9	26,6	2,52	0,92
17	04.2009	195,7	173,2	67	47,1	19,9	22,5	2,98	1,09
18	07.2009	195,6	170	67,1	47	20,1	25,6	2,62	0,96
19	01.2010	195,5	166,9	67	47,1	19,9	28,6	2,34	0,85
20	04.2010	195,4	168,8	67,1	47	20,1	26,6	2,52	0,93
21	07.2010	195,3	170	67	47,1	19,9	25,3	2,65	0,97
22	01.2011	195,2	167,5	67,1	47,1	20	27,7	2,42	0,88
23	04.2011	195,1	167	67,1	47,1	20	28,1	2,39	0,87
24	07.2001	195	168	67,1	47,2	19,9	27	2,49	0,91
25	01.2012	194,9	170	67,2	47,2	20	24,9	2,70	0,99
26	04.2012	194,8	168	67,3	47,2	20,1	26,8	2,51	0,92
27	01.2013	194,7	167	67,5	47,5	20	27,7	2,44	0,89
28	07.2012	194,6	167	68	48	20	27,6	2,46	0,90
29	04.2013	194,5	168,5	68,2	48,5	19,7	26	2,62	0,96
30	07.2013	194,4	170	68,4	49	19,4	24,4	2,80	1,03
31	01.2014	194,3	169,5	69	50	19	24,8	2,78	1,02
32	04.2014	194,2	167,8	69,1	51	18,1	26,4	2,62	0,96
33	07.2014	194,1	167	69,3	52	17,3	27,1	2,56	0,94
34	01.2015	194	168	69,5	53	16,5	26	2,67	0,98
35	04.2015	193,9	169	70	54	16	24,9	2,81	1,03
36	07.2015	193,8	169,9	70,1	55	15,1	23,9	2,93	1,08
37	01.2016	193,7	169,8	70	56	14	23,9	2,93	1,07
38	04.2016	193,6	167,6	70,2	56,1	14,1	26	2,70	0,99
39	07.2016	193,5	167,6	70,2	56	14,2	25,9	2,71	1,00
40	01.2017	193,4	169,5	70,2	56,1	14,1	23,9	2,94	1,08

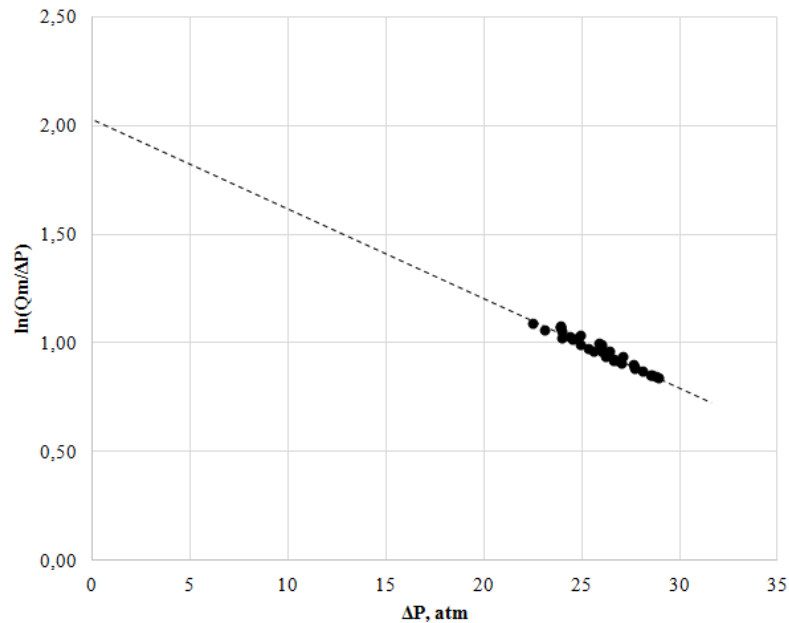




Şəkil 1. Məhsuldarlığın depressiyadan asılılığı



Şəkil 2. Hasilatın depressiyadan asılılığı (faktiki və modelə görə)



**Şəkil 3.** Quyunun məhsuldarlıq əmsalının loqarifmasının dəyişməsi

**Metodlar:** Yatağın işlənməsinin layihələndirilməsi üçün çirklənmənin ən böyük qiymətinin təyini məqsəduyğundur. Bu qiymət ən aşağı məhsuldarlıq xəttinə uyğun gələcəkdir. Şəkil 1 və 2-də hasilat qrafiklərində ehtimal xətt göstərilmişdir. Tədqiq olunan istismar quyusu üçün, hansı ki, “sakit” rejimdə işləyir, depressiyadan asılılığın xətti qanunla dəyişməsi baş verir (şəkil.3), yəni:

$$\ln\left(\frac{Q}{\Delta P}\right) = a - b \cdot \Delta P \quad (4)$$

Digər tərəfdən depressiyanı sıfıra qədər azalması zamanı flüidin (neft və su) hasilatı da praktiki olaraq sıfıra qədər azalmış olur (şəkil 3). (4) ifadəsindən flüidin hasilatının təyini üçün yazıla bilər:

$$Q = \Delta P \cdot e^{a-b \cdot \Delta P} \quad (5)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, işçi depressiyanın intervalında ekstremum olduqda maksimum hasilatın və ona uyğun gələn və optimal depressiya adlandırılan maksimum depressiyanın qeyd olunması lazımdır.

Bütün hallarda depressiyanın bu qiyməti quyunun istismarı üçün əsas götürülür. Depressiyanın sabitliyi şəraitində mayenin hasilatının azalması layın quyudibi zonasının çirklənməsi, yəni kolmatasiya skin-effektə ( $S_{kol}$ ) izah edilir.

Kolmatasiya skin-effektini hesablamaq üçün aşağıdakı düsturu yazmaq olar [1]:

$$S_{kol} = \eta_1 \left( \frac{1}{\eta_s} - \frac{1}{\eta_q} \right) \ln \frac{R_k}{r_q} \quad (6)$$

(6) düsturunda  $\eta_1$  və  $\eta_2$  məhsuldarlıqları “normal” məhsuldarlıq xəttinin üzərində,  $\eta_3$  məhsuldarlığı isə ən aşağı məhsuldarlıq xətti ilə  $\eta_2$  məhsuldarlığına uyğun gələn depressiya ilə kəsişmə nöqtəsinə uyğun gələn məhsuldarlıqdır.

Depressiyanın çoxalması ilə quyunun məhsuldarlığının azalmasını obliterasiya və dağ süxurlarının sıxılması skin-effekti ilə izah etmək olar. Belə ki, obliterasiya və süxurların sıxılması zamanı onların süzülmə xüsusiyyətləri, o cümlədən quyunun məhsuldarlığı azalmış olur. Obliterasiya və sıxılmadan yaranan cəm skin-effektinin hesablanması üçün aşağıdakı ifadə alınır:

$$S_{o-s} = \left( \frac{\eta_1}{\eta_2} - 1 \right) \ln \frac{R_k}{r_q} \quad (7)$$

(7) ifadəsində  $\eta_1$  və  $\eta_2$  məhsuldarlıqlarının qiyməti “normal” məhsuldarlıq xəttinin üzərində yerləşməklə (şəkil 1) uyğun olaraq, potensial sıfıra yaxınlaşan depressiyaya, və faktiki nöqtəyə uyğun (məsələn optiml nöqtə) gələn depressiyaya aid məhsuldarlıqdır.

Beləliklə, quyu hasilatının azalmasına skin-effektin iki komponentinin cəmi təsir edir: kolmatasiya skin-effekti ( $S_{kol}$ ) və obliterasiya-sıxılma skin-effekti ( $S_{o-s}$ ). Skin-effektlərini hesablamaq üçün qıfın kontrunun radiusunu  $R_k=150$  m, quyunun radiusunu isə  $r_q=0.1$  m qəbul edək.

Şəkil 2-dən göründüyü kimi, məhsuldarlıq  $\eta_1 = 5.60 \text{ m}^3/(\text{gün} \cdot \text{kqq}/\text{sm}^2)$ ,  $\eta_2 = 2.90 \text{ m}^3/(\text{gün} \cdot \text{kqq}/\text{sm}^2)$ ,  $\eta_3 = 2.80 \text{ m}^3/(\text{gün} \cdot \text{kqq}/\text{sm}^2)$ , onda (6) ifadəsinə uyğun olaraq

$$S_{kol} = 5.60 \cdot \left( \frac{1}{2.80} - \frac{1}{2.90} \right) \ln \frac{150}{0.1} = 0.53$$

Kolmatasiya skin-effektinin hesabına quyunun hasilatının azalmasını hesablayaq. Şəkil 2-dən  $Q_2=70.39 \text{ m}^3/\text{gün}$  və  $Q_3=66.20 \text{ m}^3/\text{gün}$  olduğunu nəzərə alsaq, yazmaq olar:

$$\delta_{kol} = \frac{2 \cdot (70.39 - 66.20) \cdot 100}{70.39 + 66.20} = 6.1\%$$

Obliterasiya və sıxılma skin-effekti isə (7) ifadəsinə əsasən aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$S_{o-s} = \left( \frac{5.60}{2.90} - 1 \right) \ln \frac{150}{0.1} = 6.8$$

Hesablamalardan göründüyü kimi, kolmatasiya skin-effekti ilə müqayisədə obliterasiya-sıxılma skin-effekti 12 dəfə çoxdur. İndi isə obliterasiya-sıxılma skin-effektinin quyunun hasilatına təsirini hesablayaq. Bu şərtlə ki, məhsuldarlıq depressiyadan asılı deyil. Yəni məhsuldarlıq

$$\eta = \eta_1 = 5.60 \text{ m}^3/(\text{gün} \cdot \text{kqq}/\text{sm}^2) = \text{const.}$$

$\Delta P=24.39 \text{ kqq}/\text{sm}^2$  depressiya üçün hesablanan hasilat aşağıdakı kimi olacaqdır:



$$Q'_2 = \eta_1 \cdot \Delta P = 5.60 \cdot 24.39 = 136.5 \text{ m}^3/\text{gün}$$

Şəkil 2-dən göründüyü kimi bu halda faktiki hasilat  $Q_f = 70.39 \text{ m}^3/\text{gün}$  təşkil edir. Onda obliterasiya-sıxılma skin-effektinin təsirindən hasilatın azalması aşağıdakı kimi olar:

$$\delta_{\sigma-s} = 2 \cdot \left( \frac{136.5 - 70.39}{136.5 + 70.39} \right) \cdot 100 = 63\%$$

Beləliklə  $S_{\sigma-s} = 6.87$  təşkil edən obliterasiya-sıxılma skin-effektinin hesabına quyunun hasilatı 63% -dək azalmış olur ki, bu da kolmatasiya skin effektinə görə azalmadan xeyli çoxdur. Hesabatdan da göründüyü kimi  $S_{kol}$  hesabına bu azalma 6.1% olmuşdur.

**Nəticə:** İstismar məlumatlarına əsasən quyu təmsalında obliterasiya və sıxılma skin-effektlərinin qiymətləndirilməsi metodikası şərh edilmişdir. Kolmatasiya skin-effekti ilə müqayisədə obliterasiya və sıxılma skin-effektinin quyu məhsuldarlığına daha çox mənfi təsirinə quyuların hasilatının proqnozlaşdırılması zamanı nəzərə alınmasının vacibliyi göstərilmişdir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Medvedev A.İ., Boqanik V.N. Kak opredelit' skin-faktor/NTJ "Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanix mestorojdeniy" №5, 2004
2. Lukaş E.V., Şlein Q.A. i dr. Otsenka sostoyaniya priskvayinnoy zoni otremonirovannix skvajin skin-faktorem // Neft' i qaz, №1, 2015, s.33-39
3. Şaqiev R.Q., Levçenko İ.Y. Analiz sostavlyayuxix skin-faktora na primere issledovaniy skvajin Pamyatno-Sasovskoqo mestorojdeniya // Neftyanoye xozyaystvo, 2002, №12, s.67-69
4. Bulatov A.İ., Kaqmar' Y.D. i dr. Osvoenie skvajin. Spravocnoe posobie. M.: Nedra, 1999
5. Suleymanov B.A., Bayramov M.M., Mamedov M.R. O vliyaniy skin-effekta na debit neftyanix skvajin // "Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanix i qazovix mestorojdeniy", 2004

Publication history

Article received: 27.02.2022

Article accepted: 10.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## **AUTOMATIC MANAGEMENT OF LIGHTING IN THE ESTABLISHMENT OF SECURITY SYSTEMS**

<sup>1</sup>Javida Damirova, <sup>2</sup>Shahyaman Hasanova

<sup>1</sup>PhD, assistant professor; <sup>2</sup>master, <sup>1,2</sup>ASOIU, <sup>1,2</sup>Department of Electronics and automation,

E-mail: <sup>1</sup>cavida.damirova@@asoiu.edu.az, <sup>2</sup>shahyamanhasan2021@gmail.com

### **ABSTRACT**

This article discusses the topic of "Automatic lighting control of objects", which is widely used in modern times and is developing rapidly. Issues such as lighting of roads and facilities in the dark, control of lighting in vehicles are one of the most pressing issues in our daily lives as well as security and control system design schemes. This area also includes schemes for the construction of smart homes. For example, in homes, offices, etc., depending on the amount of light falling. This includes the opening and closing of curtains and blinds, and the activation of irrigation systems at sunset for healthy plant growth. This area also includes the construction of roadside traffic signs.

In addition, we can create security systems for aircraft and other flight facilities by installing certain systems on high-rise buildings and towers using automatic lighting systems.

In general, one of the most pressing issues in the world is the automatic control of lighting systems, the use of lighting systems in control and security systems, and the use of lighting systems in similar areas. For example, in a few years of automotive technology, cars will have a full-fledged autopilot function, which will be more effective in terms of safety. In this regard, there are ready-made options offered by brands such as Quantoom, Premier, Giordon, which are called advanced systems that free the driver from the need to manually adjust the car's headlights. We can cite the advantages of these systems as economy and sustainability.

Modern automation systems are not only fashionable, but also have economic advantages:

- in the automatic mode the schedule is strictly observed, as the influence of the human factor is excluded;
- no need to go to check or turn off the lighting;
- If the lighting is not turned off, there is no power loss, as the dispatcher is immediately notified and takes appropriate action
- there is no need to go out and read the meters visually to perform technical energy measurements;
- telemetry allows you to immediately detect unauthorized connections to lighting networks and detect theft of electricity;
- With the help of telemetric measurements of voltages, currents and powers, it is possible to carry out initial diagnostics of the lighting network in case of any accident.

It is known that the application of automated control of outdoor lighting allows you to monitor the condition of telecommunications networks and street lighting devices, control lighting modes, remotely control street lighting according to a predetermined schedule, as well as keep records of lighting. A more reliable system built from modern components requires less maintenance costs.

The article also examines the circuits built in this area, the photoresistor element used as the main element in these circuits, its working principle, the physical structure of the photoresistor,





operating logic, advantages and disadvantages. Also, the economic and safety advantages of automatic control of lighting systems were studied.

Keywords: arduino, security systems, automatic lighting, photo resistor, smart dimmers, led lighting strips, availability detectors, web interfaces.

## **TƏHLÜKƏSİZLİK SİSTEMLƏRİNİN QURULMASINDA İŞIQLANDIRILMANIN AVTOMATİK İDARƏ EDİLMƏSİ**

<sup>1</sup>Cavidə Dəmirova, <sup>2</sup>Şahyaman Həsənova

<sup>1</sup>t.ü.f.d., dosent; <sup>2</sup>magistr, <sup>1,2</sup>ADNSU, <sup>1,2</sup>«Elektronika və avtomatika» kafedrası,

E-mail: cavida.damirova@asoiu.edu.az, shahyamanhasan2021@gmail.com

### **XÜLASƏ**

Müasir dövrdə geniş istifadə olunan və sürətli inkişaf edən “Obyektlərin işıqlandırılmasının avtomatik idarə edilməsi” mövzusunda bəhs edilmişdir. Qaranlıqda yolların, obyektlərin işıqlandırılması, nəqliyyat vasitələrində işıqlandırılmanın idarə edilməsi kimi məsələlər gündəlik həyatımızda aktual məsələlərdən biridir. Məsələn, nəqliyyat vasitəsi qaranlıq tunelə daxil olan zaman işıqlandırılma sisteminin avtomatik işə düşməsi və avtomatik idarə olunması, gün batımı zamanı küçə və obyektlərdə avtomatik işıqlandırılma sistemi üçün sxemlərin tərtibi, həmçinin təhlükəsizlik və nəzarət sistemlərinin tərtibi sxemləri bu mövzuya aiddir. Bu sahəyə həmçinin ağıllı evlərin qurulmasında tərtib edilən sxemləri də daxil edə bilərik. Məsələn, düşən işıqlandırılmanın miqdarına əsasən evlərdə, ofislərdə və s. pərdə və jalüzlərin açılıb bağlanması, bitkilərin sağlam yetişdirilməsi üçün gün batımı zamanı suvarma sistemlərinin işə düşməsi kimi məsələlər bu sahəyə daxildir. Bu sahəyə həmçinin misal olaraq yolkənarı hərəkətli nişanların qurulmasını da göstərə bilərik.

Bundan əlavə avtomatik işıqlandırılma sistemlərindən istifadə etməklə hündürmətəbəli bina və qüllələrin üzərində müəyyən sistemlər qurmaqla təyyarə və digər uçuş obyektləri üçün təhlükəsizlik sistemləri yarada bilərik.

Ümumiyyətlə, dünyada işıqlandırılma sistemlərinin avtomatik idarə edilməsi, nəzarət və təhlükəsizlik sistemlərində işıqlandırılma sistemlərindən istifadə və bu kimi oxşar sahələrdə işıqlandırılma sistemlərindən istifadə olunması ən aktual məsələlərdən biridir. Məsələn, avtomobil texnologiyasında bir neçə ildən sonra avtomobillər tam hüquqlu avtopilot funksiyasına sahib olacaq ki, bu da təhlükəsizlik baxımından daha effektivlik yaradacaq. Bununla bağlı Quantoom, Premier, Giordon kimi markaların təklif etdiyi hazır variantlar vardır ki, onlar sürücünü avtomobilin işığını əl ilə tənzimləmək ehtiyacından azad edən qabaqcıl sistemlər adlanır. Bu sistemlərin üstünlüklərinə qənaətcillik, davamlılıq misal gətirə bilərik.

Məlumdur ki, xarici işıqlandırılmanın avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin tətbiqi telekommunikasiya şəbəkələrinin və küçə işıqlandırma cihazlarının vəziyyətinə nəzarət etməyə, işıqlandırma rejimlərinə nəzarət etməyə, əvvəlcədən müəyyən edilmiş qrafikə uyğun olaraq küçələrin işıqlandırılmasını uzaqdan idarə etməyə, habelə işıqlandırılmanın uçotunu aparmağa imkan verir. Müasir komponentlərdən qurulmuş daha etibarlı sistem daha az texniki xidmət xərcləri tələb edir.



Həmçinin məqalədə bu sahədə qurulmuş sxemlər, bu sxemlərdə əsas element kimi istifadə olunan fotorezistor elementi, onun iş prinsipi, fotorezistorun fiziki quruluşu, işləmə məntiqi, üstünlükləri və mənfi cəhətləri araşdırılmışdır. Məqalədə təhlükəsizlik sistemlərinin qurulması sxemi, sxemin işləmə prinsipi, eləcə də onun istifadə nəticələri göstərilmişdir. Həmçinin, işıqlandırılma sistemlərinin avtomatik idarəedilməsinin həm iqtisadi, həm də təhlükəsizlik baxımından üstün cəhətləri araşdırılmışdır.

**Açar sözlər:** arduino, təhlükəsizlik sistemləri, avtomatik işıqlandırılma, fotorezistor, ağıllı dimmerlər, işıqlandırma led zolaqları, mövcudluq detektorları, veb-interfeyslər.

**Giriş:** İşıqlandırma idarəetmə sistemi lazım olan miqdarda işığı harada və nə vaxt verməyi təmin edən ağıllı bir şəbəkədir. Bu sistemlərin əksəriyyəti işıqlandırmanı avtomatik tənzimləmək qabiliyyətinə malikdir. Avtomatlaşdırma enerjiyə qənaət edən lampaların istifadəsi və işıqlandırmanın ağıllı yerləşdirilməsi ilə yanaşı, işıqlandırmanın optimallaşdırılması üçün üç əsas mexanizmdən biridir [2].

İşıqlandırmaya nəzarət sistemləri bina kodları, yaşıl tikinti standartları və enerjiyə qənaət proqramları da daxil olmaqla enerjiyə qənaəti artırmaq üçün istifadə olunur. Avtomatik işıqlandırma idarəetmə sistemlərinə çox vaxt ağıllı işıqlandırma deyilir.

İşıqlandırma idarəetmə sisteminə aşağıdakılar daxil ola bilər:

- avtomatik açılıb-sönə bilən ağıllı açarlar,
- işıqlandırma gücünü avtomatik dəyişə bilən ağıllı dimmerlər,
- avtomatik yandırmaq, söndürmək, gücü, rəng temperaturunu və rəngini dəyişdirmək qabiliyyətinə malik smart lampalar,
- LED zolaqları (ağıllı lampalarla eyni imkanlara malikdir) və onları idarə etmək üçün RGB nəzarətçiləri,
- hərəkət sensorları,
- mövcudluq detektorları,
- qapıları, pəncərələri və s. açmaq üçün sensorlar,
- işıq sensorları,
- əlavə uzaqdan idarəetmə açarları.[1]

O, həmçinin digər bina sistemləri (yanğın siqnalları və ya HVAC kimi) ilə də əlaqə qura bilər.

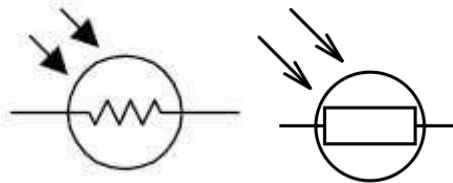
**Məqsəd:** Bu halda işıq həm adi üsulla (yerli), həm də xüsusi mərkəzi konsollar, sensor ekranlar, veb-interfeyslər və mobil proqramlar vasitəsilə idarə oluna bilər.

Yaşayış binalarının işıqlandırılması Enerji Səmərəliliyi Konsorsiumu tərəfindən izlənilir.

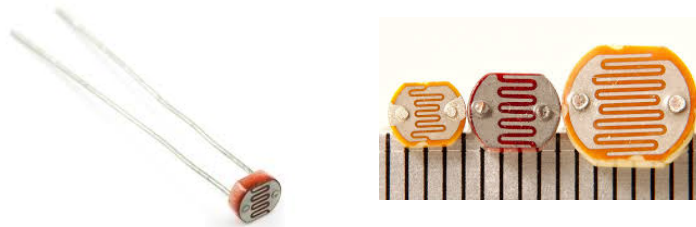
Müasir avtomatlaşdırma sistemləri təkcə dəbdə deyil, həm də iqtisadi üstünlüklərə malikdir:

- avtomatik rejimdə qrafikə ciddi əməl olunur, çünki insan amilinin təsiri istisna edilir;
- işıqlandırmanı yoxlamaq və ya söndürmək üçün getməyə ehtiyac yoxdur;
- işıqlandırma söndürülmərsə, elektrik enerjisi itkisi yoxdur, çünki dispetçerə bu barədə dərhal məlumat verilir və müvafiq tədbirlər görülür;
- enerjinin texniki ölçülməsini həyata keçirmək üçün çölə çıxıb sayğaclardan əyani şəkildə oxunmağa ehtiyac yoxdur;
- telemetriya işıqlandırma şəbəkələrinə icazəsiz qoşulmaları dərhal müəyyən etməyə və elektrik enerjisinin oğurlanmasını aşkar etməyə imkan verir;

• gərginliklərin, cərəyanların və güclərin telemetrik ölçmələrinin köməyi ilə hər hansı qəza halında işıqlandırma şəbəkəsinin ilkin diaqnostikasını aparmaq mümkündür. Mövcud xarici işıqlandırma nəzarət sistemləri bir neçə sinfə bölünə bilər [3]. Birincisi, bu, kommutasiya və idarəetmə cihazlarının birbaşa işıqlandırma avadanlığını təmin edən xətlərdə (yarımstansiya lövhələrində, əsas lövhələrdə və s.) quraşdırılması ilə təmin edilən yerli nəzarətdir. Ancaq bu cür sistemlər yalnız bir güc mərkəzi olan kiçik, təcrid olunmuş işıqlandırma şəbəkələrində istifadə olunur. Əsasən, şəhər küçə işıqlandırma şəbəkələri mürəkkəb bir quruluşa və bir çox qida mərkəzinə malikdir. Buna görə də, bu cür sistemlərdə işıqlandırmanın uzaqdan idarə edilməsi təmin edilir - bir qayda olaraq, bu, təchizatı və qrup şəbəkələrinin xətlərində maqnit başlanğıclarının quraşdırılması ilə əldə edilir. Belə bir sistem tək bir göndərmə nöqtəsindən işə salınır. Üstəlik, yarımstansiyadan qidalanan xəttin işə salınması signalı əvvəlki yarımstansiyadan qidalanan xəttin sonunda gərginliyin olması olacaq. Yəni, şəhərlərdə və qəsəbələrdə xarici işıqlandırma qurğularında, ikinci hissənin maqnit başlanğıcının elektrik xəttinə birləşdirərək xarici işıqlandırmanın paylama xətlərinin bölmələri idarə olunan bir kaskad uzaqdan idarəetmə sxemi geniş istifadə olunur. Birincisi, üçüncü bölmənin başlanğıcının rulonu ikincinin xəttinə və s. telemexaniki sxem də mümkündür. Burada maqnit başlanğıclarının işə salınması və söndürülməsi telemexaniki cihazlardan istifadə edərək idarəetmə otağından həyata keçirilir [4]. Bu sxemlərin qurulmasında istifadə olunan əsas elementlərdən biri fotorezistor elementidir. Fotorezistorlar-ışıq şüasının təsirindən öz müqavimətini dəyişə bilən elementlərdir. Fotorezistorlar passiv elementlər sırasına daxildir. Onlar çox kiçik ölçülərə (5mm, 10mm), böyük həssaslığa və demək olar ki, hədudsuz iş müddətinə malikdirlər. Fotorezistorun həssaslığı fotorezistora tətbiq olunmuş gərginlikdən asılıdır [5].



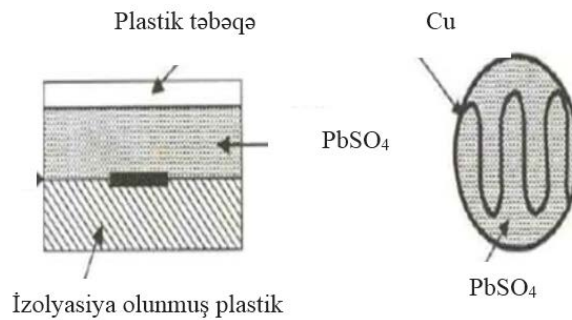
**Şəkil 1.** Fotorezistorun şərti işarəsi



**Şəkil 2.** Fotorezistorun görünüşü

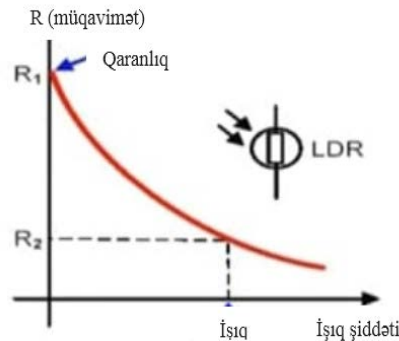
Fotorezistorun üstünlükləri ilə yanaşı, həmçinin mənfi cəhətləri də vardır. Bunlara qaranlıq cərəyanının nisbətən böyük, işıq xarakteristikalarının qeyri-xətti olması, cihazın işinin temperaturdan asılılığı, ətalətliyi və s. aid etmək olar.

**Metodlar: Fotorezistorların fiziki quruluşu.** Fotorezistorlar fiziki olaraq 2 ayaq və onlar üzərində yerləşən hissədən ibarətdir. Bu fiziki quruluşu incələsək görürük ki, ən aşağı qat plastik maddədən ibarətdir. Bundan 1 üst qat isə fotokeçirici və ya yarımkeçirici maddə dediyimiz, qurğuşun sulfat, kalsium sulfat və ya kadmium sulfat kimi işığa həssas dəyişən maddədən ibarətdir. Bu qatın əsas özəlliyi işıq dəyişmə görə həssaslıq göstərə bilən maddədən olmasıdır. Bu qatdan üstdə yerləşən qat spiral şəkilli teldən ibarətdir. Ən üst qat isə plastik təbəqədən ibarətdir, hansı ki, işıq şüasının işığa həssas təbəqəyə düşməsinə köməklik edir [1].



**Şəkil 3.** Fotorezistorların fiziki quruluşu

**Fotorezistorun işləmə qaydası.** Fotorezistor üzərinə düşən işıq şiddəti artdıqca, fotorezistorun müqaviməti azalır. Əksinə, düşən işıq şiddəti azaldıqca, fotorezistorun müqaviməti artır. Yəni, fotorezistorun müqaviməti ilə düşən işıq şiddəti tərs asılıdır. Bunu belə izah edə bilərik: Fotorezistor üzərinə işıq şüası düşərkən, işığa həssas dəyişən maddənin elektronları çox sürətli şəkildə hərəkət etməyə başlayır. Nəticədə, üzərinə gələn cərəyanı çox asan qarşı tərəfə ötürə bilər. Beləliklə, fotorezistorun müqaviməti azalmağa başlayır. Əksinə olaraq, işıq şüası təsir etmədikdə, elektronlar hərəkət edə bilmədiyindən ona gələn cərəyanı ötürə bilmir. Nəticədə, müqavimət yüksək qiymət alır. Fotorezistor bu xüsusiyyəti ilə dövrədə açar funksiyasını yerinə yetirir [4].

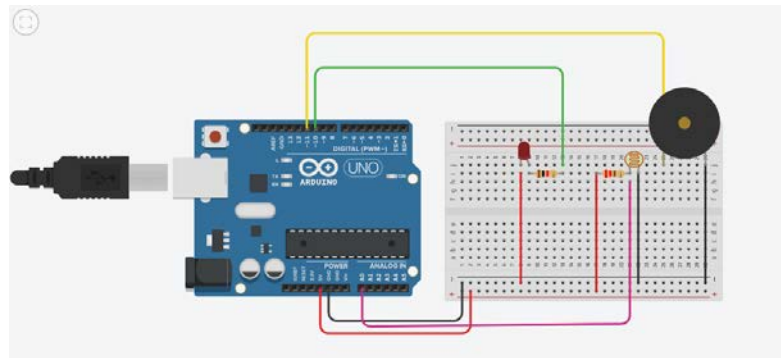


**Şəkil 4.** Fotorezistorun müqavimətinin düşən işıq şiddətindən asılılığı

Fotorezistorların istifadə sahələri:

- küçə və obyektlərin işıqlandırılmasında;
- nəzarət və təhlükəsizlik sistemlərində;
- fləşli kameralarda;
- avtomobillərdə işıqlandırılma sistemlərində;
- tibbi cihazlarda və s.

**Təhlükəsizlik sistemlərinin qurulma sxemi.** Sxemin işləmə prinsipi ondan ibarətdir ki, fotorezistor üzərinə işıq şüası düşdükdə, buzzer işə düşür və led yanmağa başlayır.



**Şəkil 5.** Arduino üzərində təhlükəsizlik sistemlərinin qurulma sxemi

```
int led=10;
int buzzer=11;
int ldr=A0;
int qiymet;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(buzzer,OUTPUT);
  pinMode(led,OUTPUT);
}
void loop() {
  qiymet=analogRead(ldr);
  Serial.println(qiymet);
  if(qiymet<900)
  {
    digitalWrite(led,HIGH);
    tone(buzzer,500);
    delay(500);
    digitalWrite(led,LOW);
    noTone(buzzer);
    delay(500);
  }
}
```

**Şəkil 6.** Təhlükəsizlik sistemi üçün Arduino kod





İşıqlandırma idarəetmə sisteminin avtonom işıqlandırma nəzarəti və ya adi əl ilə işıq keçidinə nisbətən əsas üstünlüyü fərdi işıqlandırma qurğularını və ya bir qrup qurğuları bir cihaz istifadəçi interfeysindən idarə etmək imkanındır.

Bir cihazdan bir neçə işıq mənbəyini eyni vaxtda idarə etmək imkanı, müəyyən bir müddət ərzində otağın məqsədindən asılı olaraq istədiyiniz işıq atmosferini yaratmağa imkan verir [3].

İşıqlandırma idarəetmə sisteminin ən vacib üstünlüklərindən biri enerji istehlakının azaldılmasıdır. Digər bir üstünlük, enerji qənaətinə görə elektrik lampalarının ömrünün artmasıdır. Simsiz işıqlandırma idarəetmə sistemləri də quraşdırma xərclərini azaldır, sensorlar və açarlar üçün daha çox yerləşdirmə variantları təklif edir [2].

**Nəticə:** Avtomatlaşdırılmış işıqlandırma idarəetmə sistemlərinin məişətdə, sənayedə və marketinqdə mahiyyəti şərh edilmişdir. Həmçinin müasir avtomatlaşdırma sistemlərinin işləmə mexanizmi, iqtisadi cəhətdən səmərəsi qeyd edilmişdir. Bununla yanaşı, təhlükəsizlik sistemlərində qurulan sxemlərdən biri göstərilmişdir. Bu sxemdə istifadə edilən fotorezistor elementinin mənfi və müsbət cəhətləri, fiziki quruluşu, iş prinsipini mənimsənilmişdir.

## ƏDƏBİYYAT

1. DiLouie, Craig (2008). Lighting controls handbook. Lilburn, Ga. [u.a.]: Fairmont Press [u.a.] p. 239. ISBN 1-4200-6921-7.
2. Optimizasiya osvesheniya – Analiticheskiy sentr pri pravitelstve Rossii, 22 february 2017.
3. <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=108>
4. <http://www.radioavt.ru/uunos1.php>
5. <https://unilight.ru/>

Publication history

Article received: 02.03.2022

Article accepted: 11.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## **INFLUENCE OF THE SAND PRODUCTION TO THE WELL DRAINAGE AREA**

**Jabrayil Eyvazov**

SOCAR's Oil and Gas Scientific Research and Design Institute, Senior reservoir engineer, Database and Modeling department, E-mail: jabrayil.eyvazov88@gmail.com

### **ABSTRACT**

Most oil resources throughout the world have an issue with formation sand output. Because of its negative impact on well productivity and equipment, the generation of formation sand into a well is one of the oldest challenges afflicting the oil and gas industry. It's usually found in shallow, geologically young formations with little or no natural cementation to keep individual sand grains together. As a result, drag forces are applied to the formation of sands as a result of fluid production when the wellbore pressure is lower than the reservoir pressure. Sand will be drawn into the wellbore if the formation's restraining forces are surpassed. The sand that is generated has almost little commercial worth. Formation sand, on the other hand, can not only plug wells but also degrade equipment and collect in surface vessels. Controlling formation sand is expensive, and it typically entails slowing down output or employing control mechanisms. Safety, well or field economics, and continuous production are all affected by major sand production consequences. This has pushed the oil and gas sector to continue looking for ways to reduce sand output over time. Exclusive sand control or passive sand management are two methods that are frequently used. Sand Management is a concept in which production is controlled by monitoring and controlling well pressures, fluid flows, and sand input rather than using standard sand control methods. Sand Management has been adopted on a considerable number of wells in traditional oil and gas production in recent years. It has shown to be practical in almost all circumstances, and has resulted in the development of extremely favorable well skins as a result of self-cleaning caused by the sporadic sand explosions that occur. Low skins have resulted to greater productivity indices, and each well where sand treatment has been successful has seen enhanced oil or gas production rates. Additionally, costly sand control devices are avoided, and the viability of future well interventions is guaranteed.

The capacity to forecast when a formation will fail and create sand is the foundation for determining which sand management method to employ (whether down-hole sand control system will be required or a sand management approach). As a result, sand prediction serves as the foundation for a significant reservoir development strategy. The variety of models available, as well as their relevance and accuracy, could be confusing and unrepresentative of the manufacturing process. Production engineers are often concerned about formation sand control.

There are several strategies for preventing the creation of sand. Choosing a strategy to avoid formation sand generation is influenced by a variety of reservoir characteristics as well as political and economic factors. Economic and political factors can sometimes be more helpful than reservoir characteristics in determining the best option. Simultaneous analysis of political and economic factors with reservoir characteristics frequently yields results that deviate from what is expected. As a consequence, selecting the optimal sand control approach is the product of extensive research. Large amounts of hydrocarbons that may flow readily through the sand and into production wells are created through perforations into the well in formations where the sand



is porous, permeable, and well cemented together. These produced fluids may have sand entrained in them, especially if the underlying deposit is unconsolidated. For a variety of reasons, manufactured sand is undesirable. Sand may harm equipment such as valves, pipes, pumps, and separators when it reaches the surface, thus it must be removed from the generated fluids at the surface. Furthermore, the generated sand may partially or totally choke the well, resulting in poor well performance and, eventually, production inhibition, necessitating a costly work-over. Sand production is a concern in several oil and gas sites across the world. Unconsolidated sandstones create formation sand with reservoir fluids in most of the world's oil and gas wells. Operators frequently prefer to implement down-hole sand control in all sand-prone wells since certain reservoirs can produce several tons of sand per day. The traditional approach to sand prediction is to recognize that if you get down to a specific pressure regime and rock strength, you will almost certainly create sand at some point during the well's life. Heavy oil reservoirs have been linked to sand production and its influence on well productivity. Increased aggressive gas production from conventional reservoirs, on the other hand, has resulted in increased sand output from gas reservoirs. Breakdown or disaggregation of rock into tiny enough bits to pass through perforations or screen apertures is a need for sand production. In many circumstances, rock breaks down gradually, a process known as strength deterioration. Following the commencement of field strength degradation, the reservoir rock must be further degraded before it can be broken down into producible aggregates in response to production conditions. As a result, recognizing and quantifying field-scale rock strength deterioration and having it included into a proper sand production quantification model is critical for forecasting and managing sand output during the life of a well. Sand formation is also a natural result of reservoir fluid flow into a wellbore.

**Keywords:** sand control, well productivity, methods of sand control, viscoplastic modeling, layer parameters, nodal analysis

## QUM TƏZAHÜRÜNÜN QUYUNUN DRENAJ SAHƏSİNƏ TƏSİRİ

**Cəbrayıl Eyvazov**

SOCAR-ın Neft- Qaz Elmi Tədqiqat və Layihə İnstitutu, Məlumatlar bazası və modelləşdirmə şöbəsi, böyük mühəndis, E-mail: jabrayil.eyvazov88@gmail.com

### XÜLASƏ

Lay qumunun təzahürü dünyanın əksər neft yataqları ilə bağlı problemdir. Quyuda lay qumunun təzahürü quyunun məhsuldarlığına və avadanlıqlara mənfi təsir göstərdiyi üçün neft-qaz sənayesi-ni narahat edən ən qədim problemlərdən biridir. Bu, adətən, ayrı-ayrı qum dənələrini bir yerdə saxlamaq üçün az və ya heç təbii sementlənməsi olmayan dayaz, geoloji cəhətdən gənc formasi-yalarla əlaqələndirilir. Nəticədə, quyu təzyiqi lay təzyiqindən aşağı olduqda, maye hasilatı nəticəsində qumların əmələ gəlməsinə sürükləmə qüvvələri tətbiq olunur. Layın müqavimət qüv-vələri çox olarsa, quyuya quyu dibinə axacaq. Hasil olunan qumun əslində heç bir iqtisadi dəyəri yoxdur. Əksinə, lay qumu təkcə quyuları bağlaya bilməz, həm də avadanlığı aşındıra və yerüstü avadanlıqlarda çökə bilər. Lay qumuna nəzarət bəla başa gəlir və adətən ya hasilat sürətini yavaş-ladır, ya da nəzarət üsullarından istifadə edilir. Əksər qum təzahürünün təsirləri təhlükəsizliyə, qu-yuya və ya neft yatağının iqtisadiyyatına və davamlı istehsalə təsir göstərir. Bu, zaman keçdikcə



neft və qaz sənayesində qum təzahürünü azaltmaq üçün həll yollarının davamlı axtarışına təkan verdi. Tez-tez istifadə olunan metodologiya eksklüziv qum nəzarəti və ya passiv qum idarəçiliyi-dır. Qumun idarə edilməsi ənənəvi qum nəzarət vasitələrinin adətən tətbiq edilməyən əməliyyat konsepsiyasıdır və hasilat quyu təzyiqlərinin, mayenin miqdarlarının və qum axınının monitorinqi və nəzarəti ilə idarə olunur. Son illərdə neft və qaz hasilatında qumun ənənəvi üsullarla idarə edilməsi çoxlu sayda quyuda həyata keçirilib. Demək olar ki, bütün hallarda o, işlək olduğunu sübut etdi və baş verən epizodik qum hasilatı ilə əlaqəli özünütəməzləmə nəticəsində çox əlverişli quyu ətrafı zonalarında çirkənləmələrin yaranmasına səbəb oldu. Bu aşağı qiymətlərdə olan quyu skini, öz növbəsində, daha yüksək məhsuldarlıq göstəricisinə səbəb oldu və qum idarəçiliyinin uğurlu olduğu quyuların hər biri artan neft və ya qaz hasilatını nümayiş etdirdi. Bundan əlavə, bahalı qum nəzarət cihazlarına çox da üstünlük verilmir və gələcəkdə olacaq quyuya müdaxilələrin mümkünüyü təmin edilir.

Layın nə vaxt uğursuz olacağını və qum hasil edəcəyini proqnozlaşdırmaq bacarığı hansı növ qum idarəçiliyi strategiyasının istifadə edilməsinin əsasını təşkil edir (quma quyusuna nəzarət sistemi tələb olunacaq, yoxsa qum idarəçiliyi yanaşması). Nəticə etibarlı ilə qum proqnozu layın işlənməsi planının əsasını təşkil edir. Mövcud modellərin müxtəlifliyi, onların tətbiqi və dəqiqliyi çətinləşdirici ola bilər və istehsal təcrübəsini təmsil etmir. Lay qumuna nəzarət həmişə istehsal mühəndislərinin əsas problemlərindən biridir.

Qum istehsalının qarşısını almaq üçün müxtəlif növ üsullar var. Qum əmələ gəlməsinin qarşısının alınması üsulunun seçilməsi müxtəlif lay parametrlərindən, siyasi və iqtisadi şəraitdən asılıdır. Bəzən iqtisadi və siyasi şərtlər optimal üsul seçmək üçün lay parametrlərindən daha çox təsirli olur. Çox vaxt lay parametrləri ilə siyasi və iqtisadi şəraitin eyni vaxtda araşdırılması gözləniləndən fərqli nəticələr verir. Beləliklə, qumla mübarizə üçün ən yaxşı üsulu seçmək hərtərəfli araşdırmanın nəticəsidir. Qumun məsaməli, keçirici və yaxşı sementləşdiyi laylarda quyuya perforasiya dəşikləri vasitəsilə asanlıqla qumdan keçərək hasilat quyularına axan böyük həcmdə karbohidrogenlər hasil edilir. Bu hasil olunan mayelər, xüsusən də yeraltı təbəqə birləşməmiş təbəqə olduqda, orada qumu da özü ilə daşıya bilər. İstehsal olunan qum bir çox səbəbə görə arzuolunmazdır. Yer səthinə çatdıqda, qum klapanları, boru kəmərləri, nasoslar və separatorlar kimi avadanlıqları zədələyə bilər və yer səthində mayelərdən təmizlənməlidir. Bundan əlavə, hasil edilən qum quyunu qismən və ya tamamilə bağlaya bilər, quyularda əhəmiyyətli dərəcədə zəif işləməyə səbəb ola bilər və nəticədə hasilata mane ola bilər və bununla da bahalı təmir işlərini zəruri edə bilər. Neft və qaz yataqlarının bəziləri bütün dünyada qum hasilatı problemi ilə üzləşir. Dünyanın bir çox neft və qaz quyularından lay mayeləri ilə lay qumu əmələ gətirən birləşdirilməmiş qumdaşlarından hasil edilir. Bəzi neft layları gündə bir neçə ton qum istehsal edə bilər və bu o qədər ağır ola bilər ki, operatorlar tez-tez bütün quma meyilli quyularda quyuya qum nəzarəti avadanlığı quraşdırmağı seçirlər. Qumun proqnozlaşdırılmasının standart, tarixi yolu, müəyyən bir təzyiq rejimində və süxur sərtliyində, quyunun istismar müddəti ərzində yəqin ki, qum hasil edəcəyinizi qəbul etməkdir. Qum hasilatı və onun quyu məhsuldarlığına təsiri əsasən ağır neft layları ilə əlaqələndirilmişdir. Bununla belə, adi laylardan qaz hasilatının artması qaz laylarında qum təzahürünə səbəb olmuşdur. Qum təzahürü üçün zəruri şərt, süxurun parçalanması və ya perforasiya və ya ekran açılışlarından asanlıqla keçmək üçün kifayət qədər kiçik parçalara parçalanmasıdır. Bir çox hallarda süxurun parçalanması tədricən baş verir; bu süxur gücünün azalması adlanan prosesidir. Neft-qaz yatağında möhkəmliyin azalmasının başlanmasından sonra lay süxuru hasilat şəraitinə uyğun olaraq hasil edilə bilər və aqreqatlara parçalanmadan əvvəl daha da degradasiyaya məruz qalmalıdır. Buna görə də, quyunun istismar müddəti ərzində qum



hasilatını proqnozlaşdırmaq və idarə etmək üçün yataq miqyasında süxur möhkəmliyinin deqradasiyasını tanımaq və kəmiyyətləndirmək və onun uyğun qum hasilatının kəmiyyət modelinə tətbiq edilməsi vacibdir. Qum hasilatı həm də laydan quyu dibinə maye axınının təbii nəticəsidir.

**Açar sözlər:** qum təzahürü, quyu məhsuldarlığı, qum təzahürü ilə mübarizə üsulları, vizkoplastik modelləşdirmə, lay parametrləri, nodal analizi.

**Giriş:** Dünya neft və qaz ehtiyatlarının böyük hissəsi qumdaşı laylarında yerləşir ki, burada qum hasilatı yatağın istismar müddəti ərzində nə vaxtsa problemə çevrilə bilər. Qum hasilatı quyudan karbohidrogen hasilatı zamanı lay qumdaşı hərəkətsizlik halında gərginliyi sıradan çıxacaq qədər zəif olduqda və karbohidrogen hasilatı ilə əlaqədar yaranan gərginlik dəyişdikdə baş verir. Neft və ya qaz axını özü ilə birlikdə sıradan çıxmış süxuru gətirir və səth qurğularının eroziyasından tutmuş quyunun bütövlüyünə və qumun utilizasiyasına qədər müxtəlif problemlər yaradır. Digər tərəfdən, məhdud qum istehsalının quyunun məhsuldarlığını artırdığı sübut edilmişdir və buna dözüldükdə, qum hasilatına nəzarət ehtiyacı tamamilə aradan qaldıra bilər.

Neft və qaz yataqlarının bəziləri bütün dünyada qum hasilatı problemi ilə üzləşir. Dünyanın bir çox neft və qaz quyuları lay mayeləri ilə lay qumu əmələ gətirən konsolidə olunmamış qum daşlarından hasil edilir. Bəzi laylar gündə bir neçə ton qum istehsal edə bilər və bu o qədər ağır ola bilər ki, operatorlar tez-tez bütün quma meyilli quyularda quyudibi qum nəzarəti quraşdırmağı seçirlər.

**Məqsəd:** Qum hasilatı bir çox neft və qaz hasilatı sənayesində ciddi problemdir. Bu, istehsal dərəcələrinə kəskin təsir göstərə bilər; o, quyu və sualtı avadanlıqlara və yerüstü qurğulara zərər verə bilər, fəlakət qəza riskini artırır; və istehsalçılara hər il on milyardlarla dollara başa gəlir [1].

Qum hasilatı normal olaraq qazma və layların idarə olunması fəaliyyəti nəticəsində baş verir. Qum dənələri fiziki (yer gərilməsi) və kimyəvi təsir altında süxur strukturundan ayrılır. Yatağın optimal işlənməsi üçün anbarda qum, həcm və qum hasilatı nümunələri baxımından qum istehsalı mexanizmi lazımdır. Qum hasilatına səbəb olan mexanizmlər lay gücünə, axının dayanıqlığına, özlü sürtünmə qüvvələrinə və quyu lüləsinə təzyiqin azalmasına bağlıdır. Qum hasilatı potensialının və qum istehsalının dəqiq proqnozlaşdırılmasına avaran kritik amillər bunlardır: lay gücü, hərəkətsizlik halında gərginlik və hasilat dərəcəsi. Digər amillər lay dərinliyi, təbii keçiricilik, lay sementləşməsi, sıxılma qabiliyyəti, axına məruz qalan səth, hasil olunan mayenin növləri və fazaları, lay xüsusiyyətləri, təzyiqin azalması və lay təzyiqidir. Qum istehsalının proqnozlaşdırılması empirik və analitik üsulların işlənilib hazırlanmasını nəzərdə tutur. Empirik üsullar qum istehsalını bəzi tək parametrlərə və ya məsaməlilik, axın və ya azalma kimi parametrlər qrupu ilə əlaqələndirir. Bəzən ədədi analitik üsullardan da istifadə olunur.

**Metodlar:** Qum təzahürünü proqnozlaşdırmaq və nəticədə qum istehsalını təyin etmək üçün ədəbiyyatda bir çox riyazi modellər təqdim edilmişdir. Bu modellər müxtəlif qum təzahürü mexanizmlərinə əsaslanır və bunlara aşağıdakılar daxildir: təzyiqin azalması/sıxılma gücü, Mohr Coulomb kimi metodlar ilə verilmiş qum təzahürünü meyarına əsaslanan uğursuzluq, yapışqanlıq gücü çatışmazlığı, perforasiya ətrafındakı elastoplastik nasazlıq, viskoplastik modelləşdirmə və empirik korrelyasiya.

Qum təzahürü tarixən yumşaq və ya zəif konsolidasiya edilmiş laylarla əlaqəli problem olmuşdur. Nəticə adətən qum və çınqıl paketlərini, ekranları, perforasiyaları, boru və səth axın xətlərini və





ya ayırıcıları tıxayan qum və xırdalar səbəbindən hasilatda itkilər yaranır. Nasosların və ya digər quyu avadanlıqlarının zədələnməsi ilə yanaşı, quyu daxili lülələr və yerüstü qurğuların aşınması da baş verə bilər. Qum təzahürü ilə bağlı problemlər əslində quyunun lülələrinin və ya quyunun çökməsi səbəbindən quyunun itirilməsinə və ya yenidən tamamlanmasına səbəb ola bilər. Qum istehsalının təsirini minimuma endirmək üçün tətbiq olunan ənənəvi metodlara aşağıdakılar daxildir:

1. Kritik hasilat dərəcəsi.
2. Çınqıl üsulu ilə qum təzahürü ilə mübarizə
3. Qum konsolidasiyası.
4. Hidravlik yarıma vasitəsilə qum təzahürü ilə mübarizə.
5. İstiqamətlənmiş və/və ya selektiv perforasiya.
6. Yuxarıda göstərilən texnikaların birləşməsi.

Tamamlama üsulları qum xarakteristikasına və uğursuzluq mexanizminə əsasən seçilir. Laboratoriya sınaqları və qumun proqnozlaşdırılması üçün istifadə edilən riyazi modellər qum xarakteristikasına əsasən seçilir [4].

**Quyularda qum təzahürünün azaldılması:** Qum təzahürünü azaltmaq üçün qum idarəçiliyi (Passiv) və Quma nəzarət avadanlığı (Aktiv) kimi iki növ Quma nəzarət metodları mövcuddur. Qumun idarə olunması quyuda olan avadanlıq quraşdırmadan və kritik hasilat istifadə etmədən qum məhsulları ilə hasilatı davam etdirmək deməkdir. Bu üsul bütün sahələr üçün icazə verilmir, çünki kritik istehsal dərəcəsi konkret sahə üçün qənaətcil olmaya bilər. Bu halda ikinci növ qum nəzarətindən istifadə edilməlidir. Fərqli tamamlamalar və quyuların layihəsi üçün müxtəlif quyu avadanlığı mövcuddur [2].

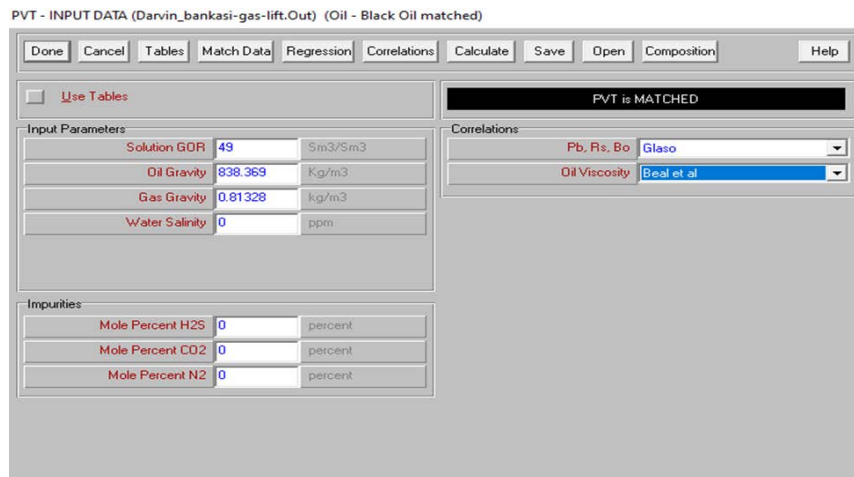
Qumun idarə edilməsi ənənəvi qum nəzarət vasitələrinin adətən tətbiq edilmədiyi əməliyyat konsepsiyasıdır və hasilat quyu təzyiqlərinin, mayenin miqdarının və qum axınının monitorinqi və nəzarəti ilə idarə olunur. Son dörd ildə adi neft və qaz hasilatında qumun idarə edilməsi Şimal dənizində və başqa yerlərdə çoxlu sayda quyularda həyata keçirilmişdir. Demək olar ki, bütün hallarda o, işlək olduğunu sübut etdi və baş verən epizodik qum partlamaları ilə əlaqəli özünü təmizləmə nəticəsində çox əlverişli quyu skinlərinin yaranmasına səbəb oldu. Bu aşağı təbəqələr, öz növbəsində, daha yüksək məhsuldarlıq göstəricilərinə səbəb oldu və qum idarəçiliyinin uğurlu olduğu quyuların hər biri artan neft və ya qaz hasilatını nümayiş etdirdi. Bundan əlavə, bahalı qum nəzarət cihazlarından qaçınılır və gələcəkdə mümkün quyuya müdaxilələrin mümkünlüyü təmin edilir [5].

Çox vaxt hasilatın azaldılması qum təzahürü problemini aradan qaldırmaq üçün iqtisadi yanaşma deyil. Beləliklə, qumla mübarizə üsullarından istifadə etməyə üstünlük verilir. Qum nəzarət üsullarından istifadə quyunun tamamlanması üçün əlavə avadanlıqla müşayiət olunur. Bu avadanlıq müxtəlif mexanizmlərlə lay qumunun quyu lüləsinə daxil olmasının qarşısını alsa da, lay məhsuldarlığını aşağı salır. Digər tərəfdən, qumla mübarizə texnikası sayəsində əlavə skin faktoru yaranır. Bu, quyu skin faktorunun böyüklüyünün də qum istehsalçısı quyusu üçün qum nəzarət metodunu seçmək üçün vacib bir parametrdən olduğunu göstərir. Beləliklə, qum təzahürünün qarşısını almaq üçün bir üsul seçməzdən əvvəl, metodun skin faktorunu bilmək və müəyyən bir müddət üçün hasilatı iqtisadi cəhətdən qiymətləndirmək vacibdir. Bu araşdırmada qumla müxtəlif mübarizə üsullarının skin faktorları araşdırılmış və iqtisadi cəhətdən real vəziyyət üçün ən yaxşı üsul göstərilmişdir [3].

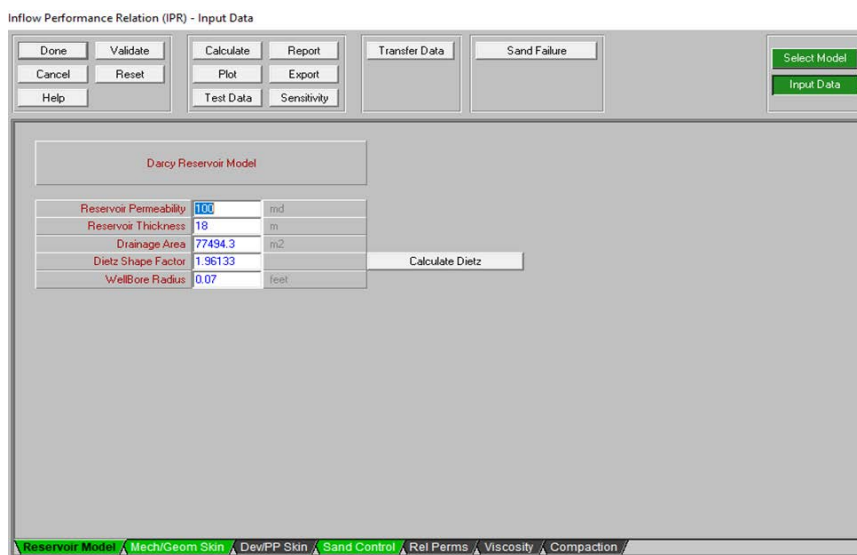
Müasir qumla mübarizə metodunun neft hasilatını necə artırma biləcəyinə və quyunun istismar



müddətini, yeraltı və yerüstü avadanlıqların istismar müddətini necə uzada biləcəyinə əsaslanan tədqiqatdır. Layihə Prosper modeli üzrə aparılıb. Layihə Darwin bankası yatağındakı 625 №-li quyuya əsaslanır. Bu quyuda qum təzahürü problemi var. Quma nəzarət üsulundan istifadə etməzdən əvvəl gündəlik neft hasilatı sutkada 1,4 t idi. Quma nəzarət üsulu quyuboyu zonanın polimer tərkibli tamponlama materialı ilə bərkidilməsindən ibarət idi. Gündəlik neft hasilatı sutkada 1,6 tona çatdırılıb. Bu məqalə çınqıl üsulundan istifadə edildikdə gündəlik neft hasilatının necə olacağına əsaslanır.



Şəkil 1. Quyu rejimi üçün PVT parametrləri



Şəkil 2. Quyu modeli üçün lay və quyu parametrləri



Inflow Performance Relation (IPR) - Input Data

Done Validate Calculate Report Transfer Data Sand Failure Select Model  
Cancel Reset Plot Export Input Data  
Help Test Data Sensitivity

Gravel Pack - Cased Hole

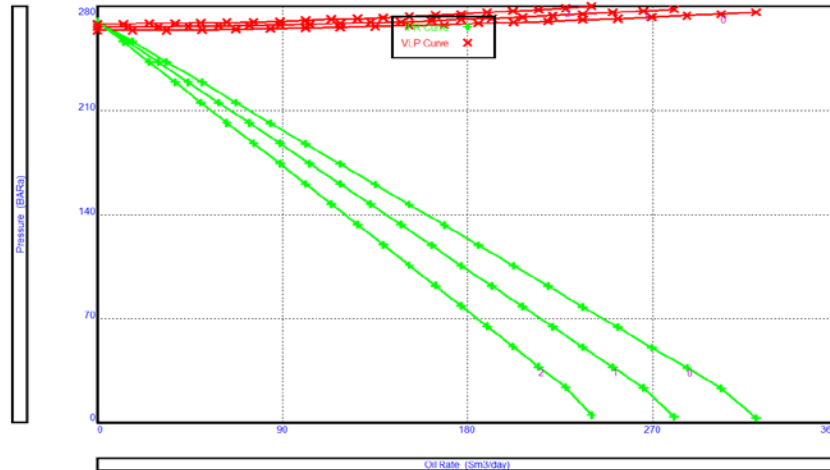
Gravel Pack Permeability: 35000 md  
Perforation Diameter: 0.0254 m  
Shot Density: 6 1/m  
Gravel Pack Length: 0.0508 m  
Perforation Interval: 30.48 m  
Perforation Efficiency: 0.5 fraction  
Beta (Turbulence): Calculated  
Beta (Turbulence): 46567.2 1/R  
Method: Multi Phase

Typical Values

Gravel Type	Mesh Size	Lab Permeability mDarcy
Ottawa Sand	12/20	500000
	20/40	150000
	30/50	90000
	40/60	60000
Carbolite	50/70	30000
	20/40	350000
Isopac	16/20	500000
	20/40	110000

Reservoir Model Mech/Geom Skin Dev/PP Skin Sand Control Rel Perms Viscosity Compaction

Şəkil 3. Quyu modeli üçün Çınqıl metodu ilə mübarizə üsulunun parametrləri



Şəkil 4. Müxtəlif sulaşma qiymətlərində gündəlik neft hasilatı miqdarı

Qum istehsalı problemləri suyun kəsilməsinə səbəb olur. Beləliklə, gündəlik neft hasilatının 20, 30, 40% sulaşma qiymətlərində necə olacağı təhlil edilmişdir. Nodal analizdən göründüyü kimi, suyun kəsilməsi zamanı gündəlik neft hasilatı ən yüksək olacaq =20%. Quyuda çınqıl paketindən istifadə edildikdə gündəlik neft hasilatı sutkada 7,2 ton olacaq. Çınqıl paketindən istifadə etməklə biz gündəlik neft hasilatını 5 dəfə artırabilirik.

**Nəticə:** Bu tədqiqat göstərir ki, çınqıl üsulundan istifadə etməklə quyunun gündəlik neft hasilatını artırmaq mümkündür. Bu üsul quyudan su hasilatını artıracaq. Çınqıl bağlama üsulundan istifadə nəticəsində ağır komponentlər quyuboyu zonaya axacaq. Bundan sonra neft quyu əlavə xarici enerjiyə ehtiyac olmadan istifadə tələb edə bilər, məsələn, qazlift üsulu. Bu halda bu quyu üçün istismar xərcləri artacaq. Daha yaxşı qiymətləndirmək üçün iqtisadi qiymətləndirmə tələb olunur. Çınqıl metodundan istifadə lay bütövlüyünü qoruyacaqdır. Çünki müntəzəm qum istehsalı layın bütövlüyünü pozur və buna görə də quyuların drenaj sahəsini azaldır. Bundan başqa, bu quyu və yerüstü ava-



danlıqların istifadə müddətini artıracaq.

## ƏDƏBİYYAT

1. Oil Well Sand Production Control- Maryam Dehgani.
2. Selection of optimum sand control for a field in pcsb operation- Waddah Hassan.
3. Choosing an optimum sand control method- Ehsan Khamnehchi, Omid Ameri, Ali Alizadeh.
4. Sand Control: Sand Characterization, Failure Mechanisms, and Completion Methods H.H. Abass, SPE, H.A. Nasr-El-Din, SPE, M.H. BaTaweel, SPE, Saudi Arabian Oil Company- SPE 77686.
5. The Tools of Sand Management - J.Tronvoll, M.B. Dusseault, F. Sanfilippo, and F.J. Santarelli, SPE, Oifield Rock Mechanics Integrated Services (ORMIS)- SPE 71673.

Publication history

Article received: 28.02.2022

Article accepted: 10.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## CHARACTERISTICS OF CONTROL SYSTEMS IN ELECTROMECHANICAL DEVICES

<sup>1</sup>Gulshen Kerimzade, <sup>2</sup>Arif Gurbanov

<sup>1,2</sup>ASOIU, <sup>1,2</sup>Department of Electromechanics, <sup>1</sup>c.t.s., professor; <sup>2</sup>master, E-mail: gulschen98@mail.ru

### ABSTRACT

Electromechanical devices, control systems convert alternating current of one frequency into alternating current of another frequency, and are also used to control the speed and torque of alternating current motors by changing the frequency and supply voltage. Modern electromechanical devices are used in various industries to ensure continuous process control. The main elements of the control system of electromechanical devices are the power unit and the control device.

In most cases, electromechanical systems occupy a central place in technical systems. Their main defining function is the conversion of electrical energy into controlled mechanical energy, i.e. they provide the ability to control the parameters (speed, acceleration, angular or linear displacement, power, torque, etc.) of the mechanical movement of control objects. Usually this function is carried out automatically. The use of various machines, mechanisms and installations in industry, science, everyday life facilitates human activities, increases productivity and quality, improves safety and comfort level. At present, the development and production of various electromechanical installations and elements that perform the same function, but differ in the principle of operation, design, control method and other features, are underway. On the basis of electromechanical systems for working with sensors, converters that convert their parameters into frequency in information-measuring systems have found wide application. The advantages of such converters include: resistance to interference, relatively simple application and circuit structure, manufacturability. The development of information-measuring systems is characterized by the widespread use of measuring transducers that convert various physical quantities into electrical signals. As part of the information-measuring system, sensors are marked as the first link and its metrological characteristics are determined. The development of modern transistors and thyristor converters is associated with the analysis of volumetric calculations and research, new control algorithms and new schemes. Currently, such work is usually based on the mathematical modeling of equipment. In many cases, individual nodes of systems are modeled, as far as possible, equipment models are also built. Such models make it possible to analyze electromagnetic, electromechanical and thermal processes of numerous interconnected connections and assumptions of elements.

Most of the nodes of control systems, according to certain laws, perform the functions of converting and generating electrical signals of the information level. In order to increase the efficiency and reduce the weight and size indicators of the control system, they are aimed at reducing the power of the signals converted and produced on their part. The scheme for generating control pulses primarily depends on the type of control device and its static and dynamic features. Pulse shapers are one of the most widely used components of various electromechanical equipment, which are necessary for connecting installations, generating a logic level voltage from active sensors and detecting pulses. Changing the voltage value by the consumer through a pulse converter is called pulse regulation. By means of a non-contact key of the pulse



converter, a source of direct or alternating voltage is periodically connected to the load. As a result, voltage pulses are formed at the converter output. Voltage regulation at the load can be carried out by changing the output pulse parameters: duration  $t_u$  or period  $T$ . The most widely used among the regulation methods are: transverse impulse ( $t_u = \text{var}$ ,  $T = \text{const}$ ); frequency pulse ( $t_u = \text{const}$ ,  $T = \text{var}$ ) and time pulse ( $t_u = \text{var}$ ,  $T = \text{var}$ ). In this case, the relative conduction time of the control valve is regulated, which leads to a smooth change in the average or effective voltage value. According to a number of features, one can note the classification of pulse converters: in relation to the input and output voltage (step-down, step-up, arbitrary voltage change); by type of key element (in thyristors, field-effect transistors, bipolar transistors). A choke, a capacitor and a battery can serve as an integrating element. Depending on the mode of operation: PWM controllers, relay controllers or on/off controllers. Pulse converters are also divided into reversible and non-reversible. Irreversible converters convert smoothly changing input voltage into pulses of constant amplitude and polarity, but of different duration. Reversing converters convert the input voltage into an alternating voltage (for various half-cycles of duration) or a constant amplitude into a pulsed voltage (for various durations and polarities). In a pulse voltage regulator, the regulating element operates in the key mode. This mode of operation helps to reduce energy losses, improve the weight and overall dimensions. Pulse DC voltage converters have found wide application as a stabilizer, regulator, power source for excitation windings of DC motors, electrical machines and mechanisms.

Equipped with modern microprocessor technology, electromechanical converters contribute to the implementation of a wide variety of object control algorithms. Their application allows increasing the level of system automation, implementing energy saving technologies, applying new technologies, increasing equipment reliability and service life.

**Keywords:** electromechanical device, electromechanical device, control system, pulse, relay, sensor, power section, power sources, frequency, power supply, output voltage.

## ELEKTROMEXANİKİ APARATLARDA İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİN XARAKTERİSTİKALARI

<sup>1</sup>Gülşən Kərimzadə, <sup>2</sup>Arif Qurbanov

<sup>1,2</sup>ADNSU, <sup>1,2</sup>“Elektromexanika” kafedrası, t.e.n., dosent; magistrant, E-mail: gulschen98@mail.ru

Elektromexaniki cihazlar, idarəetmə sistemləri tezliyin dəyişən cərəyanını digər tezliyin dəyişən cərəyanına çevrilməsini icra edir, eləcə də qida gərginliyi və tezliyinin dəyişməsilə dəyişən cərəyan mühərriklərin sürət və momentinin nəzarəti üçün istifadə olunur. Müasir elektromexaniki cihazlar texnoloji prosesin fasiləsiz idarəsinin təmini üçün sənayenin müxtəlif sahələrində öz tətbiqini tapmışdır. Elektromexaniki qurğuların idarəetmə sisteminin əsas elementləri güc hissəsi və idarəedici qurğudur.

**Açar sözlər:** elektromexaniki cihaz, elektromexaniki qurğu, idarəetmə sistemi, impuls, rele, verici, güc hissəsi, elektrik enerji mənbələri, tezlik, qida mənbəyi, çıxış gərginliyi.

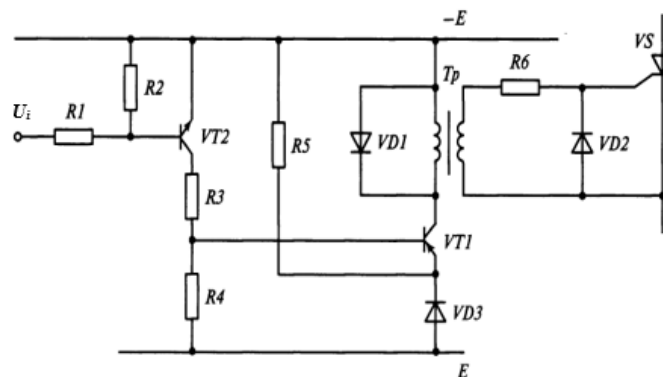
**Giriş:** Elektromexaniki sistemlər bir çox hallarda texniki sistemlərdə mərkəzi yer tutur. Onların əsas təyinedici funksiyası – elektrik enerjinin idarə olunan mexaniki enerjiyə çevrilməsidir, yəni onlar idarə obyektlərin mexaniki hərəkətinin parametrlərinin (sürət, təcil, bucaq və ya xətti yerdə-



yişmə, güc, moment və s.) tənzimləmə imkanını təmin edirlər. Bu funksiya adətən avtomatik yerinə yetirilir. Sənayedə, elmdə, məişətdə müxtəlif maşın, mexanizm və qurğular istifadə edilir ki, bu da insan fəaliyyətini asanlaşdırır, istehsal və keyfiyyəti artırır, təhlükəsizliyin və komfortluğun səviyyəsini yaxşılaşdırır. Hazırda eyni funksiyaları yerinə yetirən, lakin iş prinsipi, konstruktiv ifadə, idarə üsulu və s. əlamətlərə görə fərqlənən müxtəlif elektromexaniki qurğu və elementlərin işlənmələri və istehsalı aparılır. Elektromexaniki sistemlər əsasında vericilərlə işləmək üçün informasiya-ölçmə sistemlərində onların parametrlərini tezliyə çevirən çeviricilər geniş tətbiqi tapmışdır. Belə çeviricilərin üstünlükləri kimi maneə dayanıqlığı, nisbətən sadə istifadə və sxem quruluşu, texnolojilik qeyd etmək olar. İnformasiya-ölçmə sistemlərin inkişafı müxtəlif fiziki kəmiyyətlərin elektrik siqnallara çevirən ölçmə çeviricilərinin geniş tətbiqlə xarakterizə olunur. İnformasiya-ölçmə sisteminin tərkibində ilk bənd kimi vericilər qeyd olunur və onun metroloji xarakteristikalarını təyin edirlər. Müasir tranzistor və tiristor çeviricilərin işlənməsi böyük həcmli hesablamalar, tədqiqatlar, yeni sxemlər və yeni idarə alqoritmlərin təhlili ilə əlaqədardır. Hazırda belə işlər, adətən, qurğuların riyazi modelləşdirilməsinə əsaslanır. Bir çox hallarda sistemlərin tək ayrı-ayrı qovşaqları modelləşdirilmir, imkan daxilində həm də tam qurğuların modellərinin qurulması aparılır. Belə modellər elementlərin çoxsaylı qarşılıqlı əlaqələri və azsaylı fərziyyələri elektromaqnit, elektromexaniki və istilik proseslərini təhlil etməyə imkan yaradır [1-10].

**Məqsəd:** İdarəetmə sistemlərin bir çox qovşaqları müəyyən qanunlara görə informasiya səviyyəli elektrik siqnalların formalaşma və çevrilmə funksiyalarını yerinə yetirirlər. FİƏ-in artırılması və kütlə-qabarit göstəricilərin azalması məqsədilə idarəetmə sistemləri onların tərəfindən istehsal olunan və çevrilən siqnalların gücünün azalmasına yönəlir. İdarəetmə impulsların formalaşması sxemi ilk növbədə idarəedici cihazın tipindən və onun statik və dinamik xüsusiyyətlərindən asılıdır [1-3]. İmpuls formalaşdırıcılar müxtəlif elektromexaniki aparatının ən çox istifadə olunan qovşaqlarından biridir. Onlar aktiv vericilərdən və impulsların detektorlaşdırılmasından gərginliyin məntiq səviyyələrinin formalaşdırılması, qurğuların qoşması üçün lazımdır [11-14].

**Metodlar:** Şəkil 1-də tiristorun idarəetmə impuls formalaşdırıcısının sxemi göstərilmişdir. Diod VD1 tranzistorda (VT1) ifrat gərginliyi məhdudlaşdırır, diod VD2 isə -tiristorun (VS) idarəedici keçidində əks gərginliyi məhdudlaşdırır. Rezistor R6 tiristorun idarəedici elektrodunun cərəyanını və eyni zamanda tranzistorun (VT1) kollektor cərəyanını məhdudlaşdırır.



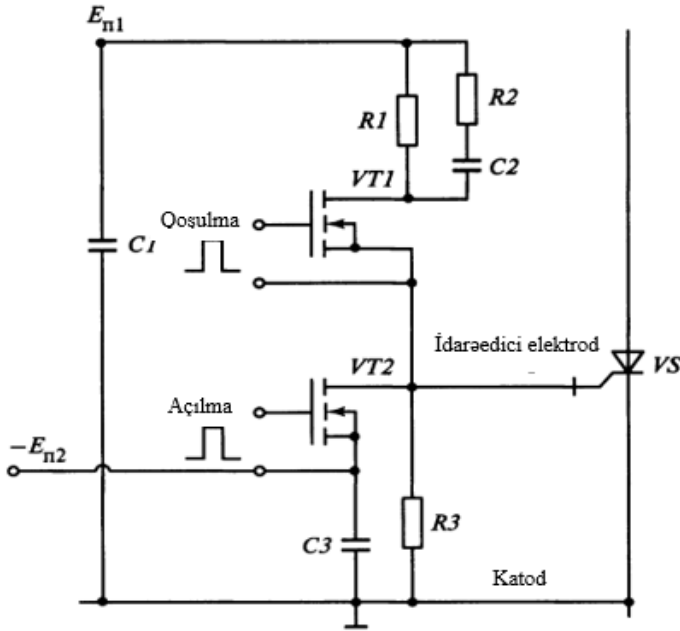


**Şəkil 1.** Tiristorun idarəetmə impulsar formalaşdırıcısı

Ənənəvi tiristorda birbaşa gərginlik mövcudluğunda idarəetmə impulsu formalaşır. İdarə cərəyanının formalaşdırıcı gərginlik qütblüyü tiristorun idarə elektrodunda (katoda nisbətən) müsbət gərginliyə uyğundur, bu da idarə p-n-keçidinin birbaşa yerdəyişməsinə uyğundur. İdarə impulsu cərəyan artımının böyük sürətinə və qoşulmada yüksək amplitudaya malik olmalıdır. Bu qoşulma prosesini sürətləndirir və tiristorun ((di/dt) anod cərəyan artımının yüksək sürətinə görə) sıradan çıxmasının qarşısını alır. Qoşulma prosesi yekunlaşdıqda idarə impulsunu sıfıra bərabər etmək məsləhətlidir, çünki uzunmüddətli impuls tiristorda güc itgilərini artırır. Tranzistorlar adətən açar kimi istifadə olunurlar. Şəkil 2-də bağlı tiristorun idarəetmə impuls formalaşdırıcısının sxemi göstərilir. Uyğun olaraq VT1 və VT2 tranzistorlar qoşulduqda, kondensatorlar  $C_2$  və  $C_3$  qoşulma və açılma idarə impulsarın formalaşdırıcı mənbələridir. Elementlər  $R_1$ ,  $R_2$  və  $C_2$  qoşulma cərəyanının formalaşmasını təmin edir. Rezistor  $R_3$  idarəetmə sistemi yararsız olanda, tiristorun bağlayıcı qabiliyyətinin saxlanılmasına təsir edir. Adətən, dövrələrin açılma funksiyasını drayverlər yerinə yetirir. İdarə impulsarın müddətinin artırılması ilə çıxış transformatorların gücü artır. Ona görə uzunmüddətli idarə impulslarda halvanik açılma üçün yüksək tezlikli transformatorların istifadəsi məqsədə uyğundur, onların girişinə, çıxış gərginliyinin sonrakı düzləndirilməsi və süzgəcliyilə, yüksək tezlikli dəyişən cərəyan verilir [5-7].

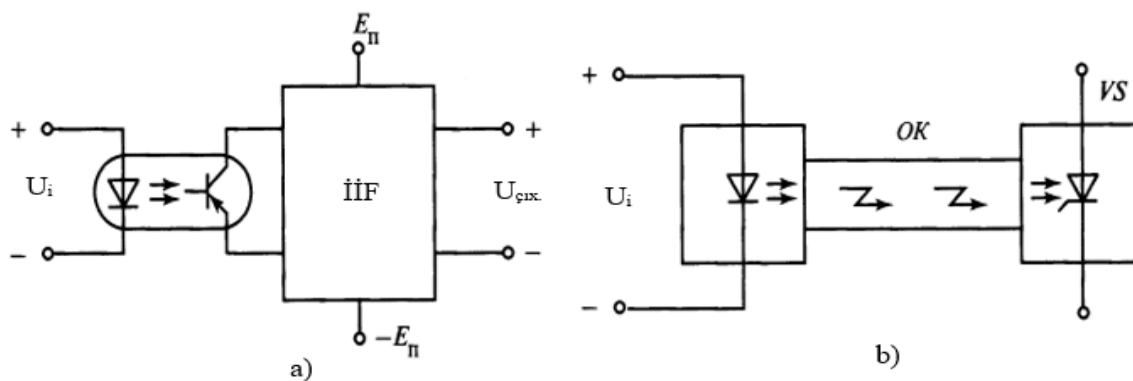
Halvanik açılma üsulunun geniş tətbiqi kimi optocütlərin istifadəsini qeyd etmək olar. Şəkil 3-də halvanik açılması olan sxemlər göstərilmişdir (a – optocüt əsasında, b – optotiristor əsasında). Çıxış signalı idarə impulsun formalaşdırıcısına daxil olur. Onun çıxışı güc açarının idarə girişinə qoşulur. Bu halda formalaşdırıcının kaskadı güc sxemilə əlaqəlidir. Bundan başqa, əlavə qida mənbəyi lazımdır ki, formalaşdırıcının funksiyasının yerinə yetirilməsini təmin etsin və güc dövrələrilə halvanik ayırmalara malik olsun. Optotiristorlarında istifadə etdikdə, idarə impulsu işıq selilə formalaşır (məsələn, idarə sisteminin işıq diodu ilə). Bu zaman işıq selinin optotiristora ötürülməsi optokabel ilə (OK) aparılır (şəkil 3). İdarə impuls formalaşdırıcının gücünün azalması üçün cüt tranzistorlardan (dəyişkən işləyən) istifadə edirlər VT2 və VT3 (şəkil 4b). İdarə impulsu olmayanda ( $u_i=0$ ), tranzistor VT4 qoşulur və onun kollektorundan VT2 bazanın açma cərəyanı axır. Güc tranzistoru VT3 bu zaman açılmış olur, çünki onun emitteri bazaya nisbətən mənfi potensiala malikdir. Kondensator  $C_1$  güc tranzistorun baza cərəyanı ilə yüklənir, bununla da tranzistor qoşulduqda cərəyan sıçrayışını təmin edir. İdarə mikrosxemindən qəbul olunan impulsarın anında tranzistorlar VT4 və VT2 açılırlar, tranzistor VT3 isə kondensatorun  $C_1$  gərginliyiylə qoşulur, o da boşalaraq, açılma güc tranzistorun baza cərəyanını təmin edir.

Açılma zamanı bipolyar tranzistorun cəldliyinin artırılması üçün onun artıq doymasına yol vermək olmaz. Bu məqsədlə idarə impulsarın formalaşdırıcısının tərkibinə daxil olan əlavə elementlərdən istifadə olunur. Şəkil 5-də təqdim edilən sxemdə əlavə diodlar VT tranzistoruna qoşulmuşlar. Diod VD1 tranzistorun kollektorunu idarə dövrəsilə birləşdirir, kollektor-emitter tranzistorunu VT gərginliklə təmin edir, təqribən baza-emitter gərginliyinə bərabər. Gərginliklərin belə paylaşdırılması tranzistorun doyma rejiminə yaxın rejimdə işləməsinə imkan yaradır. Diod VD3 tranzistor bağlandıqda əks cərəyanın axmasına imkan verir.

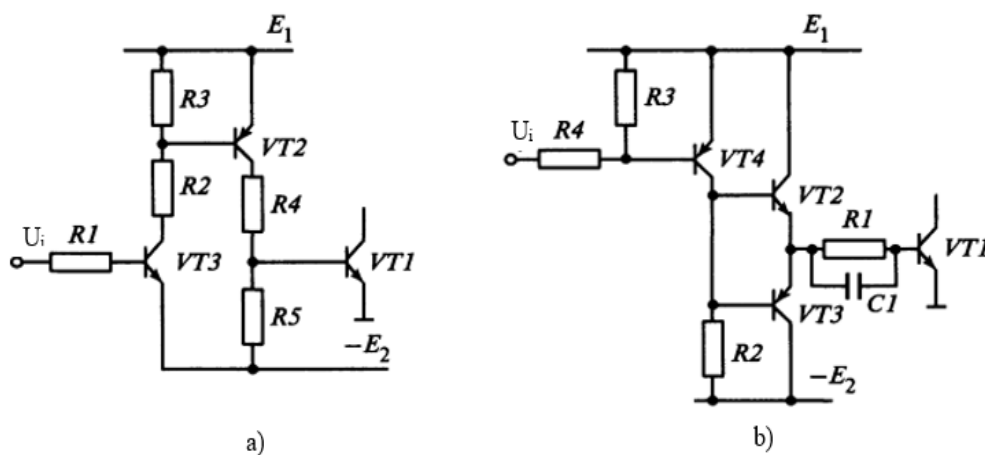


**Şəkil 2.** Bağlı tiristorun idarəetmə impuls formalaşdırıcısı

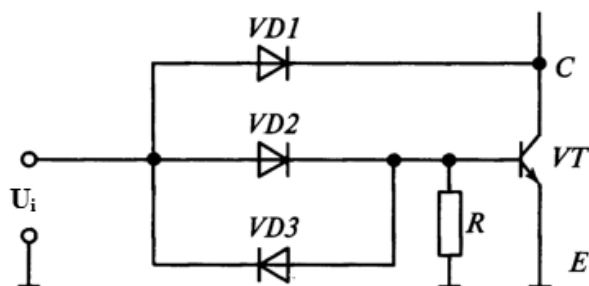
İmpuls çevirici vasitəsilə istifadəçinin gərginlik kəmiyyətinin dəyişməsi impuls tənzimi adlanır. İmpuls çeviricinin kontaktsız açar vasitəsilə sabit və ya dəyişən gərginlik mənbəyi periodik olaraq yükə qoşulur. Nəticədə, çeviricinin çıxışında gərginlik impulsları formalaşır. Yükdə gərginliyin tənzimini çıxış impulsların parametrlərinin dəyişməsilə yerinə yetirmək olar : müddətliyi  $t_u$  və ya period  $T$ . Ən çox tətbiq : eninə-impuls ( $t_u = \text{var}$ ,  $T = \text{const}$ ); tezlik-impuls ( $t_u = \text{const}$ ,  $T = \text{var}$ ) və zaman-impuls ( $t_u = \text{var}$ ,  $T = \text{var}$ ) tənzim üsulları almışlar. Bu halda idarə ventilin keçiriciliyinin nisbi zamanı tənzimlənir, bu da gərginliyin orta və ya həqiqi qiymətinin səlis dəyişməsinə gətirir. Bir sıra əlamətlərə görə impuls çeviricilərin təsnifatını qeyd etmək olar : giriş və çıxış gərginliyinin nisbətində görə (azaldıcı, artırıcı, gərginliyin sərbəst dəyişməsi); açar elementin növünə görə (tiristorlarda, sahə tranzistorlarda, bipilyar tranzistorlarda). İnteqrallayıcı element kimi drossel, kondensator və akumulyator ola bilər. İş rejimindən asılı olaraq, eninə-impuls modulyasiyası əsasında tənzimləyicilər, releli və ya iki pozisiyalı tənzimləyicilər. İmpuls çeviriciləri həm də reversiv və qeyri-reversivlərə ayrılırlar. Qeyri-reversiv çeviricilər səlis dəyişən giriş gərginliyini sabit amplituda və qütblük impulslarına çevirir (lakin müxtəlif müddətli). Reversiv çeviricilər isə giriş gərginliyini dəyişən gərginliyə (müddətin müxtəlif yarımperiodlarında) yaxud sabit amplitudanın impuls gərginliyinə (müxtəlif müddət və qütblük). İmpuls gərginlik tənzimləyicisində tənzimləyici element açar rejimində işləyir. Belə iş rejimi enerji itgilərinin azalmasına, kütlə qabarit ölçülər göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına imkan yaradır. Sabit gərginlik impuls çeviriciləri stabilizator, tənzimləyici, elektrik maşın və mexanizmlərin, sabit cərəyan mühərriklərin təsirlənmə dolaqlarının qida mənbələri kimi geniş tətbiqlərini tapmışlar. Şəkil 6-da eninə-impuls modulyasiyası (EİM) əsasında impuls stabilizatorun funksional sxemi təqdim edilmişdir.



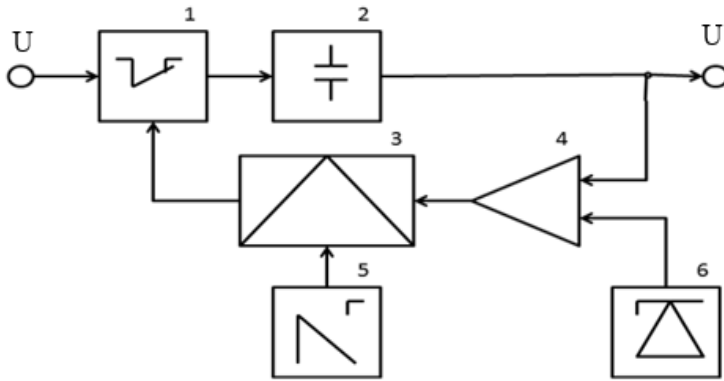
Şəkil 3. Halvanik ayırma sxemləri: a – optocüt əsasında; b – optotiristor əsasında.



Şəkil 4. Bipolyar tranzistorun idarə impulsar formalaşdırıcısının: a – tranzistor gücləndiricisi; b – cüt tranzistorlar.

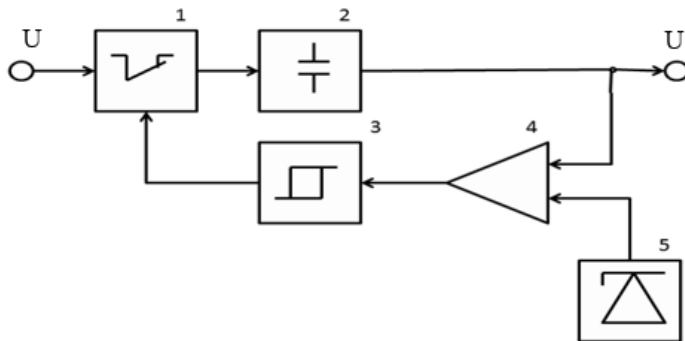


Şəkil 5. Bipolyar tranzistorun idarə impulsar formalaşdırıcısı



**Şəkil 6.** EİM əsasında impuls stabilizatorun funksional sxemi

Giriş gərginliyi  $U_1$  açar (1) vasitəsilə integratora (2) daxil olur. integrator açardan gələn enerjini yığır və açar açıq olanda yükə ötürür. Nəticədə çıxışda giriş gərginliyindən, impulsların dərinliyi, generatorun tezliyi və kondensatorun tutumundan asılı olan gərginliyin ortalanmış qiymətini əldə edirik. Bu gərginlik əməliyyat gücləndiricisi (4) vasitəsilə etalondan (6) dayaq gərginliyi ilə müqayisə olunur, onların arasındakı fərq isə modulyatora (3) daxil olur. Modulyator generatorun (5) impulslarını düzbucaq impulslara çevirir, onların da dərinliyi dayaq və çıxış gərginliklərinin fərqiəndən asılıdır. Adətən generator üçbucaq və ya mişarvari impuls ötürür, onlar isə tənzimlənən işə düşmə həddi olan hədd elementi vasitəsilə düzbucaq impulslara çevrilirlər. Modulyatorun çıxışındakı impulsar açarın (1) qapanma və açılması ilə idarə edirlər. Gərginlik açarlı stabilizator (releli və yaxud ikipozisiyalı tənzimlənən stabilizator) şəkil 7-də təqdim olunur. Giriş gərginliyi açar elementinin (1) vasitəsilə yığıcıya (2) daxil olur, çıxış gərginliyi isə əməliyyat gücləndiricisində (4) dayaq (5) gərginliyi ilə müqayisə edilir. Lakin onların fərqi Şmitt triqerinə (3) ötürülür. Çıxış gərginliyi dayaq gərginliyindən müəyyən qiymətə  $U_1$  üstələsə, Şmitt triqeri açılır və açarı (1) bağlayır. Yığıcı boşalır, yükəki gərginlik  $U_2$  qiymətinə qədər düşür, açar yenidən açılır və proses təkrarlanır. Gida mənbəyinin üstünlüklərinə yüksək FİƏ, ətraf mühit temperaturunun dəyişmələrinə az həssaslıq, kiçik qabarit və kütlə şamil etmək olar. Nöqsanlar kimi impuls iş rejimi və impuls maneələri, yüksək olmayan  $\cos\phi$  qeyd etmək olar.

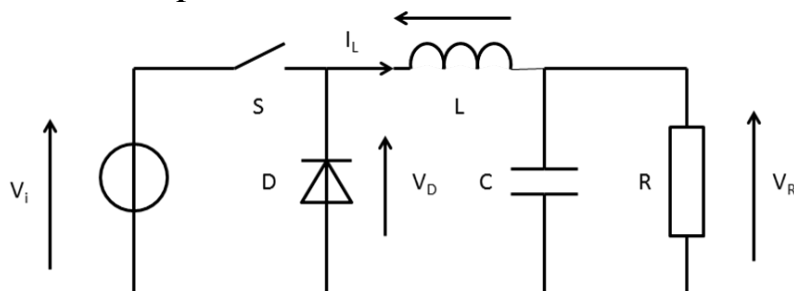


**Şəkil 7.** Açarlı stabilizatorun funksional sxemi

Şəkil 8-də tənzimləyicinin sxemi (gərginliyi azaltmaqla) göstərilmişdir. Sxemin tərkibinə açar S və drosseldən (L) başqa diod D və kondensator C daxildir. Açar S qapandıqda mənbədən cərəyan  $t_M$  zaman müddətində drossel L və yükə keçir. Açarı açılma prosesi isə  $T_M$  intervalı ilə təkrarlanır. Drosselin özünəinduksiya e.h.q.-si cərəyan mənbəyi gərginliyinə istiqamətlənir. Nəticədə yükə gərginlik qida mənbəyi gərginliyi və özünəinduksiya e.h.q.-nin fərqinə bərabərdir, kondensator və yükə gərginlik kimi, drossel cərəyanı artır. Açıq açarda S cərəyan drosseldən keçir, eyni istiqamətdə diod D və yükə, eləcə də kondensatordan C. Sxemdəki keçid prosesləri şəkil 9-da göstərilir. Özünəinduksiya e.h.q.-si diod vasitəsilə yükə əlavə olunub, kondensator C və yükə gərginlik kimi drosseldə cərəyan ardıcıl azalır. Çıxış gərginliyini sxem sıfırdan ( $t_M=0$ ) giriş gərginliyi ( $t_M=T$ ) qədər tənzimləyir. Yükə gərginliyin orta qiyməti:

$$U_{yük} = \frac{1}{T} \int U_i dt = U_D \frac{t_M}{T} = U_L \gamma,$$

burada  $\gamma = \frac{t_M}{T}$  – impulsların dolma əmsalı.



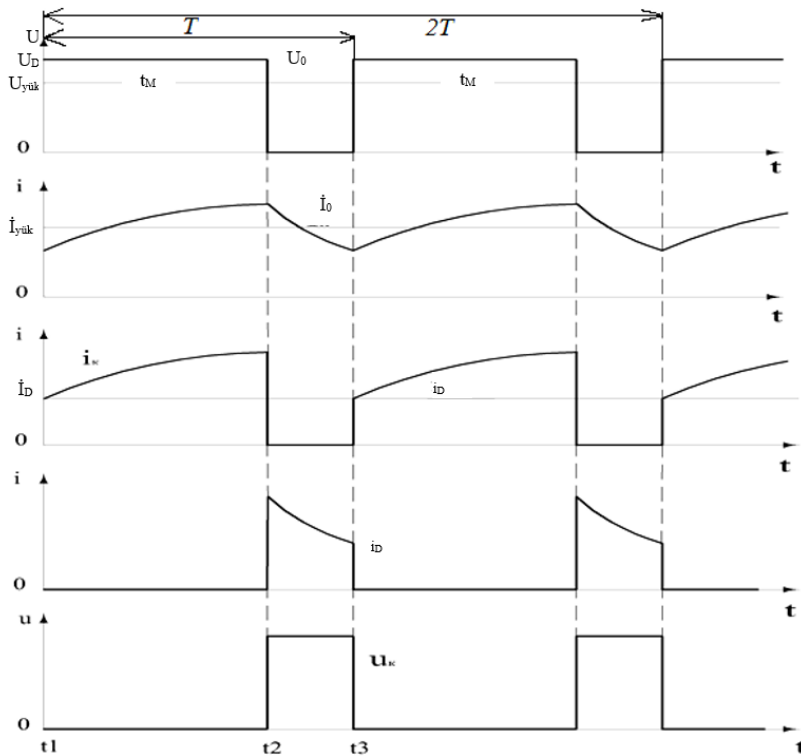
**Şəkil 8.** Tənzimləyicinin sxemi (gərginliyi azaltmaqla).

İmpulsun enini dəyişərək, yəni onların təkrarlama periodunun dolma əmsalının qiymətini, çıxışda yükə gərginliyin müxtəlif qiymətlərini almaq olar, onlar da qida mənbəyi gərginliyindən azdır. Çıxışda dəyişən gərginliyin qiymətinin dəyişməsi üçün dəyişən gərginlik tənzimləyiciləri tətbiq edilir. Tənzimləməni bir neçə üsulla yerinə yetirmək olar : avtotransformatorun quraşdırılması ilə, şəbəkə gərginliyinin dəyişmə diapazonunda ayırmaların yerinə yetirilməsilə, tiristor və tranzistor tənzimləyicilərin tətbiqi ilə.

Şəkil 10a-da dəyişən gərginlik birfazlı çeviricinin sxemi, şəkil 11a-da isə onun yükə gərginlik diaqramı təqdim edilmişdir. Yükə gərginliyin həqiqi qiyməti idarə bucağının  $\alpha$  dəyişməsilə müəyyən edilir. Belə tənzimləmə faz və ya əsas tezlikdə impuls modulyasiyası adlanır. Bu halda hətta aktiv yükə güc əmsalı və  $\cos\varphi$  pisləşirlər. Belə sxem aktiv və aktiv-induktiv yüklərin tənzimlənməsi üçün tətbiq edilir: közərmə lampaları, birfazlı cərəyan mühərrikləri, elektrik alətlərində. Şəkil 10b-də bağlayıcı tiristorlardan istifadə edilmişdir ki, bu da şəkil 11b və ya şəkil 11v uyğun olaraq, yükə gərginliyin alınmasına imkan yaradır. Bu halda  $\cos\varphi=1$  və ya 1-dən kiçik olur, lakin fərq bucağı  $\varphi$  ya sıfıra bərabər olur ya da ötür. Belə sxem əlavə elementlərin istifadəsinə görə geniş tətbiqini tapmamışdır. Şəkil 11q-yə uyğun yüksək tezlikdə impuls modulyasiyası böyük olmayan süzgəcdə şəbəkədən istifadə olunan sinusoidal hamar cərəyan tərkibinin və  $\cos\varphi=1$  üçün yükə gərginliyin alınmasına imkan yaradır. Kiçik tezlikdə impuls modulyasiyası şəkil 11d-də təqdim edilir. Aktiv yükə gücün azalması cərəyan və gərginliyin

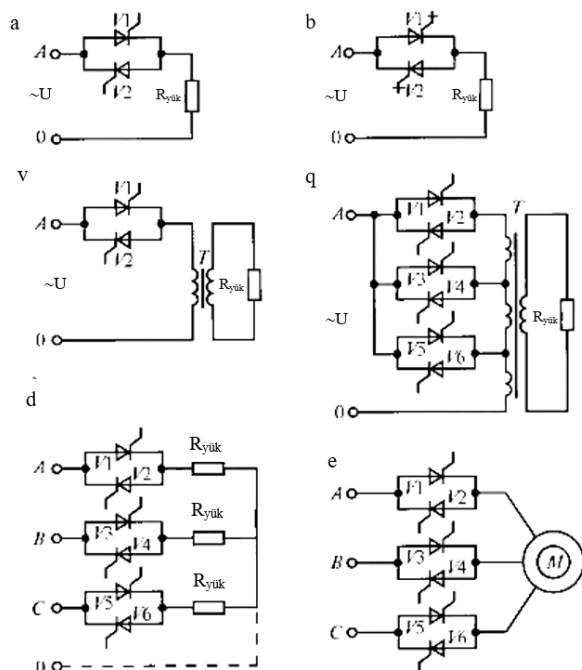


sıfırdan keçən momentində tiristorların qoşulma və açılmasında təyin olunur. Bu sxem ətalət obyektlərində istifadə edilir (müqavimət sobaları). Maqnitləndirici cərəyanın atılması transformatorun nominal cərəyanını xeyli ötür. Praktiki olaraq hər qoşulma dövrünün əvvəlində birinci yarımperiodda idarə bucağının daxil olması ilə bunu aradan qaldırmaq olar. Bu hal üçün yükləki gərginliyin diaqramı şəkil 11e-yə uyğundur. Dəyişən gərginlik tiristor tənzimləyicinin çıxışındakı gərginliyin keyfiyyəti və güc əmsalçıoxzonalı impuls modulyasiyasının tətbiqilə yaxşılaşdırıla bilər. Belə modulyasiya şəkil 10q-dəki sxemdə realizə edilir. Bu halda yükləki gərginliyin görünüşü şəkil 11j,z,i –də diaqramlara uyğundur. Əgər şəkl.10,q-də adi tiristorlar bağlayıcı tiristorlarla əvəz edilsə, onda şəkil 11z olan diaqram realizə ola bilər. Şəkil 10d-də dəyişən gərginlik üçfazlı çeviricinin sxemi göstərilmişdir. Əgər yüklə sıfır çıxış mövcuddur, onda gərginliklərin diaqramları və proseslər birfazlı sxemdən fərqlənmirlər. Faz tənzimləmə asinxron mühərrikin sürətinin (şəkil 10d) tənzimi üçün tətbiq oluna bilər. Belə tənzimləmə asinxron mühərriklərin işəsalma cərəyanlarının məhdudlaşdırılması üçün qurğularda geniş tətbiqini tapmışdır. Asinxron mühərriklərin səlis işəsalması üçün qurğularda idarə bucağı ilkin qiymətdən tiristorların tam qoşulmasına qədər səlis azalır. Bu zaman işəsalma cərəyanları 2....3 dəfə azalırlar [9-10].

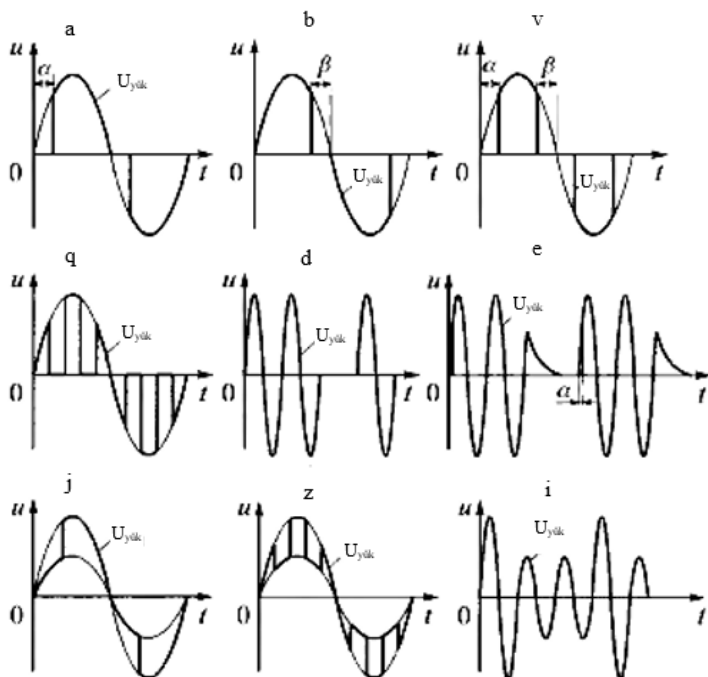


Şəkil 9. Gərginliklər və cərəyanlar diaqramları.





**Şəkil 10.** Dəyişən gərginlik tənzimləyiciləri (tiristorlarda) : a,b- birfazlı; v,q-transformatorun birinci dolağında və transformator ayırmalarla; d,e- aktiv yüklü və mühərrikli üçfazlı.



**Şəkil 11.** Gərginliklərin diaqramları: a,b,v-əsas tezlikdə İM ( $\alpha > 0, \beta > 0, \alpha = \beta$ ); q- yüksək tezlikdə İM; d- kiçik tezlikdə İM; j - çoxzonalı əsas tezlikdə İM; z - yüksək tezlikdə İM; i - kiçik tezlikdə İM.



**Nəticə:** Müasir mikroprosessor texnikası ilə təchiz olunmuş elektromexaniki çeviricilər obyektlərlə ən müxtəlif idarəetmə alqoritmlərin realizə olunmasına imkan yaradır. Onların tətbiqi sistemlərin avtomatlaşdırma səviyyəsinin artırılmasına, enerjiyə qənaət edən texnologiyaların realizə edilməsinə, yeni texnologiyaların tətbiqinə, avadanlıqların etibarlılığının artırılmasına, onların xidmət müddətinin artırılmasına imkan verir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Yudincev A.Q. i dr. Sistemi upravleniya trexfaznim invertorom s vektornoy ŞİM.// Fundamentalniye issledovaniya. – 2015, № 5.
2. Kərimzadə G.S.,Qurbanov L.Y. Elektromexaniki qurğularda idarəetmə və modulyasiya üsulları. // «Energetikanın problemləri». – Bakı, 2019.
3. Şreyner R.T. Matematicheskoye modelirovaniye EP peremennogo toka s poluprovodnikovim PCH. – Yekaterinburq: URO RAN, 2000.
4. Rahul Dixit, Bindeshwar Singh, Nupur Mittal. Adjustable speeds drives. Review on different invertertopologies. // Sultanpur, India. International Journal of Reviews in Computing, 2012.
5. Belov M.P. Texnicheskiye sredstva upravleniya i avtomatizatsii. // Uchebnoye posobiye. 2009.
6. Pozdnev A.D. i dr. Elektromaqnitniye i elektromexanicheskiye prosessi v chastotno-reguliruemom asinxronnom elektroprivode. Cheboksari. Chuvaşskiy Universitet. 2000.
7. Vasilyev V.A., Qromkov N.V. Sistemniy podxod k soverşenstvovaniyu izmeritelnix preobrazovateley // Pribori i sistemi. Upravleniye, kontrol, diaqnostika.- 2010.– № 4 – s. 2–7.
8. Marian P. Kazmierkowski, Leopoldo G.Franquelo, Jose Rodriquez, Marcelo A.Perez, Jose I. Leon “High-Peromance Motor Drives”. // IEEE Industrial Electronicsd, vol.5.2015.
9. Elektricheskiye i elektronniye apparati. Siloviye elektronniye apparati: Uchebnik dlya studentov visşix uchebnix zavedeniy.Pod.red.Y.K.Rozanova. – M.: İzdatelskiy sentr “Akademiya”, 2010. – T.2. – 320 s.
10. Markov A.M. Elektricheskiye i elektronniye apparati. // Uchebnoye posobiye.Chast II. Siloviye elektronniye apparati/ A.M.Markov. – Pskov: QU, 2013. – 128s.
11. Rentyuk V. From positive pulses from negative pulses. // EDN. Yuly 14, 2011.
12. 74HC123; 74HCT123. Dual retriggerable monostable multivibrator with reset NXP b.V.2011
13. 74HC123; 74HCT132 Quad 2-input NAND Schmitt trigger, NXP Rev.3 Aug.30, 2012.
14. Rentyuk V.Formirovaniye impulsov // Elektrik. – 2013, № 6.

Publication history

Article received: 27.02.2022

Article accepted: 09.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## **MINERALOGICAL COMPOSITION, TEXTURE-STRUCTURAL PROPERTIES AND MINERAL FORMATION SEQUENCE OF THE ORE OF GOSHA GOLD- PYRITE FIELD**

<sup>1</sup>Gamat Guseynov, <sup>2</sup>Abbas Abbasov

<sup>1,2</sup>PhD, professor, <sup>1,2</sup>ASOIU, <sup>1,2</sup>Department of "Geology and development of mineral deposits",

E-mail: qamethuseynovv@mail.ru, abbas.abbasov 48 @ gmail.com,

### **ABSTRACT**

As a result of microscopic researches it has been determined that mineralogical composition of the ore field consists of hypogenic, vein and hypergen minerals.

A number of factors in formation of ore texture types and structure, including morphological properties of ore minerals, characters of ore solutions, affect of tectonic processes after ore formation are not excluded. Due to the influence of the above mentioned factors stratum, massive, nested textures replace each other in sequence in Gosha ore field.

Stratum texture consists of fine, medium and big grain pyrite, quartz, carbonate sequence. Mass texture consists mainly of hardened pyrite which gradually passes into the granular ore.

Nested texture is formed in initial stage of ore formation as a result of pyrite crystallization and is commonly found in non-ore area. Breccia - like texture is usually found on the edges of ore. Such a texture type mainly consists of pyrite and it is formed by the incorporation of ore solutions into derivative quartz.

In the article, along with the texture properties of ore, its structure has already been studied. The structures found in the ore of the field are as follows: rhythmic zoning, porphyry-shaped, residual, cataclastic.

Ore formation process in Gosha field begins from quartz-pyrite. Then it proceeded with quartz-gold-telluride, quartz-semisulfide, quartz-carbonate and quartz-goldhelite-hydrochalcite stages.

This, mineralogical composition, texture-structure properties, mineral formation sequence of Goshapyrite field ore give reason to say that it did not undergo post-metamorphism after the ore formation, and that the field was formed at a low depth, where metacolloid processes were widespread.

**Keywords:** mineral formation, texture, structure, metacolloid, pyrite.

## **ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ, ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУД И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ НА МЕДНО-КОЛЧЕДАНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ГОША.**

<sup>1</sup>Гамат Гусейнов, <sup>2</sup>Аббас Аббасов

<sup>1,2</sup>Г.М.Ф.Д., доцент, <sup>1,2</sup>АГНИУ, <sup>1,2</sup>Кафедра «Геология и разработка месторождений полезных ископаемых».

E-mail: <sup>1</sup>qamethuseynovv@mail.ru, <sup>2</sup>abbas.abbasov48 @ gmail.com

### **XÜLASƏ**

Məqalədə yatağın filizinin mineraloji tərkibi, struktur-tekstur xüsusiyyətlərinə baxılmışdır. Mikroskopik



tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, yatağın filizinin mineraloi hidrogen, damar və hiporgen minerallardan təşkil olunmuşdur. Filizdə massiv, yuva, brekçiyagörünüslü testurlar aşkar edimişdir. Filizin teksturu ilə yanaşı strukturu da öyrənilmişdir. Yatağın filizində onun aşağıdakı strukturları aşkar olunmuşdur: ritmik, zonallı, porfirgörünüslü, qalıq, kataklastik.

Beləliklə, yatağın filizin struktur-tekstur xüsusiyyətlərinin müəyyən olunması, filizəmələgəlmədən sonrakı metamorfizmə məruz qalması, filizdə metakolloid əmələgəlmələrin geniş yayılması yatağın az dərinlikdə formalaşdığını deməyə əsas verir.

**Açar sözlər:** mineraləmələgəlmə, tekstur, struktur, pirit.

**Введение:** Месторождение Гоша расположено в осевой части в крайне северо-западной части Шамкирского поднятия Лок-Гарабахской структурно-формационной зоны Малого Кавказа в пределах одноименного рудного района. Она размещается в сводовой части вулканической постройки. Авторами на основании собственных материалов изучены минеральный состав, текстурно-структурные особенности руд и последовательность рудообразования данного месторождения. Для решения поставленной задачи использованы многочисленные аншлифы, изготовленные из колчеданных руд.

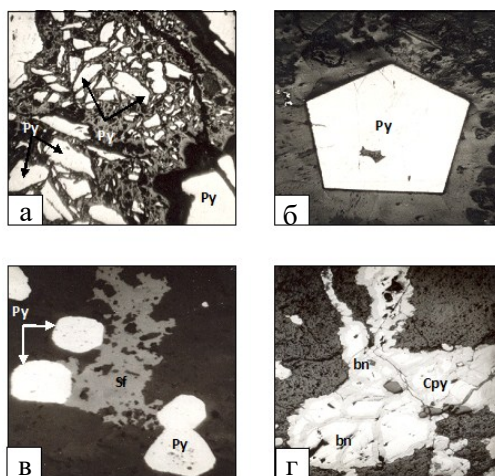
**Цель:** Минеральный состав руд. Изучение минерального состава руд позволяет определить его генетические особенности, которые могут использоваться при прогнозно-поисковых работах на разных этапах исследований месторождений [1].

При минералогическом исследовании установлено, что минеральный состав руд Гошинского золото-колчеданного месторождения не сложный и состоит из главных гипергенных рудных и нерудных минералов (табл.1).

**Таблица 1.** Список минералов, диагностированных в рудах месторождения Гоша

Степень распространения	Гипогенные		Гипергенные
	рудные	нерудные	
Главные	пирит	кварц	гетит, гидрогетит
Второстепенные	Самородное золото, серебро, марказит, халькопирит, сфалерит, галенит, теннантит, тетраэдрит, халькозин, антимонит, пирротин, магнетит, гематит, арсенопирит, тетрадимит, гессит, петцит, теллуру-висмутит, молибденит, алтаит, станин, энаргит, рутил, реальгар, кубанит	Кальцит, каолинит, серицит, хлорит, доломит, барит, шамозит, мусковит	лимонит, халькозин, ковеллин, борнит, малахит, азурит, куприт, самородная медь

Пирит является ведущим рудным минералом на месторождении. На его долю приходится 85-90% от объема всех рудных минералов. Пирит-1 представлен хорошо образованными ограниченными кристаллами, сплошными и друзовидными образованиями. Наиболее крупные агрегаты пирита-1 трещиноватые, часто замещаются гидроокислами железа. Имеется рентагональный метакристалл пирита во вмещающих породах. Пирит-11 встречается редко, в основном в виде почковидных обособлений. Цементируется халькозом и ковеллитом обособлений. Пирит – 111 генерации представлен реаликами крупных кристаллов, как правило не сохранившими первоначальный облик (рис. 1,2).



**Рис.1.** а – крупные агрегаты пирита замещаются гидроокислами железа, х 165; б – пентагональный метакристалл пирита, х 45; в – ксеноморфизм сфалерита к идиоморфнозернистому пириту, х 90; г – петелчатое замещение халькопирита (белый) халькозина (светло-серый), х 90

**Текстурно-структурные особенности руд.** Изучение текстурно-структурных особенностей руд, характеризующихся с содержанием различных минеральных агрегатов, имеет важное научное и практическое значение для установления условий рудоотложения, а также вещественного состава руд, позволяет значительно повысить эффективность на стадии технологической переработки золотосодержащих руд.

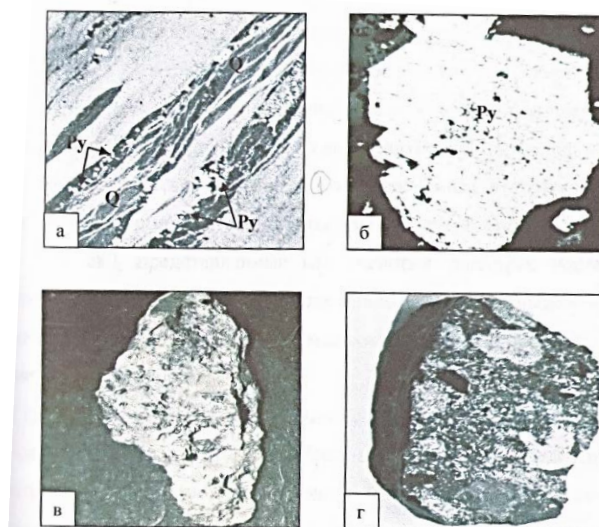
Как известно [3], текстурно-структурные особенности руд формировались при определяющей роли следующих факторов: структурной подготовленности вмещающих пород, стадийности гидротермального процесса и явлений метаморфизма. Текстурные особенности руд в значительной степени определены пространственными взаимоотношениями сульфидных и сопутствующих жильных образований с вмещающими их породами.

Основными факторами, вызвавшими появление различных текстурных типов и структурных взаимоотношений, являются: метаморфические особенности рудных минералов и те изменения, которые претерпевают минералы в результате пострудных тектонических процессов [3].

В месторождении Гоша распределение текстурных типов руд в вертикальном разрезе закономерное: снизу-вверх последовательно сменяются прожилково-вкрапленные руды, локализованные во вторичных кварцитах, массивные колчеданные и вкрапленные руды в монокварцитах.

В рудах Гошинского месторождения выделяются следующие текстуры руд: полосчатые, массивная, гнездовая, брекчиевидная (рис. 2).





**Рис.2.** а – полосчатые текстуры, полированный штуф х 2; б – массивная текстура полиров, штуф х 2; в – гнездовая текстура полиров, штуф х 2; г – брекчиевая текстура полиров, штуф х 2.

Текстуры полосчатые представлены чередованием полос, выполненных мелко-, средне- и крупнозернистым пиритом, кварцем и карбонатом (рис.2а). Часто агрегаты пирита в кварцевой массе представлены прожилково-вкрапленными рудными телами, где отчетливо видны сочетания их неправильных форм. Текстуры массивные, возникающие в результате перекристаллизации сульфидной массы, характерны для мономинеральных пиритовых агрегатов с небольшой примесью нерудного материала (рис.2б).

Нередко руды, представленные сплошными пиритовыми агрегатами, переслаиваются с кварцевыми прожилками, содержащими незначительные включения ранних сульфидов.

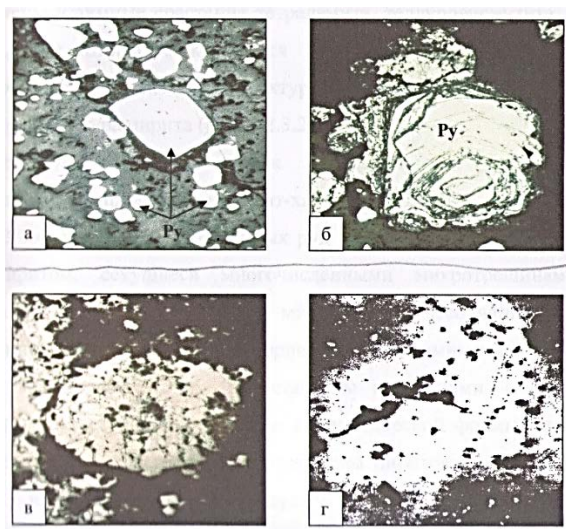
Участками сплошные пиритовые руды приобретают гнездово-вкрапленную текстуру. Гнездовидные образования пирита формируются за счет перекристаллизации более мелкозернистых пиритовых выделений ранних стадий и обычно встречаются в нерудной массе (рис.2в).

Брекчиевидные руды широко развиты в рудах Гошинского месторождения, чаще всего представляют различные по форме и размерам скопления сульфидов, состоящие, в основном, из пирита, заключенные в нерудной массе с вкрапленностью пирита (рис.2г).

Такие текстурные формы характерны обычно для пирита, часто с небольшим содержанием халькопирита. В этом случае более поздние по образованию пиритовые прожилки цементируются халькопиритом на месторождении брекчиевидная текстура имеет ограниченное распространение и обычно слагает периферические части рудных тел. Она образовалась в результате проникновения рудного раствора, почти чисто пиритового состава, во вторичные кварциты с вкрапленной пиритизацией по сети трещин всевозможных направлений.

Структурные особенности руд Гошинского месторождения отличаются большим разнообразием: зернистая, ритмически-зональная, сферическая, эмульсионная структура (рис.3).





**Рис. 3.** а – зернистая, х 90; б – ритмически-зональная, х 90; в – сферическая, х 90; г – эмульсионная

Следует отметить, что руды месторождения характеризуются, в основном, зернистыми структурами отложения, которые чрезвычайно разнообразны по своим морфологическим особенностям (рис.3а). Наблюдается также ритмически-зональная структура (рис.3б).

Сферическая структура встречается в основном пирите. Трещинки в нем заполнены первичными вторичными сульфидными минералами, чаще гидроокислами железа и нерудной массой. Обычно пирит раньше других сульфидных минералов поддается дроблению и образует сферическую структуру (рис.3в).

Эмульсионная структура на месторождении образуется при распаде твердых растворов: халькопирит-сфалерит, пирротин-сфалерит. На месторождении данные структуры наиболее часто представлены эмульсионными выделениями халькопирита, сконцентрированные в центральных частях кристаллов сфалерита (рис.3г).

Кроме вышеперечисленных также встречаются катакластические, метаколлоидные, реликтовые структуры.

Катакластические структуры в сплошных рудах развиты значительно меньше, чем структуры отложения и замещения, но относительно часто отмечаются вблизи контактов даек диабазов, секущих колчеданные рудные тела. Катакластические структуры также встречаются, главным образом, в зонах после рудного дробления по линиям тектонических нарушений (рис.3б).

Метаколлоидные структуры отличаются многообразием форм проявления. Некоторые из этих образований предъявляют ритически-концентрически зональное строение (рис.3в).

Широко развиты и реликтовые структуры, которые наибольшей интенсивности достигали в краевых частях колчеданных руд.

Таким образом, изучение текстурно-структурных особенностей показывает, что руды Гошинского месторождения образовались в условиях малых глубин и не претерпели значительного пострудного метаморфизма, о чем свидетельствует широкое развитие метаколлоидных образований и наличие метастабильных минералов.



**Последовательность минералообразования:** Детальное изучение минерального состава и текстурно-структурных особенностей Гошинского месторождения позволило выделить в их формирования, два неравнозначных этапа минерализации: гипогенный и гипергенный. Первый этап представляет собой длительный процесс, в котором устанавливается несколько стадий минерализации, характеризующихся определенными минеральными парагенезисами и отделенных друг от друга тектоническими подвижками и относительно небольшими промежутками времени, в течение которых и происходило изменение состава и концентрации рудоносных растворов [2]. Руды этого месторождения формировались в несколько стадий минерализации: кварц-пиритовая, кварц-золото теллуридная, кварц-полусульфидная, кварц-карбонатная и кварц-золото-гетит-гидрогетитовая.

### Схема последовательности минералообразования месторождения Гоша

Этапы и стадии Минералы	Гипогенные				Гипергенные
	Кварц-пиритовая	Кварц-золото-теллуридная	Кварц-полусульфидная	Кварц-карбонатная	Кварц-золотогетит-гидро-гетитовая
Золото	————	————	————	-----	
Пирит	————	-----	————	-----	
Халькопирит			————		
Сфалерит		-----	————		
Галенит		————	-----		
Геллирид		————			
Кварц	————	————	————	————	
Кальцит	-----	-----		————	
Малахит					————
Азурит					————
Гетит					————
Гидрогетит					————

———— - главные минералы; ———— - второстепенные минералы; ----- - редковстречающиеся минералы

Кварц-пиритовая стадия минерализации проявлена спорадически. Пирит здесь представлен кристаллическим зернистым агрегатом, идиоморфными, гнездообразными вкраплениями. Кварц-золото-теллуридная проявлена также спорадически. Она предоставлена, в основном, молибденитом и антимонитом, образующими вкрапления, реже гнездообразные скопления в кварце третьей генерации. Позднее выделились тетродимит, теллуrowисмутит, гессит. Кварц-полусульфидная стадия формировалась из малозернистых растворов и представлена, главным образом, кварцем, халькопиритом и, в меньшей степени, сфалеритом, галенитом, блеклыми рудами и другими минералами. В этой же ассоциации присутствует пирит, образование которого возможно является следствием переотложения и перекристаллизации его ранних разновидностей. Кварц-карбонатная минеральная ассоциация, сосредоточенная в локальных участках рудных зон и секущая их в различных направлениях, представлена кварцевыми и карбонатными стадиями.



К гипергенному этапу рудообразования относится кварц-золото-гетит-гидрогетитовая стадия, которая является второй по величине продуктивности после кварц-пиритовой и развита локально.

Процесс завершается отложением продуктов кварц-карбонатной стадии. Он несет отчетливые признаки наложенного, позднего характера минерализации. Стадийность и рудообразования и последовательность выделения минералов приводится в схеме.

**Методы:** Руды изучались в шлифах и аншлифах, отобранных из медно-колчеданных руд. Для диагностики минералов использованы рентгенография, рентгеноспектральный и лазерный микроанализы.

В результате микропических исследований изучены текстурно-структурные особенности руд, установлены массивная, пятнистая, брекчиевидная, прожилковая текстуры и зернистая, катакластическая, петельчатая, субграфическая структуры.

Детальное изучение минерального состава текстурно-структурных особенностей руд позволило в описываемом месторождении выделить несколько стадий минерализации – кварц-пиритовая, кварц-теллуридная, кварц-полусульфидная, кварц-карбонатная.

**Заключение:** В статье рассмотрены минеральный состав, текстурно-структурных особенностей руд и последовательность минералообразования, имеющие большое практическое значение. Так, изучение минерального состава и текстурно-структурных особенностей руд является важными источниками информации об условиях формирования месторождений, а также позволяет сформировать минералогические поисковые признаки. При проведении геологоразведочных работ установленная стадийность минералообразования дает возможность выявить динамику формирования, важные генетические аспекты и зональность распределения другого вещества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Huseynov Q.S., Mobılı R.B. Kichik Qafqazin lok Agdam metallogen zonasinin kolchedan yataqlarının qizilligi. – Bakı: Zardabi LTD MMC, 2010. – 286 s.
2. İsmayilov M.I. XIX Partiya qurultayı adına kolchedan yatagının filizinin mineraloji tarkibi, struktur va tekstur xususiyyətləri. Uralın mis filizlərinin geomineraloji xususiyyətləri. – UFA: BFAN SSSR, 1982. – C.23-42.
3. Pishenichniy Q.N Canubi Uralın kolchedan formasıyasına aid olan yataqlarının filizinin teksturu va strukturu. – M: NEDRA, 1984. – 306 s.

Publication history

Article received: 28.02.2022

Article accepted: 10.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## ON THE ANALYSIS OF OPERATING PRACTICES OF LIQUEFIED GAS PIPELINES

**Togrul Karimov**

ASOIU, Department of "Oil and Gas Transportation and Storage", master, E-mail: karimtogrul@gmail.com

### ABSTRACT

The commissioning of high-productivity fields in the Caspian Sea over the years since the signing of the Treaty of the Century serves to accelerate the development of our country by demonstrating to the world the growing energy potential of Azerbaijan. The measures taken after the contract years of our country include the commissioning of the Baku-Tbilisi-Ceyhan, Baku-Tbilisi-Erzurum oil and gas pipelines, the development of the Shah-deniz gas, Azeri-Chirag oil and Umid gas condensate fields, has become an oil and gas exporter to a number of countries based on the implementation of the TANAP and TAP projects within the Southern Gas Corridor project. The effective development of large-scale gas and condensate fields discovered in the deep waters of the Caspian Sea, which has been declared the 21st century in the world and entered into with major gas contracts, depends on the organization of safe and reliable operation of gas transportation systems. The main criteria for technical decisions made in connection with the preparation and transportation of gas during the development of gas condensate fields are the requirements for the operation of gas pipelines. It is also important to choose the right diameter of the pipeline. Larger diameters will incur additional costs and corrosion erosion in the pipeline, while smaller ones will not only limit the yield of production wells, but also increase pressure losses. On the other hand, if the transport distance of condensable gases is limited under certain wellhead pressures, the pipeline will be filled with condensate and gas transportation will be difficult. Therefore, process equipment and pipelines should be selected in such a way that it is possible to produce well products at all stages of field development. Azerbaijan's proven gas reserves are not the limit of 2.6 trillion m<sup>3</sup>. Many fields are still being assessed, and some fields are being explored, which is expected to increase resources. Therefore, the diversification of routes, the reliability of the complex for the transportation and storage of hydrocarbon resources is one of the main conditions for ensuring energy security. Accidents in the collection and transportation system as a result of complications arising from the physicochemical and rheological properties of hydrocarbons during transportation and storage, along with the loss of valuable raw materials, also damage the ecological condition of the environment. Elimination of the consequences of accidents and damage to the environment, as well as the restoration of the normal operation of the transport system requires additional financial resources. Thus, both hydrocarbon losses occur and the environment is polluted, as well as additional funding. The cost increases due to the expenditure of funds. Analysis shows that in many cases, the difficulties and complexities that occur during the collection, transportation and storage of hydrocarbons are due to their multi-component and multi-phase, as well as structural structure.

The sources of technological gas losses are indicated, and it was noted that the losses are due to the non-compliance of the equipment used in gas transportation processes and the technologies used in these systems with modern requirements. Due to the unsatisfactory operation of these instruments and equipment, a large amount of the liquid phase remains in the gas and is transferred together with the gas to the transport system. During transportation, as a result of the



thermobaric effect of the environment, the thermodynamic parameters of the gas change, and the process of condensation of hydrocarbon condensate and water vapor in a liquid, i.e., phase transitions, leads to a change in the density and composition of the gas. This, in turn, leads to a difference between the amount of gas delivered and received. The value of gas losses in transport systems due to phase transitions varies depending on the season. On the other hand, retrograde phenomena such as condensation and evaporation can also occur under certain thermobaric conditions. That is, evaporation can occur with an increase in pressure, and condensation - with a decrease in pressure. At the same time, the lower temperature of the gas enriches it with water vapor and heavy hydrocarbons. Given that the main condition for the condensation of liquid vapor in a gas depends on the degree of saturation of the gas with vapor, and changes in pressure and temperature during transportation are of great importance. Since the phase transitions due to pressure and temperature changes during transportation were observed with hydrocarbon losses, gas losses were estimated based on the physicochemical analysis of gas samples taken from high and low pressure gas pipelines to assess these losses. According to operational data, the technological state of gas pipelines was studied. Timely and accurate assessment of the technological state of gas pipelines for reliable and safe operation is also very useful in terms of reducing hydrocarbon losses. The analysis showed that, in addition to monitoring the transport parameters, the effectiveness of quality and operational control over the operation of the gas pipeline can be improved on the basis of constant monitoring of the quality and composition of the gas. In other words, the properties of the gas component change along the pipeline can be used as a source of information. The discovery of a significant difference between the components of the gas at the beginning and end of the pipeline confirms the above. During the transportation of gases through the pipeline, the release of the liquid phase in the pipelines, such as water and condensate, due to incomplete completion of their preparation stage, complicates the operational process. Therefore, the transportation of gases and their various mixtures requires a proper assessment of the internal condition of the pipelines and the prevention of additional energy costs. Taking into account structural changes during the transportation of gases, including their various mixtures, the application of new methods for monitoring the operation of a gas pipeline, based on a change in the composition of the gas component, is considered for diagnosing the technological state of the gas pipeline. In order to prevent local erosion-corrosion spills in pipelines during gas transportation, in the first place, the separation of mixtures in the form of separate phases during transportation should not be allowed. According to the available data, the correlation between the corrosion rate in gas pipelines and the motion mode of the mixture in pipelines is very strong. In this regard, the removal of the liquid phase from the gas flow from inside the gas pipelines is accompanied by an increase in the efficiency of the system due to the protection of pipelines and auxiliary structures from corrosion.

**Keywords:** separation, gas, pipeline, condensate, temperature, liquid additives, atmosphere.

## MAYE ƏLAVƏLİ QAZ KƏMƏRLƏRİNİN TEXNOLOJİ REJİMLƏRİNİN TƏHLİLİ

**Toğrul Kərimov**

Magistr, ADNSU, "Neftin, qazın nəqli və saxlanması" kafedrası, E-mail: karimtogrul@gmail.com

### XÜLASƏ





Qazda olan maye buxarlarının kondensləşməsi üçün əsas şərtin qazın buxarlarla doyma dərəcəsindən asılılığının olduğunu nəzərə alsaq, nəql zamanı təzyiq və temperaturun dəyişməsi mühüm əhəmiyyət kəsb etdiyini deyə bilərik. Nəql zamanı təzyiq və temperaturun dəyişməsindən asılı olaraq baş verən faza çevrilmələri karbohidrogen itkiləri ilə müşahidə olunduğundan həmin itkilərin qiymətləndirilməsi üçün yüksək və alçaq təzyiqli qaz kəmərlərindən götürülmüş qaz nümunələrinin fiziki-kimyəvi təhlili əsasında qaz itkilərinin qiymətləndirilməsi aparılmışdır. İstismar məlumatlarına əsaslanaraq qaz kəmərlərinin texnoloji vəziyyəti araşdırılmışdır. Qaz kəmərlərinin etibarlı və təhlükəsiz istismarı üçün onların texnoloji vəziyyətinin vaxtında və düzgün qiymətləndirilməsi karbohidrogen itkilərini azaltmaq baxımından da çox sərfəlidir. Təhlil göstərmişdir ki, nəql parametrlərinə nəzarətlə yanaşı, qazın keyfiyyət göstəricilərinin və tərkibinin daim izlənilməsi əsasında qaz kəmərinin işinə keyfiyyətli və operativ nəzarətin səmərəliliyini də yüksəltmək olar. Başqa sözlə, qazın komponent tərkibinin və xassələrinin kəmər boyu necə dəyişməsi informasiya mənbəyi kimi istifadə edilə bilər. Qaz kəmərlərinin başlanğıcında və sonunda qazın komponent tərkibləri arasında əhəmiyyətli fərqin aşkar edilməsi yuxarıda deyilənləri təsdiq edir. Qazların boru kəməri ilə nəqli zamanı, onların hazırlıq mərhələsini natamam keçməsindən asılı olaraq boru kəmərlərində su, kondensat kimi maye fazanın ayrılaraq çökməsi istismar proseslərini çətinləşdirir. Qazların, o cümlədən onların müxtəlif qarışıqlarının nəqli zamanı struktur dəyişikliklərinin baş verməsini nəzərə alaraq, kəmərin texnoloji vəziyyətinin diaqnostikası üçün qazın komponent tərkibinin dəyişilməsinə əsasən kəmərin işinə nəzarət məqsədilə yeni üsulların tətbiqi məsələlərinə baxılmışdır. Qazın nəqli zamanı boru xətlərində lokal şəkildə eroziya-korroziya hadisələrindən baş verən dağılmaların qarşısını almaq üçün ilk növbədə, nəql prosesində qarışıqların ayrı-ayrı faza şəklində ayrılmasına yol verilməməlidir. Mövcud faktlara əsasən qaz kəmərlərində demək olar ki, korroziya sürəti ilə qarışıqın boru xətlərində hərəkət rejimləri arasında korrelyasiya əlaqəsi xeyli güclüdür. Bununla bağlı olaraq qaz kəmərlərinin daxildən kondensat fazanın qazın boru kəməridən hərəkəti vaxtı çıxarılması üçün boru kəmərlərinin və köməkçi qurğuların korroziyadan mühafizə etməklə sistemin səmərəliliyinin artması ilə müşahidə olunur.

**Açar sözlər:** separasiya, qaz, kəmə, kondensat, temperatur, maye əlavələr, atmosfer.

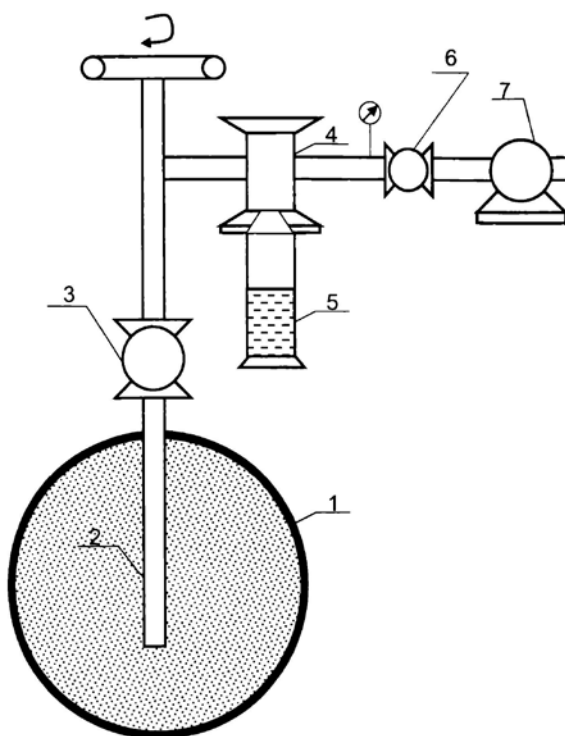
**Giriş:** Hazırda təbii qaz dünyanın əsas enerji daşıyıcılarından biri olduğundan sənayenin bütün sahələrində və məişətdə geniş şəkildə istifadə olunması onun ekoloji baxımdan təmiz və iqtisadi cəhətlərdən sərfəli olması ilə əsalandırılır. Yəni qaz təsərrüfatının sürətli inkişafına əsaslı təsir göstərən əsas amillərdən biri sayılır. Qaz təsərrüfatının bu formada inkişafı və karbohidrogen qazlarına dünya miqyasında tələbat artdığından, texnoloji proseslərin həyata keçirilməsi zamanı çoxlu sayda problemlər qabarıq şəkildə üzə çıxır. İstismar olunan yataqlarından karbohidrogen qazlarının hasil olunaraq istehlakçılara çatdırılması üçün aparılan bütün texnoloji proseslər qaz təsərrüfatı sahələrini təşkil edir. Qaz təsərrüfatında bir sıra aktual problemlər vardır. Bu problemlərin əsas həlli yollarından biri də qazın kəmərlərdə axını və qaz boru kəmərlərinin istismarı vaxtı meydana gələn çətinliklərdir. Ağır karbohidrogenlərin təbii qazların tərkibində olması magistral boru kəmərlərində hidrat birləşmələrin yaranmasına səbəb olmasa da və onların kondensat fazaya keçməsi, daşınan qaz halında olan karbohidrogenlərin keyfiyyət göstəricilərinə mənfi təsir göstərməklə yanaşı, qaz boru kəməridə maye kondensatın toplanmasına səbəb olur. Magistral qaz boru kəmərlərində yığılmış kondensat fazası qaz karbohidrogenlərin daşınmasını



çətinləşdirir və istismar zamanı boru kəmərinin göstəricilərini, kəmər üzərində və ölçü sahələrində qurqşdırılmış qurğu və avadanlıqların istismar göstəricilərini pisləşdirir.

**Məqsəd:** Ağır karbohidrogenlərin, buxar halında olan su hissəciklərinin magistral qaz boru kəmərlərinə düşmələrinin səbəbləri əsasən separator qurğularında separasiya texnoloji prosesin düzgün aparılmaması, qazın boru kəmərlərində hərəkəti zamanı termobarik şəraitin dəyişməsi ilə bağlı olaraq sistemdə maye və qaz fazalarına çevrilməsi prosesləri ilə əlaqələndirilir. Qaz karbohidrogenlər separatorların daxili kanstruksiyaalarının ölçü və formalarının təsiri ilə yaranmış qazdinamik mənzərə öyrəniləndə müəyyən etmək olar ki, separasiya prosesinə verilən xammal karbohidrogen qazlarının kütləsi separator qurğularının diametr və digər ölçülərindən asılı deyildir. Bu baxımdan xammal qaz karbohidrogenlərin axınları ətalət prinsipinə tam uyğun olmaqla separator qurğularının boru girişində olan sürətinin başlanğıc yüksək həddini qoruyub saxlayır. Bu vəziyyətlərdə qaz axının separator qurğularından keçməsi vaxtı separasiya texnoloji prosesi tranzit vəziyyət alır. Belə hallarda magistral qaz boru kəmərlərinin daxili səthlərinin mövcud vəziyyəti öyrənilərək qiymət verilməsi məqsəduyğun sayılmalıdır.

**Metodlar.** Texnoloji proses zamanı magistral qaz boru kəmərlərinin daxili səthlərində rütubətlik, mexaniki və maye şəklində olan qarışıqlar çirkənləmələrə səbəb olur. Yığılmış qarışıqlar boru kəmərlərin trasının aşağı yerlərində toplanaraq, canlı kəsiyini kəmərdə daraltmış olur və son nəticə olaraq kəmərlərin buraxılış qabiliyyəti aşağı düşür. Bu baxımdan magistral qaz kəmərinə bu və ya digər səbəblərdən düşən mayenin miqdarının təcrübi yol ilə təyin edilməsi üçün separator qurğularının çıxış hissəsində zond quruluşlu qurğu yerləşdirilir. Zondun texnoloji sxemi şəkil birdə verilmişdir.





**Şəkil 1.** Separator qurğularından magistral qaz boru kəmərinə düşən kondensatın miqdarını ölçən zond qurğusunun quruluşu sxemi: 1 – qaz kəməri; 2 – zond borusu; 3 – bərabərkeçidli siyirtmə; 4 – süzgəc; 5 – ölçü tutumu; 6 – siyirtmə; 7 – sayğac

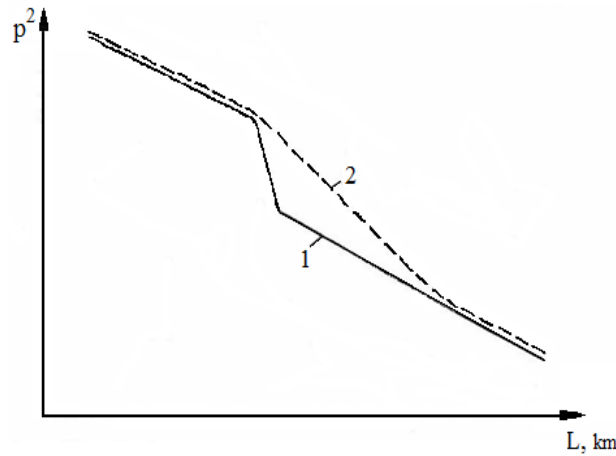
Separator qurğularının çıxış borusunda karbohidrogen qazlarının hərəkətinin ən kəsiyindəki fərqli yerlərindən zond quruluşu qurğunun köməyi ilə boru kəmərlərində mövcud termoqazdinamik tarazlıq vəziyyətini saxlamaq şərti ilə qaz axınlarından analiz üçün nümunələr alınır və təkcə sərbəst halda olan kondensat saxlanılır. Məlum olduğu kimi qaz boru kəmərinə tıxacların aradan qaldırılması kondensatın qaz fazaya keçirilməsi proseslərinə yalnız reagentlər, müxtəlif temperatur şəraitləri deyil, o gülmədən sistemdə olan təzyiqlər də təsir edir. Texnoloji proses zamanı təzyiqin sistemdə qiymətinin müəyyən edilmiş qiymətlərə qədər çatması, mayeləşmə prosesinin də artması ilə müşahidə olunur.

Texnoloji proses zamanı təzyiqin qiyməti böhran qiymətlərini keçirsə əks proses sistemdə baş verir. Əsas şərt qazın magistral kəmərlərdə nəql olunması üçün separatorlarda və aşağı hədlərdə kondensat fazanın böhran qiymətlərinə yaxın gəlməsidir. Bu baxımdan, qaz halında olan karbohidrogenlərin sistemdə formalaşmış maye faza axını prosesində hərəkətin artdığı vaxt və sistemdə təzyiqin aşağı düşməsinə görə yığılmış mayenin buxarlanma prosesi, kondensləşmə prosesini üstələyəcək. Cədvəl birdə magistral qaz boru kəmərlərindən alınmış analiz nümunələr üçün böhran qiymətləri göstərilmişdir.

**Cədvəl 1.** Kəmərdən götürülən qazın termodinamik xüsusiyyətləri

Qaz karboh., tərk.		Böhran təzyiqləri	Böhran temperaturları	Molekul kütlələri
Komponent	Həcmi miqdar	$P_{böh}, \text{MPa}$	$T_{böh}, \text{K}$	M, mol-ədəd
$C_1$	0,9511	4,380	190,4	16,05
$C_2$	0,035	5,072	305,61	30,56
$C_3$	0,0057	4,40	369,7	44,07
$C_4$	0,0042	3,92	425,3	58,14
$C_{5+}$	0,0040	3,53	469,71	80,01

Magistral boru kəmərləri boyunca təzyiq qiymətlərinin paylanması asılılıqlarına əsasən qazın hərəkət axını sistemində müxtəlif səbəblərdən optimal rejimin pozulmasını müşahidə etmək mümkündür. Müəyyən edilmişdir ki, böyük müqavimətə malik olmayan boru kəmərinin diametrinin ölçüləri demək olar ki, dəyişməyən hissəsində eyni vaxtda ölçülər aparılmış və təzyiq kvadratlarının ölçüləri düz xətt üzrə paylanması ilə gedir. Bu halda ölçmələrdə sınıq xətlərin alınması müşahidə olunarsa, demək olar ki, bu yerlərdə maye fazanın, yəni su, ağır karbohidrogenlərin və ya hidrat birləşmələrin yaranması ilə daralmalar baş verə bilər. Sistemdə sızmalar böyük həcmdə olduqda göstərilmiş düz xətt üzrə yayınmalar müşahidə etmək olar. Magistral qaz boru kəmərinin müəyyən hissəsinin tutulması ilə sistemin təzyiqlər kvadratları qrafiki şəkil 2-də göstərilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, hidrat tıxacı kiçik uzunluqlu hissədə olduqda təzyiq kvadratı xətti kəskin aşağı düşür, sonrakı hissədə isə tıxacdan əvvəlki hissəyə paralel şəkildə gedir. Hidrat tıxacı böyük bir hissədə yaranıqda müvafiq xətt belə kəskin şəkildə aşağı düşür.



**Şəkil 2.** Qaz boru kəmərinin qısa və böyük məsafələrində qismən tutulmuş vəziyyətlər təzyiq kvadratlarının paylanması qrafiki: 1 – hidrat tıxacının qısa məsafə uzunluğunda; 2 – hidrat tıxacı böyük məsafə uzunluğunda

Bir kəmər hissəsinə baxdıqda tıxacın yaranması başlanğıc yerində və digər ölçü aparılmış nöqtələrdə təzyiqlər fərqlərinin qiymətlərinə əsasən burada qismən canlı diametrin tutulması və yaxud tam formada tutulmaları müəyyən edilməsi mümkün olarsa, bu halda həcmi qiymətləndirmək çətin olacaqdır. Texnoloji proses zamanı təzyiqin azalmış və artmış olan yerlərində hər 30 dəqiqədən bir yerində quraşdırılmış manometrlərin göstəricilərini texnoloji rejim vərəqlərində qeyd olunmaqla və sistemə olaraq bu prosesə nəzarət etməklə idarə olunmalıdır. Bu baxımdan demək olar ki, tutulmaların kəmərdə hansı formada olması öyrənildikdən sonra tutulmaları aradan götürmək məqsədi ilə tədbirlər işlənib hazırlanmalıdır. Magistral qaz kəmərinin layihədə nəzərdə tutulmuş həcmə işləmə qabiliyyətinə gətirmək və sistemdə çirklənmə həddini öyrənməklə kəmərin daxili səthlərinin qiymətlənməsi həyata keçirilir. Boru kəmərinin iş şəraitinin qiymətləndirilməsi faktiki olaraq kəmərin hidravlik müqavimətinin hesablanmış layihə qiymətləri ilə müqayisəli təhlillə dəyişilməsinə əsasən aparılır və sistemdə səmərəlilik əmsalı ilə ifadə olunur.

$$E = \sqrt{\frac{\lambda_n}{\lambda_f}}, \quad (1)$$

burada  $\lambda_f$  – hidravlik müqavimətin faktiki qiyməti;  $\lambda_n$  – hidravlik müqavimətin nəzəri qiyməti. Faktiki qiymət hidravlik müqavimətin  $\lambda_f$  kəmərlərdə VNİİQaz riyazi ifadənin köməyi ilə aparılan faktiki ölçmələrə əsasən təyin olunur.

$$\lambda_f = \frac{0,326 \times 10^{-12} \times (P_{1f}^2 - P_{2f}^2) \times D^5}{Q_f^2 \times \Delta \times Z_{or} \times T_{or} \times L_f}, \quad (2)$$



burada  $D$  –kəmərin daxili diametri, mm;  $P_{1f}$ ,  $P_{2f}$  – kəmərin başlanğıc və son hissəsində faktiki təzyiq qiymətləri, kq/sm<sup>2</sup>;  $Q_f$  – faktiki buraxılış qabiliyyəti olan kəmə, mln.m<sup>3</sup>/sut;  $Z_{or}$  – qazın sıxılma əmsalinin orta qiyməti;  $T_{or}$  – orta temperaturda nəql olunan qaz, K;  $L_f$  – kəmə hissəsinin uzunluğu, Km;  $\Delta$  – havaya görə qazın nisbi sıxlığı.

Termoqazodinamik təsir nəticələri səbəblərindən qazın boru kəmərləri ilə daşınması zamanı yaranan kondensat fazası texnoloji proses vaxtı aşağıdakı göstərilən bir neçə çətinliklərin yaranması ilə izah olunur. Müxtəlif amillərin təsirindən yaranan kondensat fazanın qaz boru kəmərlərinin istismarı dövründə prosesdən çıxarılması məqsədi ilə müxtəlif mövcud üsullar tətbiq edilir. Təzyiq altında maye fazanı sadə primitiv üsul olaraq magistral qaz kəmərinin daxilindən atmosfer havasına üfürülmə prosesini misal olaraq göstərə bilərik. Hazırda, bu üsulun tətbiqi vaxtı ekoloji baxımdan ətraf mühitin çirklənməsi, digər tərəfdən isə partlayış və yanğın təhlükəsi başvermə ehtimalı artır. Birləşən sistemin yaradılması üçün kondensat yığıcılarının boru kəmərlərində quraşdırılması məqsədəuyğun sayılır. Bu baxımdan kondensat yığıcılarının quraşdırılması yerini təyin etməklə, yeraltı və yerüstü avadanlıqlar korroziyadan mühafizə etmək üçün aşağıdakı tədbirlər nəzərdə tutulmalıdır. Karbohidrogen xammal qazların yığılması, nəqlə hazırlanması, nəqli və saxlanması vaxtı istismar edilən qurğular, avadanlıqlar və boruların istismar şəraitləri və nəql olunan məhsulların aqressivliyi təsirindən baş verən eroziya və korroziya proseslərindən tam şəkildə mühafizə olunmalıdırlar. Bu texnoloji proses zamanı sistemin mühafizə edilməsi üçün aşağıdakı üsullar tətbiq edilir:

1. Mühafizə örtükləri ilə yeraltı qurğu və avadanlıqların korroziyadan mühafizəsi.
2. Katod mühafizə stansiyaların tətbiqi ilə elektrokimyəvi korroziyadan qorunacaq avadanlıq və qurğulara cərəyanın verilməsi prosesi.
3. Süni şəkildə qoruyucu mühitin qurğuların ətrafında yaradılması.
4. Protektor mühafizənin köməyi ilə qurğu və köməkçi avadanlıqların korroziyadan mühafizə olunması.
5. Xüsusi üsulların tətbiqi ilə boru kəmərlərinin tikintisi.

Korroziya prosesinə qarşı passiv mühafizə örtükləri, bitum, polimer və sairə kimi izoləedici təbəqəli örtük materialları geniş tətbiq edilir. Örtük materiallarına aşağıdakı tələblər qoyulur:

- dielektrik xüsusiyyəti çox yüksək həddə olmalı;
- boru kəmərinin səth örtükləri tam bütöv şəkildə olmalıdır, əks təqdirdə açıq qalmış yerlərdə cərəyan sıxlıqları artmış olur, bu da birmənalı olaraq yerli korroziya prosesinin baş verməsinin əsas səbəblərindən biri olur;
- material örtüklərin seçilməsində yavaşma yüksək səviyyədə olmalı;
- izoləedici örtük materiallarının keyfiyyət göstəricilərinə tələblər lazım olan səviyyədə olmazsa, onlar metal səthdən qopur, metal səthlə qoruyucu örtük arasında rütubət və hava qatı rahat şəkildə səthə daxil olmaqla yekun olaraq qurğuların xarici səthlərində korroziya prosesi intensivləşir;
- qurğu, avadanlıqlar hazırlanan materialların fiziki və kimyəvi cəhətdən aqressiv mühitlərdə davamlı olması, əks təqdirdə kimyəvi aqressiv mühit təsirindən tətbiq olunan örtük materialları qısa müddətdə öz mühafizəedici qabiliyyətini itirmiş olar.

**Nəticə:** Tədqiqatlar əsasında aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir: 1. Qaz kəmərləri sistemlərində maye əlavələri olan ikifazlı qaz-maye axınlarının əmələ gəlməsi kondensatın, suyun və yaxud kristal hidratların yığılması səbəbindən daralma və müntəzəm olmayan hərəkətə gətirib çıxarılması halı öyrənilmişdir.



2. Qaz boru kəmərinə yığılmış kondensat qazlarının fazasının boru kəmərlərində hərəkəti vaxtı hidravliki müqavimət təsiri artmış olur, təzyiq itkiləri sistemdə baş verir və magistral boru kəmərlərinin tam gücü ilə işləməsi qabiliyyətini azaldır.
3. Magistral boru kəmərləri sistemində kondensatın yaranması ilə yanaşı istismar göstəricilərinin optimallaşdırılması, nəql vaxtı daşınan karbohidrogen qazlarının beynəlxalq normalara uyğun keyfiyyətinin yaxşılaşdırmaq üçün kondensat fazanın qazın daşınması texnoloji prosesi zamanı ayrılması yolları şərh olunmuş və bu metodların yüksək səmərəli olması əsaslandırılmışdır.
4. Qaz kəmərlərinin daxilə yığılıb qalmış kondensatın qaz boru kəməri sistemindən çıxarılması qurğularının korroziya və eroziyayadan mühafizə üsulları göstərilmişdir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Miralamov H.F., Ismayilov Q.Q. Neftin və qazın boru kamarları ilə naqli (dərslər). – Bakı: NQETLİ, 2010. – 506 s.
2. Iskandarov E.X., Qurbanov M.M., Sadiqov R.E. Neft mədən avadanlıqlarının korroziyadan mühafizəsinin nəzəri və praktiki əsasları. // Azərbaycan Neft təsərrüfatı. – Bakı, 2017, №10. – S.41-46.
3. Iskandarov E.X., Ismayilov Q.Q., Seyfullayev Q.H., Ismayilov R.Ə., Ismayilova F.B., Hüseynov A.C., Mirzayev V.H. Qaz kamarlarının texnoloji vəziyyətinin diaqnostikası üzrə metodik rəhbərlik. – Bakı: Elm nəşriyyatı, 2017. – 38 s.
4. Malikov A.S., Ismayilov A.M., Rasulov S.Y. Qaz təsərrüfatının istismarı. – Bakı: Adiloğlu nəşriyyatı, 2008. – 312 s.
5. Amanov A.B., Zeynalov N.Z., Rahimov A.R. Qaz təsərrüfatının texniki istismarı qaydaları. – Bakı, 1998.

Publication history

Article received: 27.02.2022

Article accepted: 10.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## STEADY - STATE LONGITUDINAL VIBRATIONS OF A VISCOUSLY DAMAGED ROD WITH REGARD TO SECONDARY EFFECTS

<sup>1</sup>Mehriban Mammadova, <sup>2</sup>Vusala Rzayeva

<sup>1,2</sup>“Mechanics of deformable solids” department, <sup>1,2</sup>Institute of Mathematics and Mechanics of ANAS,

<sup>1</sup>d.p.m, leading research associate; <sup>2</sup>master, E-mail: <sup>1</sup>meri.mammadova@gmail.com, <sup>2</sup>rzayevavusale01@gmail.com

### ABSTRACT

The problems of vibrations of structural elements still remain demanded due to the widespread use of polymeric and composite materials and also necessity of consideration of a damage factor. Mathematical difficulty of many-dimensional problems led to the emergence of one-dimensional theories, approximately taking into account non-unidimensionality of movement. In the present paper, based on the Rayleigh core theory, we solve a problem of vibrations of a finite length viscously-damaged core.

**Keywords:** viscously rod, longitudinal vibrations, variable loads, polymeric and composite materials

### XÜLASƏ

Polimer və kompozit materialların geniş istifadə olunması və zədələnmə amilinin nəzərə alınması ilə əlaqədar konstruksiya elementlərinin rəqslərinin tədqiqi aktual olaraq qalır. Çoxölçülü riyazi məsələlərin mürəkkəbliyi ilə əlaqədar qeyri-birölçülüyü təqribi nəzərə alan birölçülü nəzəriyyələrin yaradılması və istifadə olunması geniş yer alıb. Təqdim olunan məsələdə Reley nəzəriyyəsi əsasında sonlu uzunluğu olan özlüzədələnmən çubuğun uzununa rəqsləri məsələsi həll olunmuşdur.

**Açar sözlər:** özlüelastik çubuq, uzununa rəqslər, dəyişən yüklənmələr, polimer və kompozit materiallar.

**Introduction:** Damageability is one of the factors necessarily to be considered in strength and durability analysis of structural elements. Under variable loads this factor can be very influential. In the present paper we use the hereditary damage theory [5]. In one-dimensional statement the physical relationship of this theory is of the form:

$$\varepsilon(t) = \frac{1}{E} \left\{ \sigma(t) + \sum_{k=1}^n \Phi_k(t_k^+) \int_{t_k^-}^{t_k^+} K(t_k^+ - \tau) \sigma(\tau) d\tau + \int_{t_{n+1}^-}^t K(t - \tau) \sigma(\tau) d\tau \right\}. \quad (1)$$

Here  $K(t - \tau)$  is a damage operator kernel that can be written in the brief form:

$$K * \sigma = \sum_{k=1}^n \Phi_k(t_k^+) \int_{t_k^-}^{t_k^+} K(t_k^+ - \tau) \sigma(\tau) d\tau + \int_{t_{n+1}^-}^t K(t - \tau) \sigma(\tau) d\tau \quad (2)$$



Here  $\Phi_k(t_k^+)$  is a defect healing function dependent on the volume of defects accumulated during the active loading period  $(t_k^-; t_k^+)$ . The value  $\Phi_k(t_k^+)=0$  corresponds to the complete healing of defects, the value  $\Phi_k(t_k^+)=1$  corresponds to the lack of such a phenomenon. Allowing for denotation (2) from (1) we obtain:

$$\varepsilon(t) = \frac{1}{E} \{ \sigma(t) + K^* \sigma(t) \} \quad \text{or} \quad \varepsilon(t) = \frac{1}{E} (1 + K^*) \sigma(t) \quad (3)$$

having denoted

$$\frac{1}{\tilde{E}} = \frac{1}{E} (1 + K^*), \quad (4)$$

to the formula (3) we give the form

$$\varepsilon = \frac{1}{\tilde{E}} \sigma. \quad (5)$$

We used classic equation of wave propagation in thin – walled rods ignores the fact that longitudinal deformation of a rod is accompanied by its lateral expansion or contraction. In strict theory inertia of this lateral movement should be taken into account. The equation of motion of a thin rod with regard to inertia of lateral movement was obtained by Rayleigh [1] and is of the form

$$C_0^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \nu^2 r^2 \frac{\partial^4 u}{\partial x^2 \partial t^2} = 0, \quad (6)$$

where  $C_0 = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$  is propagation of elastic waves in the rod excluding inertia of lateral movement,

so called rod speed;  $\nu$  is the Poisson ratio,  $r$  is a radius of inertia of the cross-section that for the annular cross-section has the form:  $r = a/\sqrt{2}$ ,  $u$  is a longitudinal displacement of the rod points,  $x$  is a longitudinal coordinate.

Midlin and Herrmann [2] offered more exact and complex system of approximate equations considering both inertia of lateral movement and shift. But as was shown by Kukudjanov V.N [3], this more exact theory for a wide class of wave propagation problems leads to the same asymptotic solutions as the Rayleigh equation. In this paper we hold on approximate theory of inertia accounting of lateral movement suggested by Rayleigh.

In what follows, we will assume the lack of the phenomenon of healing of defects. Then the damage operator (2) is the usual integral operator of hereditary theory of elasticity and all appropriate methods and laws of linear viscoelasticity can be applied to it.



To obtain the analogue of the equation of motion (6) for a hereditary – elastic rod, to the equation (6) we apply the Voltaire – Rabotnov's principle by changing mechanical constants in this formula by appropriate operators

$$\frac{\rho}{\tilde{E}} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\rho r^2 \nu^2}{E^2} \frac{\partial^4 u}{\partial x^2 \partial t^2}. \quad (7)$$

Here the operators  $\tilde{E}$  and  $\tilde{\nu}$  are determined by the expressions:

$$\tilde{E} = E(1 - \Gamma^*) = \frac{E}{1 + K^*}, \quad \tilde{\nu} = \nu \left( 1 + \frac{1 - 2\nu}{2\nu} \Gamma^* \right).$$

where  $K^*$  is a damage operator,  $\Gamma^*$  is an operator resolvent to it. In these formulas we represent the resolvent operator  $\Gamma^*$  in the form  $\Gamma^* = \beta J^*(\gamma)$ , where  $\beta$  and  $\gamma$  are some constant parameters.

Then using the algebra of resolvent operators [4] for the operator  $\nu^2/E^2$  we get the following explicit formula by using of which in the equation of movement of a hereditary-elastic rod with regard to the inertia of lateral movement (7), we get:

$$\frac{\rho}{E_0} (1 + \beta K^*) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\rho r^2 \nu_0^2}{E_0^2} \left[ 1 - \frac{(1 - 2\nu_0)^2}{4\nu_0^2} \beta J^*(\gamma) + \frac{\beta}{4\nu_0^2} J^*(\gamma + \beta) \right] \frac{\partial^4 u}{\partial x^2 \partial t^2}; \quad \beta > 0 \quad (8)$$

here  $E_0$ ,  $\nu_0$  are instantaneous values of Young's elasticity modulus and the Poisson ratio. As a kernel of the damage operator we accept Abel's weakly-singular kernel:

$$I_\alpha(t) = \frac{t^{-\alpha}}{\Gamma(1-\alpha)}, \quad 0 \leq \alpha < 1, \quad (9)$$

where  $\Gamma(1-\alpha)$  is Euler's gamma-function. Then  $\gamma = -\beta$  and the relaxation kernel of the operator  $J^*(\gamma)$  will be a fractional – exponential Rabotnov kernel  $\mathfrak{I}_\alpha(-\beta t)$ , determined by the formula

$$\mathfrak{I}_\alpha(\beta t) = t^{-\alpha} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\beta^n t^{n(1-\alpha)}}{\Gamma[(n+1)(1-\alpha)]}, \quad 0 \leq \alpha < 1; \quad \beta < 0.$$

Considering  $\mathfrak{I}_\alpha(0, t) \equiv I_\alpha(t)$ , from (8) we get:

$$\frac{1}{C_0^2} (1 + \beta I_\alpha^*) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{r^2 \nu_0^2}{C_0^2} \left[ 1 + \frac{(1 - 2\nu_0)^2}{4\nu_0^2} \beta \mathfrak{I}_\alpha^*(-\beta) + \frac{\beta}{4\nu_0^2} I_\alpha^* \right] \frac{\partial^4 u}{\partial x^2 \partial t^2}. \quad (10)$$

**Objective:** Based on the obtained equation of motion, we consider longitudinal vibration of a finite length rod. On the left end of the rod of length we are given harmonic vibrations of

amplitude  $u_0$  and frequency  $\omega$ , the right end is effortless. In displacement function these boundary conditions take the form:

$$u(0, t) = u_0 \cos \omega t, \quad (11)$$

$$\left. \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} \right|_{x=l} = 0. \quad (12)$$

Thus, we arrive at necessity to solve integral – differential equations (10) with boundary conditions (11) and (12).

**Methods:** We will look for the solution by the method of separation of variables in the form of a series

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} U_k(x, \gamma_k) e^{-i\gamma_k t}. \quad (13)$$

Substituting (13) in (10), for each of harmonies we get:

$$U_k''(x, \gamma_k) \left\{ e^{-i\gamma_k t} - \frac{\Gamma^2 \nu_0^2 \gamma_k^2}{C_0^2} \left[ e^{-i\gamma_k t} + \frac{(1-2\nu_0)^2}{4\nu_0^2} \beta \mathfrak{D}_\alpha^*(-\beta) e^{-i\gamma_k t} + \frac{\beta}{4\nu_0^2} I_\alpha^* e^{-i\gamma_k t} \right] \right\} + \frac{\gamma_k^2}{C_0^2} U_k(x, \gamma_k) (e^{-i\gamma_k t} + \beta I_\alpha^* e^{-i\gamma_k t}) = 0. \quad (14)$$

Calculate the values of the integrals  $I_\alpha^* e^{-i\gamma_k t}$  and  $\mathfrak{D}_\alpha^*(-\beta) e^{-i\gamma_k t}$ .

The first of them by changing the variable  $t - \tau = z$  will be:

$$I_\alpha^* e^{-i\gamma_k t} = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_{-\infty}^t \frac{e^{-i\gamma_k \tau}}{(t-\tau)^\alpha} d\tau = -\frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_{-\infty}^0 z^{-\alpha} e^{-i\gamma_k(t-z)} dz = \frac{e^{-i\gamma_k t}}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^{\infty} z^{-\alpha} e^{i\gamma_k z} dz = \frac{i^{1-\alpha}}{\gamma_k^{1-\alpha}} e^{-i\gamma_k t}. \quad (15)$$

In its turn

$$\mathfrak{D}_\alpha^*(-\beta) e^{-i\gamma_k t} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \beta^n}{\Gamma[(n+1)(1-\alpha)]} \int_{-\infty}^t (t-\tau)^{[n(1-\alpha)-\alpha]} e^{-i\gamma_k \tau} d\tau = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \beta^n i^{(n+1)(1-\alpha)}}{\gamma_k^{(n+1)(1+\alpha)}} e^{-i\gamma_k t}. \quad (16)$$

Considering the given representation for the integrals, for (14) we obtain:

$$\left\{ 1 - \frac{r^2 \nu_0^2 \gamma_k^2}{C_0^2} \left[ 1 + \frac{(1-2\nu_0)^2}{4\nu_0^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \beta^{n+1} i^{(n+1)(1-\alpha)}}{\gamma_k^{(n+1)(1-\alpha)}} + \frac{\beta}{4\nu_0^2} \frac{i^{1-\alpha}}{\gamma_k^{1-\alpha}} \right] \right\} \times U_k'(x, \gamma_k) + \frac{\gamma_k^2}{C_0^2} \left( 1 + \frac{\beta i^{1-\alpha}}{\gamma_k^{1-\alpha}} \right) U_k(x, \gamma_k) = 0 \quad (17)$$

Here the prime at the function  $U_k$  means a derivative along the axial coordinate  $x$ . Since the coefficients of the equation (17) are complex expressions, then introducing brief denotation for the function  $U_k(x, \gamma_k)$  we have a second order ordinary differential equation



$$U_k''(x, \gamma_k) + \frac{\gamma_k^2}{C_0^2(f_k - ig_k)} U_k(x, \gamma_k) = 0. \quad (18)$$

Here we should take into account the fact that the representations for  $f_k$  and  $g_k$  will be different depending on the sign of the real parameter  $\gamma_k$ . In the case of positive  $\gamma_k > 0$  the expressions  $f_k$  and  $g_k$  are determined by means of the coefficients of the equation (17) allowing for

$$i^\theta = \cos \frac{\pi\theta}{2} + i \sin \frac{\pi\theta}{2}.$$

In the contrary case, for negative  $\gamma_k < 0$  it should also be taken into account that  $\gamma_k = |\gamma_k| i^2$  and then for example

$$\frac{i^{(n+1)(1-\alpha)}}{\gamma_k^{(n+1)(1-\alpha)}} = \frac{i^{-(n+1)(1-\alpha)}}{|\gamma_k|^{(n+1)(1-\alpha)}} = \frac{1}{|\gamma_k|^{(n+1)(1-\alpha)}} \cdot \left( \cos \frac{(n+1)(1-\alpha)}{2} - i \sin \frac{(n+1)(1-\alpha)\pi}{2} \right) \quad (19)$$

Search of the solution of differential equation (18) in the form  $U = e^{\lambda_k x}$  leads to the following characteristic equation:

$$\gamma_k^2 + \frac{\gamma_k^2}{C_0^2(f_k - ig_k)} = 0. \quad (20)$$

Whence

$$\gamma_k = a_k + ib_k, \quad (21)$$

$$a_k = \frac{|\gamma_k|}{\sqrt{2}C_0} \left[ \frac{(f_k^2 + g_k^2)^{\frac{1}{2}} - f}{f_k^2 + g_k^2} \right]^{\frac{1}{2}}; \quad b_k = \pm \frac{|\gamma_k|}{\sqrt{2}C_0} \left[ \frac{(f_k^2 + g_k^2)^{\frac{1}{2}} + f}{f_k^2 + g_k^2} \right]^{\frac{1}{2}}.$$

And in the last relationship, the plus corresponds to the negative value of the expression  $g < 0$ , the minus to the positive  $g > 0$ . Then the solution for the function  $U_k(x, \gamma_k)$  will be:

$$U_k(x, \gamma_k) = C_{k1} e^{\lambda_k x} + C_{k2} e^{-\lambda_k x}. \quad (22)$$

The constants  $C_{k1}$ ,  $C_{k2}$  are determined from boundary conditions. For the last ones, proceeding from the conditions (11) and (12) on the end of the rod we accept the following:

$$U_k(0) = u_k^0, \quad (23)$$

$$\left. \frac{\partial U_k}{\partial x} \right|_{x=l} = 0. \quad (24)$$

From the condition (24) on the effortless end we get:

$$C_{k2} = C_{k1} e^{2\lambda_k l}. \quad (25)$$

In its turn, from the condition (23), allowing for (25) for the coefficient  $C_{k1}$  we have:

$$C_{k1} = \frac{u_k^0}{1 + e^{2\lambda_k l}}. \quad (26)$$

Thus, the function  $U_k(x, \gamma_k)$  (22) is representable in the form:

$$U_k(x, \gamma_k) = u_k^0 \frac{e^{\lambda_k x}}{1 + e^{2\lambda_k l}} [1 + e^{2\lambda_k(l-x)}]. \quad (27)$$

Having satisfied the boundary condition (24) we satisfy the boundary condition (12) as well. To satisfy the remaining boundary condition (11), we assume

$$N \quad u_1^0 = u_2^0 = u_0/2; \quad u_k^0 = 0 \quad \text{for } k \geq 3, \quad \gamma_1 = \omega; \quad \gamma_2 = -\omega. \quad (28)$$

It is easy to be convinced that indeed

$$u(0, t) = \sum_{k=1}^2 U_k(0) e^{-i\gamma_k t} = \frac{u_0}{2} (e^{-i\omega t} + e^{i\omega t}) = u_0 \cos \omega t.$$

Taking into account (27) and (28) in representation (13) we get the solution of the stated problem in the following form:

$$\frac{u(x, t)}{u_0} = R(\xi, \varepsilon) \cos[\omega t - \varphi(\xi, \varepsilon)], \quad (29)$$

where the dimensionless amplitude  $R(\xi, \varepsilon)$  is determined by the formula

$$R(\xi, \varepsilon) = \left( \frac{ch[2p(1-\xi)] + \cos[2q(1-\xi)]}{ch2p + \cos 2q} \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (30)$$

The initial phase of vibrations is of the form:

$$\begin{aligned} \varphi(\xi, \varepsilon) = & \arctg \left( \frac{sh[p(2-\xi)\sin(q\xi) + sh(p\xi)\sin(2-\xi)]}{ch[p(2-\xi)\cos(q\xi) + ch(p\xi)\cos(2-\xi)]} \right) + \\ & + \begin{cases} 0 & \text{for } ch[p(2-\xi)\cos(q\xi) + ch(p\xi)\cos(2-\xi)] > 0 \\ \pi & \text{for } ch[p(2-\xi)\cos(q\xi) + ch(p\xi)\cos(2-\xi)] < 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (31)$$

Here and in what follows, we introduce the following pure quantities:

$$\varepsilon = \frac{\beta}{\omega^{1-\alpha}}; \quad \xi = \frac{x}{l}; \quad \lambda = \frac{\beta^{1-\alpha} l}{C_0}; \quad h = \frac{a}{l}. \quad (32)$$



In its turn,

$$\begin{cases} p = \frac{1}{\sqrt{2}} \lambda \varepsilon^{-\frac{1}{1-\alpha}} \left[ \frac{(f^2 + g^2)^{\frac{1}{2}} - f}{f^2 + g^2} \right]^{\frac{1}{2}}; \\ q = \pm \frac{1}{\sqrt{2}} \lambda \varepsilon^{-\frac{1}{1-\alpha}} \left[ \frac{(f^2 + g^2)^{\frac{1}{2}} + f}{f^2 + g^2} \right]^{\frac{1}{2}}. \end{cases} \quad (33)$$

The plus in the last expression corresponds to  $g < 0$ , and vice versa. In the last two relations the expressions for  $f$  and  $g$  are determined by the following formulas:

$$f = \frac{\Phi S + QF}{\Phi^2 + Q^2}; \quad g = \frac{QS - \Phi F}{\Phi^2 + Q^2}, \quad (34)$$

where in its turn:

$$\begin{aligned} \Phi &= 1 + \varepsilon \cos \frac{\pi(1-\alpha)}{2}; & Q &= \varepsilon \sin \frac{\pi(1-\alpha)}{2}; \\ S &= 1 - \frac{1}{2} h^2 \nu_0^2 \lambda^2 \varepsilon^{-\frac{2}{1-\alpha}} \left[ 1 + \frac{\varepsilon}{4\nu_0^2} \cos \frac{\pi(1-\alpha)}{2} + \frac{(1-2\nu_0)^2}{4\nu_0^2} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^{n+1} \varepsilon^{n+1} \cos \frac{\pi(n+1)(1-\alpha)}{2} \right]; \\ F &= -\frac{1}{2} h^2 \nu_0^2 \lambda^2 \varepsilon^{-\frac{2}{1-\alpha}} \left[ 1 + \frac{\varepsilon}{4\nu_0^2} \sin \frac{\pi(1-\alpha)}{2} + \frac{(1-2\nu_0)^2}{4\nu_0^2} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^{n+1} \varepsilon^{n+1} \sin \frac{\pi(n+1)(1-\alpha)}{2} \right]. \end{aligned} \quad (35)$$

In order to determine amplitude – frequency dependence and influence of account of inertia of cross section and hereditary properties of the material on it, the numerical implementation was conducted for  $\xi=1$ , i.e. for the effortless end. The calculations were carried out for the values of the parameters  $\alpha=0,8$ ,  $\lambda=0,4 \cdot 10^{-3}$ , for the dimensionless frequency range  $\varepsilon: [0,06; 0,15]$ , and this time only the first two members were retained in the infinite series of expressions (35).

Influence of non – unidimensionality parameter  $h$ , instantaneous value of the Poisson ratio  $\nu_0$  was found out by comparing appropriate amplitude – frequency dependences in particular, resonance frequencies and appropriate values of vibration amplitudes.

In the considered domain of frequencies  $\varepsilon \in [0,06; 0,15]$  numerical calculation was carried out for the three values  $h=0$ ,  $h=0,01$  and  $h=0,1$  at  $\nu_0=0,16$ . Appropriate amplitude – frequency dependence for the two values  $h=0$  and  $h=0,1$  are given in Table 1.

The values of resonance frequencies wherein the greatest values of the vibrations amplitude are attained, are given in Table 2. From the represented tables one can see that for  $h=0,1$  contribution of non – unidimensionality is already significant and is at least 30%.

**Conclusion:** A mathematical problem on steady – state vibrations of a finite length hereditary – elastic rod with regard to lateral movement was formulated and solved. It was shown that non –





unidimensionality in vibration problems can make a tangible effect to the picture of vibration process.

**Table 1.** Numerical calculation of appropriate amplitude-frequency dependence

$\varepsilon$		0.1431	0.1401	0.1387	0.1374	0.1328	0.1318	0.1308	0.1299
R	h = 0	1.163	3.474	4.995	1.940	1.098	1.455	2.588	4.946
	h = 0.1	1.171	3.326	3.434	1.693	1.090	1.444	2.186	2.241

**Table 2.** The values of resonance frequency

$\alpha = 0.8; \lambda = 0.4 \cdot 10^{-3}; \varepsilon \in [0.06; 0.15]$				
$v_0 = 0.16$	$h$	0	0.01	0.1
	$R_{\max}$	4.995	4.979	3.434
	$\varepsilon_{\text{pez}}$	0.1387	0.1387	0.1387

## REFERENCES

1. Liav A. Mathematical theory of elasticity. – M.: ONTI, 1935. – P.674.
2. Midlin R.D., Herrmann G.A. A one dimensional theory of compressional waves in an elastic rod. // Prod. First V.S. National Congress of Applied Mechanics, ASME. – New York, 1952. – P.187-191.
3. Kukudjanov V.N. Asymptotic solutions of refined equations of elastic and elastico-plastic waves in rods. // Waves in inelastic media. – Kishinev, 1970. – P.119-129.
4. Rabotnov Yu.N. Elements of hereditary mechanics of solids. - M.: Nauka, 1977. – P.384.
5. Suvorova Yu.V., Akhundov M.B. Long – term destruction of isotropic medium under complex stress state condition. // Mashinovedenie AN SSSR. – 1986, №4. – P.40-46.

Publication history

Article received: 28.02.2022

Article accepted: 10.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## THE RUSSIAN GOVERNMENT'S MEASURES TO SUPPORT THE RUSSIAN ECONOMY DURING COVID-19 CRISES

**Murad Mammadov**

University of Economics, Financial Management, magistrant, E-mail: muradmammadov@unec.edu.az

### ABSTRACT

The pandemic COVID-19 has plunged the world economy into the deepest recession since World War II. Despite additional policy support, GDP of world in 2020 decreased by 5.2 percent, then followed by an increase of 4.2 percent in 2021. The pandemic has deeply interrupted livelihoods, with the termination in nearly 500 million full-time jobs in second quarter of 2020 alone. And this situation pushed about 150 million people into poverty by 2021. The revival of pandemic is blowing out a shadow over the global restoration as countries are forced to pull tight social-distancing measures, but trust has been picked up by news that various vaccines have shown high effectiveness in clinical experiments. The pandemic is forecasting to have long-lasting scarring effects on productivity and prospective growth, as investment loses strength further and human capital accumulation slows for reason of prolonged school lock-downs and extended unemployment.

Financing situations in Emerging Market and Developing Economies (EMDEs) have suffered amid gathering speed in COVID-19 cases. EMDEs suffering of higher debt burdens or financing needs are especially vulnerable to acute rise in borrowing costs and to restrictions in their access to financing. Foreign Direct Investment (FDI) flows to EMDEs dropped by about 32 percent in 2020 among stalling investment and poor corporate profit.

**Keywords:** pandemic, fiscal assistance, government measures.

### XÜLASƏ

COVID-19 pandemiyası dünya iqtisadiyyatını İkinci Dünya müharibəsindən bəri ən dərin tənəzzülə uğradıb. Əlavə dəstək siyasətinə baxmayaraq, 2020-ci ildə dünya ÜDM-i 5.2 faiz azaldı, daha sonra 2021-ci ildə 4.2 faiz artdı. Pandemiya təkcə 2020-ci ilin ikinci rübündə 500 milyona yaxın tam ştatlı işin itirilməsi ilə dolanışq vasitələrini ciddi şəkildə çətinləşdirdi. Bu vəziyyət 2021-ci ilə qədər təxminən 150 milyon insanı yoxsulluğa sövq etdi. Pandemiyanın canlanması qlobal bərpanın üzərinə kölgə salır, çünki ölkələr sərt sosial uzaqlaşdırma tədbirləri görməyə məcburdurlar, lakin müxtəlif peyvəndlərin əldə etdiyi nəticələr etibarlı bərpa etmiş və klinik təcrübələrdə yüksək effektivlik göstərmişdir. Pandemiyanın məhsuldarlığa və gələcək inkişafa uzunmüddətli təsirləri olacağı proqnozlaşdırılır, çünki investisiyalay daha da gücünü itirir və uzun müddət davam edən işsizlik səbəbindən insan kapitalının akkumulyasiyası genişlənir.

Hökumət neft ixracından asılı iqtisadiyyatı kənar şoklardan, neft qiymətlərindəki dəyişkənliklər və cəzalardan daha yaxşı müdafiə etmək üçün maliyyə buferlərinin yaradılmasına yönəlmiş ağıllı makroiqtisadi strategiyalar həyata keçirdi. Rusiyanın maliyyə siyasəti rublun məzənnəsini neft qiymətindəki dəyişkənliklərdən qorumaqda təsirli oldu. Qərbin 2014-cü ildə həyata keçirilən iqtisadi sanksiyaları rublla qiymətləndirilən ölkəyə birbaşa xarici investisiya axınına inamı azaltmışdı, lakin illər ərzində əhəmiyyətli maliyyə buferlərin genişləndirilməsi müfəviq olaraq iqtisadiyyatın şoka davamlılığını gücləndirdi.



Bütövlükdə, borc yükünün demək olar ki, bütün sahələr üçün müvəqqəti olacağı və Rusiya iqtisadiyyatı irəliləyiş əldə etdikcə şirkətlərin maliyyə göstəricilərinin yaxşılaşacağı güman olunur. Bu, şirkətlərin 2020-ci ilin sonuna həyata keçirilən kreditlərin yenidən bölgüsü əməliyyatlarında tələbin əhəmiyyətli dərəcədə azalması ilə təsdiqlənir.

**Açar sözlər:** pandemiya, makroiqtisadi siyasət, maliyyə buferləri.

**Introduction:** The Russian Government and the Central Bank have carried out a range of programs and policy responses to address the immediate economic effects of the COVID-19 disaster, mainly in harmony with what other countries have been performing. This includes an all-inclusive set of procedures designed to maintain business, consumers and the financial segment in the face of the COVID-19 epidemic, such as (i) providing backing for the ruble and FX liquidity; (ii) allowing regulatory self-control for banks and micro-finance businesses to reorganize loans for SMEs and individuals influenced by the pandemic, and diminishing requirements for lending to the highly affected industries; (iii) expanding supported lending and partial credit guaranty packages for SMEs and affected industries, (iv) streamlining the use of digital payments, (v) deferring changes to the guideline of credit organizations, (vi) shrinking the regulatory as well as supervisory burden on financial institutions, (vii) maintaining convenience of insurance services, and (viii) subsidizing non-bank financial institutions.

Even with their domestic political salience, conversely, these regulatory actions are economically misrepresenting and fiscally pricy. A better method would be to apply aimed social assistance programs, taking into consideration country-specific situation and social standards, that provide relief to the most vulnerable sections of the population.

Certain measures are targeted at extensive categories of individuals or businesses, such as: bank loans for systemically significant companies at decreased rates; interest-free bank loans to face wage payments; state supports to SMEs; credit breaks for individuals and SMEs; subsidies to banks to encourage grace periods to SMEs; programs in contradiction of unemployment.

**Objective:** The government pursued judicious macroeconomic strategies aimed at building up financial buffers to better defend the oil export-dependent economy from outside shocks, together with oil price gyrations and penalties. Russia's fiscal regulation was influential in decoupling the exchange rate of the ruble from oil price changes. While Western economic sanctions executed in 2014 increased insecurity, assessed on the ruble and affected FDI inflows into Russia, the accumulation of considerable buffers over the years correspondingly bolstered the economy's shock resilience.

The decline in global oil prices and the forced reduction of oil production under the new OPEC+ agreement had a destructive impact on the financial position of oil and gas companies. However, their debt extent even remained at acceptable levels, and further enhancement can be expected along with the return of oil prices to the pre-pandemic level and facilitation of OPEC+ restrictions. A substantial increase in prices of a series of ferrous and non-ferrous metals in the next half of 2020 – early 2021 along with the recovery of demand in China is having a constructive effect on the financial reputation of metallurgical companies.

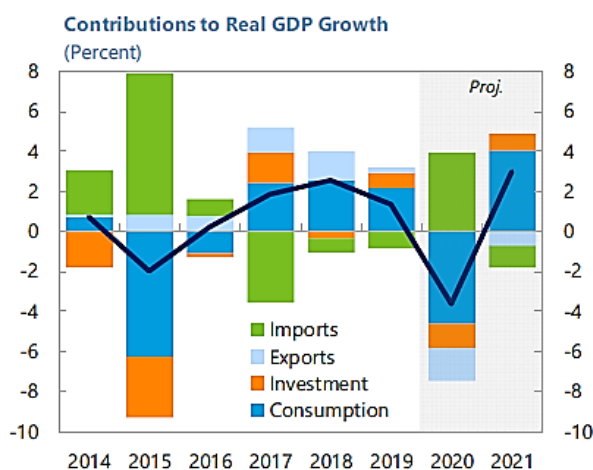
The Finance Ministry's forex acquisition program executed by the CBR with the intention of (further) improve the country's international reserve situation helped keeping the ruble's exchange rate "competitive." This provided Russian oil and gas companies, which trade on a ruble basis and whose returns are (primarily) earned in US dollars, some pluses in terms of



effectiveness over some of their opponents. Constricted macroeconomic policies and the vulnerable ruble caused the current account balance to stay in surplus, all the same oil price volatility. The subsequent twin surpluses – fiscal and current account, from 2018 to the first quarter of 2020 – along with Western sanctions influenced to reining in gross external indebtedness, which dropped from 31% of GDP in 2017 to 27% of GDP at End-March 2020. For the meantime, gross international reserves (including gold) increased from 28% of GDP to 33%. Over the last years, Russia has boosted global grain supplies by enhancing its exports. For Russian agrarian programs to be helpful of international food security, they would need to contribute to steadiness and likelihood in global grain markets. Export boundaries (bans, quotas, tariffs) through periods of growing world prices donate to uncertainty in global grain markets and are not the most useful means of addressing domestic price spreads.

In reply to growing food price inflation, Russia announced several measures. These involved creating price caps on socially significant food items, limiting exports of essential commodities, and offering subsidies to manufacturers of main food items. Such procedures are politically charming because they seem to stipulate instant relief and put Russian clients first. Regardless their domestic political prominence, on the other hand, these regulatory programs are economically distortive and fiscally costly. A better method would be to apply pointed social assistance programs, considering country-specific situation and social standards, that bring relief to the most susceptible divisions of the population.

*The economy is poised for a sharp contraction in 2020, followed by a modest recovery from the crisis in 2021...*



*The contraction in 2020Q2 was led by a sharp decline in domestic demand, notably consumption...*

dollarization of the economy has been robust since the 2014 crisis. The portion of their forex loans progressively declined from 32% to 20% in the 2017–2019 period, it increased to 24% in 2020. Whereas exchange rate and liquidity risks are less crucial than credit risk the volatility of the oil price along with of the ruble exchange rate along with imbalanced liquidity through the sector may sharpen to temporary uncertainty. In addition, foreign currency risks ought to be sufficiently directed and expected at the holding company level among hedging plans, that have an economic expense.

The effect of forced saving across lockdowns and boundaries has deceptively been more than counterbalance by a mixture of factors, as well as decreased incomes and growing unemployment, declining interest rates within rising inflation, recent savings tax to subsidize assistance the government's response to the epidemic and the growing attractiveness of substitute shares in the Russian stock market. Forex deposits (primarily denominated in USD, and EUR) have been losing their charming for the reason that nominal interest rates in these currencies approaching nil. In the intervening time, government organizations' stake of total deposits a little dropped to 7%.

Involving forex lending, Russian households and corporations have become less reliant on dollar sponsoring in the last few years. The de-



Sanctions affect many systemically related enterprises in Russia even with specific boundaries and from time to time a limited extent. Banks have to continuously conform their systems and maintain their sanctions skills, given that the situation is subject to continual change, as emphasized by the sanctions-associated pressures prompting the delay of the Nord Stream II pipeline completion besides by the newest US refusal of sanctions contrary to the pipeline. Incentives are steady for financial institutions to conform with all the guidelines, mainly in light of potential penalties for reputation risk. The sanctions risk for that reason stays higher for the outlook as the condition continues to be unpredictable and delicate to geopolitical developments, as demonstrated by the measure taken by US agencies in April 2021, further restricting access for Russian bond issuers to global markets.

On 15th of April 2021, the US commenced a new group of sanctions on Russia, which forbid US financial organizations from involvement in the major market for Russian RUB or non-RUB-denominated bonds released after 14th of June 2021 by CBR, the NWF or the MOF. Offering RUB or non-RUB-denominated sources to the CBR, the MOF or the NWF is correspondingly prohibited. These sanctions arose on from the US sanctioning the main markets of the Eurobonds in August 2019. The temporary consequences have been restrained as the latest sanctions do not frighten Russia's monetary stability due to durable macro-fiscal barriers, robust CBR volume to offer extra liquidity assist to the market if required, and comparatively reasonable stake of foreign investor investments of Russian government debt. Russia is unbelievable to realize any financing issues as the household demand for bonds – from both institutional and retail shareholders – can balance for the withdrawal of international investors.

There are several additional procedures associated to business revenue tax, notably:

- 1.Subtraction of costs that arise in realizing particular hygiene procedures and acquiring healing gadgets connected to pandemic
- 2.The source for computation of periodic forward tax imbursement could be altered whenever within the period 2020 (below principal guidelines – all kinds of variation are probable merely commencing January) from (a) taxable revenues as at last of a preceding part, to (b) chargeable revenues as in conclusion of the related existing tax statement date.

#### **COVID-19 policy activities made by the MoF includes:**

**Healthcare:** New infection clinics, more beds and re-supply of existing beds, specific ambulances and apparatus, and medicines are among activities. R&D in diagnosis and prevention, as well as a bonus finance for medical staff.

**Non-health-related measures for Individuals.** Support for the temporarily jobless, such as an increase in the benefit for temporary sick leave. In 2020, the highest temporary unemployment compensation will increase to 12130 rubles.



For those who terminated a job after March 1, 2020, temporary redundancy payments grew to their maximum in April-August 2020.

In May-August 2020, the minimum unemployment payment tripled (to 4500 rubles for month). Increasing the length of unemployment payments by three months (Jun-Sep).

**Households** receive lump-sum social payments (e.g. 3000 rubles per child monthly Apr-Sep for jobless parents).

**The Corporate segment.** Subsidized loan programs for affected businesses (e.g. SMEs, highly-affected sectors, systemically-important companies)

Packages to help people keep their jobs (grants and half-deferred grants for highly-affected industries)

Support and development packages tailored to the industry.

**Revenue.** SMEs will benefit from a continuous reduction in wage tax (social security payment) (from 30 to 15%).

Tax breaks and payment postponements (Tax discounts for the most impacted SMEs and self-employed individuals, deferrals for the most damaged industries, and in the event of severe income loss)

**Off-balance-sheet** - Funded loan programs to affected organizations (SMEs, most-hit sectors, systemically significant enterprises) and capital-base-support measures.

**Other measures** include a 6.5% preferential mortgage package with the acquisition of new dwellings.

The Central Bank's key operations include **fiscal support measures** and **administrative remedies to the banking industry**.

#### **Fiscal support measures:**

**FXI to prevent exchange rate fluctuation:** In March 2020, the BoR moved from fiscal policy FX buying to FX sales and traded a portion of the FX profits from the NWF's investment of a





share in Sberbank. In October 2020, the Bank of Russia (BoR) banned FX operations over the budgetary guideline by 4 billion rubles each day.

**Monetary policy is being eased.** Since the start of the outbreak, BoR has reduced the base rate by 175 basis points, from 6 to 4.25 %. The key rate has been reduced by 200 basis points so far this year.

**Support for liquidity.** During March-April 2020, BoR fine-tuned Ruble repo sales before launching monthly and yearly Ruble repo tenders in May 2020. In March 2020, the BoR allowed SIBs LCR exemptions and extended the ceiling on Irrevocable Credit Limitations for SIBs to Rub 5 trillion.

Banks receive BoR loans to fund salary loans and SME loans. BoR refinanced debts to SMEs in the amount of Rub 475 billion.

The interest rate on such credits has been decreased from 6 to 2.25 % for final customers.

#### **Administrative remedies to the banking industry:**

**Restructuring of loans** is one of the regulatory responses of the banking sector. The Bank of Russia has encouraged banks not to impose penalties and fines when restructuring loans for debtors whose income has decreased as a result of the outbreak. Banks have modified 15.4 % of corporate, 15.0 % of SME, and 4.1 % of retail loans after the outbreak began.

**Capital buffers are being released.** Under existing regulations, credit institutions are exempt from dealing with the capital conservation buffer and the structural significance capital buffer.

**Modifications to risk weight add-ons.** Contributions to risk factors for mortgages and construction credits given before April 1, 2020 were annulled. Add-ons for new credits continue, but have been moved towards a more Basel III-compliant matrix. Unsecured consumer lendings were subject to similar restrictions.

**Loan provisioning is postponed.** Banks are permitted to postpone extra provisions for customers whose financial condition worsened as a result of the epidemic or whose debts were revised. Provisions should be made in full for corporate loans by April 1, but retail and SME by July 1, 2021.

**Asset assessment is being postponed.** Allows use of the BoR legal exchange rate on March 1, 2020 for FX transactions valuation until September 30, 2020; bonds and equity shares acquired prior to March 1, 2020 can be assessed at the Mar 1 value until December 31, 2020.

**The pandemic's economic consequences, combined with a trade war with Saudi Arabia, has led in fluctuating as well as historically low oil prices:** Brent crude oil fell from 66\$ for barrel at start to a low of 19\$ on April 21 and has been hovering between \$40–45 for barrel since June. The steep drop in oil prices indicates a dramatic drop in oil usage caused by legislative actions and behavioral adjustments targeted at halting the virus spread. As per the IEA, worldwide oil consumption in April 2020 was down well almost 29 % relative to its pre-pandemic level.

Crude prices have restored slightly from their April downtrend as a result of a contract to cut oil output by OPEC and ten other oil-producing states, including Russia (OPEC+), as well as a moderate recovery in oil consumption as limitations to contain the disease have been gradually raised. Russia's crude oil output, that has previously been relatively untouched by changes in oil values, has plummeted as a consequence of the OPEC production cut deal.

The progressive tax scheme is intended to defend oil producers whilst oil prices are weak while providing that the Russian government receives the majority of the windfall if prices are high. The



first \$15 for barrel of income generated is effectively tax-free, with tax levels gradually rising in tandem with inflation. According to calculations, the tax burden on a traditional Russian oil and gas organization may be as low as 19 % profit if the oil price is \$20 a barrel, increasing to 49 % if the oil value is \$50–\$60 for each barrel. It is projected that changes in the tax load will absorb well over 80% of the entire adjustment in oil prices.

Exchange rate fluctuations are another element that contributes to low breakeven costs. The ruble-dollar currency rate is significantly connected with changes in the price of oil. Approximately 80% of operating costs are represented in rubles and quantified in USDs, and they seem to be high while oil prices are rising and low when oil prices are falling.

While the budgetary consolidation in the 2021–23 Budget is substantial, the officials' commitment to review if the economy declines is encouraging. The consolidation is based on a considerable development in economic circumstances during 2021 and beyond, implying that support packages will not be required to a certain extent as in 2020.

**Conclusion:** Russia's constant progress in global position is a outcome of constant reforms and developments and the developing of a steady national evaluation scheme. All these reforms to the country were backed by the care and fiscal support of the administration.

The Russian Government and the Central Bank have carried out a range of programs and policy responses to address the immediate economic effects of the COVID-19 disaster, mainly in harmony with what other countries have been performing. This includes an all-inclusive set of procedures designed to maintain business, consumers and the financial segment in the face of the COVID-19 epidemic, such as (i) providing backing for the ruble and FX liquidity; (ii) allowing regulatory self-control for banks and micro-finance businesses to reorganize loans for SMEs and individuals influenced by the pandemic, and diminishing requirements for lending to the highly affected industries; (iii) expanding supported lending and partial credit guaranty packages for SMEs and affected industries, (iv) streamlining the use of digital payments, (v) deferring changes to the guideline of credit organizations, (vi) shrinking the regulatory as well as supervisory burden on financial institutions, (vii) maintaining convenience of insurance services, and (viii) subsidizing non-bank financial institutions. The existing response to pandemic can also be a chance to challenge structural disproportions of Russian economy and accelerate the required revolutions.

## REFERENCES

1. Wooley Ethan. The Russian Military Facing a Looming Demographic Crisis. // National Interest, 1 February. – 2021. <https://nationalinterest.org/blog/buzz/russian-military-facing-loomingdemography-crisis-177414> (retrieved 24 March 2021).
2. Wilson Sokhey, Sarah (2021) “COVID-19 in Russia: What Russians Expected, What They Got, and What They Think about It”, PONARES Eurasia, 691, February, <https://www.ponarseurasia.org/covid-19-in-russia-what-russiansexpected-what-they-got-and-what-they-think-about-it/> (retrieved 23 February 2021).
3. Golubkova K., Ostroukh A. Russian banking sector ready to live without COVID-19 support, says central bank governor. // In: Reuters News. February 18. – 2021.
4. Moscow Times. 5% of the Russian Economy Is Classified Spending, Reports Say. // The Moscow Times, August 28, 2019, available at:



- <https://www.themoscowtimes.com/2019/08/28/5-of-the-russian-economy-is-classified-spending-reports-say-a67047>.
5. Ukaz prezidenta Rossiyskoy Federatsii "Ob obyavleniya v Rossiyskoy Federatsii nerabochikh dney". 25 March, 2020, <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202003250021> (retrieved 17 March 2021).
  6. Ukaz "O merakh po obespecheniyu sanitarnoepidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v svyazi s raspostraneniye koronavirusnoy infektsii", 2 April, <http://kremlin.ru/acts/news/63134> (retrieved 17 March 2021).
  7. CBR. 2020 (Q2–Q3). Financial Stability Review 2 (17).
  8. World Bank Group. Russia's economic recovery gathers pace. Special focus on cost-effective safety nets. / Russian Economic Report 45. May. – 2021.
  9. WHO Corona Disease (COVID-19) Dashboard, <https://covid19.who.int/> (retrieved 16 April 2021).
  10. Raiffeisen Research (ed). CEE Banking Sector Report 2020. – Crisis & recovery mode at the same time. November. – 2020.
  11. World Bank COVID-19 (Coronavirus) Policy Response to Combating the Spread of the Epidemic in Russia, <https://www.worldbank.org/en/country/russia/brief/covid-19-responsehealth-russia#c1> (retrieved 13 April 2021).
  12. World Bank "Russia's Economy Loses Momentum Amidst COVID Resurgence; Awaits Relief from Vaccine", Russia Economic Report, 44, December, 2020.
  13. BOFIT Weekly (ed). Moscow stock exchange made gains in second half of 2020. January 22. – 2021.
  14. CBR. Banks regulatory forms (collected by the Central Bank of Russia, adapted by Fitch).
  15. Fitzgeorge-Parker L. Russia's retail revolution. In: Euromoney. April 11. – 2021.
  16. Foy H. Russia: adapting to sanctions leaves economy in robust health. In: Financial Times. January 30. – 2020.

Publication history

Article received: 28.02.2022

Article accepted: 10.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## ARTIFICIAL INTELLIGENCE USE IN FINANCE AND BANKING SYSTEM

**Saida Mammadova**

Azerbaijan State University of Economics (UNEC), International Magistrate and Doctorate Centre (IMDC), E-mail: saidamammadova@unec.edu.az

### ABSTRACT

In the study carried out in order to measure the impact of artificial intelligence applications on the habits of individuals such as payment, savings and accumulation in the finance sector, firstly, the definition, functions of banks, one of the important institutions of the financial sector, are described. Furthermore, the concept of artificial intelligence was defined and the functioning of artificial intelligence in the financial sector was examined. The use of artificial intelligence in the financial sector has great advantages for users in terms of reducing costs, speeding up operations, applying security, and always being achievable. This study reveals how effective the use of artificial intelligence is in the financial sector and in the banking sector by system users. A survey of 120 people was used in the study, and when the results were looked at, it was seen that the use of artificial intelligence differed in terms of age, gender, occupation and income distribution. The questionnaire analyzed the age, income and training levels of the participants, convenience and reliability factors and users. The increase in the age, income and education levels of those who participate in the survey also increases the confidence in artificial intelligence. The effective use of artificial intelligence in the financial sector has resulted in great convenience for users.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Digital Products, Financial Transformation, Fintech, Digital Financial Services.

### XÜLASƏ

Maliyyə sektorunda süni intellekt tətbiqlərinin fərdlərin ödəniş, əmanət və yığım kimi vərdişlərinə təsirinin ölçülməsi məqsədi ilə aparılan araşdırmada ilk olaraq, dünyanın mühüm qurumlarından biri olan bankların tərfi, funksiya və funksiyaları açıqlanıb. maliyyə sektoru təsvir edilmişdir. Bundan əlavə, süni intellekt anlayışı müəyyən edilmiş və maliyyə sektorunda süni intellektin fəaliyyəti araşdırılmışdır. Maliyyə sektorunda süni intellektin istifadəsi xərclərin azaldılması, əməliyyatların sürətləndirilməsi, təhlükəsizliyin tətbiqi və hər zaman əldə edilə bilən olması baxımından istifadəçilər üçün böyük üstünlüklərə malikdir. Bu araşdırma maliyyə sektorunda və bank sektorunda sistem istifadəçiləri tərəfindən süni intellektdən istifadənin nə qədər effektiv olduğunu ortaya qoyur. Tədqiqatda 120 nəfərin iştirak etdiyi sorğudan istifadə edilib və nəticələrə nəzər salındıqda, süni intellektdən istifadənin yaş, cins, məşğuliyyət və gəlir bölgüsü baxımından fərqli olduğu görülüb. Sorğuda iştirakçıların yaşı, gəlirləri və təlim səviyyələri, rahatlıq və etibarlılıq amilləri və istifadəçilər təhlil edilib. Sorğuda iştirak edənlərin yaş, gəlir və təhsil səviyyələrinin artması da süni intellektə inamı artırır. Maliyyə sektorunda süni intellektin səmərəli istifadəsi istifadəçilər üçün böyük rahatlıq yaradıb.

**Açar sözlər:** Süni intellekt, rəqəmsal məhsullar, maliyyə transformasiyası, finteklər, rəqəmsal maliyyə xidmətləri.



**Introduction:** Artificial intelligence applications are used for banks to gain market knowledge, to reach customers with the banking services used in banks, and to increase communication more easily. The artificial intelligence applications used in banks, in order to strengthen the bank's image and attract existing customers, and to attract new customers, in order to reduce the workload in the branches a little bit, and to provide customers with faster internet service and customer service. However, it should be noted that strong infrastructure is needed to be able to use these systems. To this end, banks are increasing their investments in technology and especially in software.

There are different reasons for banks to focus on internet and mobile banking applications. In particular, they focus on these applications in order not to overwhelm their customers with their competitors and not to lag behind the competitive environment. In addition, as the population density of young people is increasing in our country, banks aiming to create a young mass, are engaged in such activities to reduce costs. At first, the banks tried to approach the customer with their websites as a promotional weight, then they started to offer the service by creating a username and sending a password to the customers. In this way, customers can use their usernames and banknotes with their own passwords and can reach their services in this way.

Thanks to artificial intelligence applications, banks reach their customers rapidly and the number of services delivered to customers is increasing day by day. Meanwhile, of course, since the race between banks continues with all its competition, the bank that provides the newest and fastest service takes the lead in the race. Therefore, at this point reached in internet and mobile banking, almost all transactions carried out at the branch can be carried out in these applications. In this context, companies that want to adapt to rapidly increasing competitive conditions aim to gain new customers by producing new products containing technology, reducing costs, increasing customer satisfaction.

Do artificial intelligence applications used in the banking sector provide convenience to users and to what extent are they reliable? The aim of this study, besides traditional banking methods, artificial intelligence applications that are frequently used today; It tests its operation with two factors for users. The convenience provided to users and the trust of users in these applications; It has been tried to reveal how much it changes according to factors such as age, gender, profession.

#### Bank and Banking concept

Banks, which are one of the important institutions of the financial system in the economy, have been taken under control by laws in line with the economic structures and requirements of the countries and are under constant supervision. Due to their duties and functions, banks have become unique financial institutions both in their own countries and around the world. Today, banks have become a more distinguished and effective institution than the banks of traditional periods due to the difficulty and diversity of transactions. The activities of banks in the economy and the quality of their management have also become an important factor in this regard.

Banks are institutions that can carry out every transaction in areas such as service supply, credit, investment and capital that the society needs, and lead the society's usable resources. Banks, on the other hand, are businesses that make use of the deposits they collect from customers and the opportunities they create from other sources, in other words, they trade in money and credit and contribute to the economy. Compared to other businesses, money is exchanged in banks, while other businesses buy goods and services for money.

Banks are intermediates money flow and payment transactions between individuals. These services are provided with EFT (Electronic Fund Transfer), Money Order, Swift, Pos or direct





transfer or deferred payment instruments such as checks, promissory notes, credit cards. Banks, in terms of investment, manage, mediate and advise financial assets in the accounts of individuals. In addition, services such as keeping cash, securities and valuables of individuals are provided by banks.

**Functions of Banking:** The functions of banks, which are defined as financial institutions that collect money from the masses that make up the society through deposits and similar means, use this money in high-cost transactions such as loans, and create fiduciary money in the economy, are listed below:

- Financial intermediation
- Funding foreign trade and promoting export
- Ensuring effective use of resources
- Influence of income and wealth distribution
- Creation of fiat money
- Ensuring the functioning of monetary and fiscal policies
- Factoring
- Developing foreign trade

**Financial transformation in banking:** As a result of technological developments, new distribution channels have emerged, which the banking sector prefers in branches instead of traditional distribution channels. The banking sector is one of the most popular and dynamic sectors among today's sectors. In the past, customers chose banks according to their location, but now banks serve their customers around the world with internet users. Internet Banking is considered to be an important revolution in the banking industry after ATMs.

**Internet Banking and Mobile Banking Applications:** Internet banking is expressed as a distribution channel where banking services are offered to customers over the Internet, without mentioning the concept of time and place. It is a distribution channel that can be accessed 24 hours a day with every computer that can have internet access. The widespread use of the internet, which is the pioneer of the era as the communication system in the banking system, is seen as a revolution in classical banking. In fact, it has become possible to provide all other banking services, apart from money withdrawal, from virtual bank branches on the internet. Factors such as making all transactions from home and avoiding physical money have brought branchless banking to the agenda.

Virtual banks offer their users the opportunity to benefit from banking services without a physical location. While technology is driving other sectors, it also necessitates change. These developments have brought the banking sector to keep up with the rapidly developing and spreading technology. Banks have become one of the sectors that need to follow developments closely. Internet banking, where the customer can access the internet with a computer from home in order to receive banking services, has managed to reach our mobile phones by going even further in today's technology.

Since internet banking is a more suitable distribution channel for customers using computers, the literacy rate and computer usage rate in the society are increasing day by day, and this distribution channel is increasing its impact day by day. Customers using internet banking have the





opportunity to track their own deposits, investments, loans or debts in the virtual branch they access via the internet.

**Transactions that can be made via Internet Banking:** People can use following transactions through Internet Banking: Account balance and transaction summary, money transfers and payments, remittance, EFT, credit card operations, investment transactions, government bond transactions, automatic payment order, credit monitoring, virtual card identification, creating an account etc.

Compared to branch banking, internet banking offers many advantages to institutions. These advantages can be listed as increased customer focus, reduction in branch costs, renewal and diversification of products, and providing service regardless of geographical region and time. The advantages of internet banking to customers are that they can be opened and closed instantly, lower transaction costs, easier banking services, fast loan opportunities, and time savings in terms of banking transactions.

**Mobile Banking:** Mobile banking is an application where the customer communicates with the bank via a smartphone. The widespread use of wireless technology and mobile devices has created enormous business opportunities in communication, transactions, shopping and commerce. Thanks to its high data transfer rate, the technology, which is always online, has enabled mobile devices to access and send information at a very high level of information and service based on reality. Mobile banking is defined as a subset of electronic banking.

The concept of mobility expresses being on the move and includes the feature of not having a fixed structure. Since the mobile device is portable, it can be carried without being tied to any fixed point, cables or a device. This feature also brings about being in constant motion. There has been an increasing positive perception in the society about mobile financial services. The reason for this can be basically shown as the increase in the rate of mobile phone usage in the society and the integration of world economies increasing mobility. Thus, mobile services have become a necessity, not a luxury, young people in the society have admired modern information and communication services, and mobile devices have come to an important point in accessing banking services.

**Financial Technology Concept:** Financial Technology (Fintech) refers to some innovations that express the delivery of financial services in a faster, more efficient and easier way. It is expressed as just one of the innovations brought by technology by combining the financial transactions created in mobile and online environments. Fintech has become a frequently used system not only in our country but also in the world. Fintech has influenced technology that includes innovations in many different areas such as mobile payment tools and money transfer transactions.

If we talk about the reasons why Fintech technology is preferred, it can be counted that users can access their accounts at any time, they do not get up from one place to go to another place for these accounts, they do not go to the branch even to pay bills, and their transactions can be made from mobile phones in order to save time. Some of the important elements of this technology are seen as personalized advice or instant access to an official.

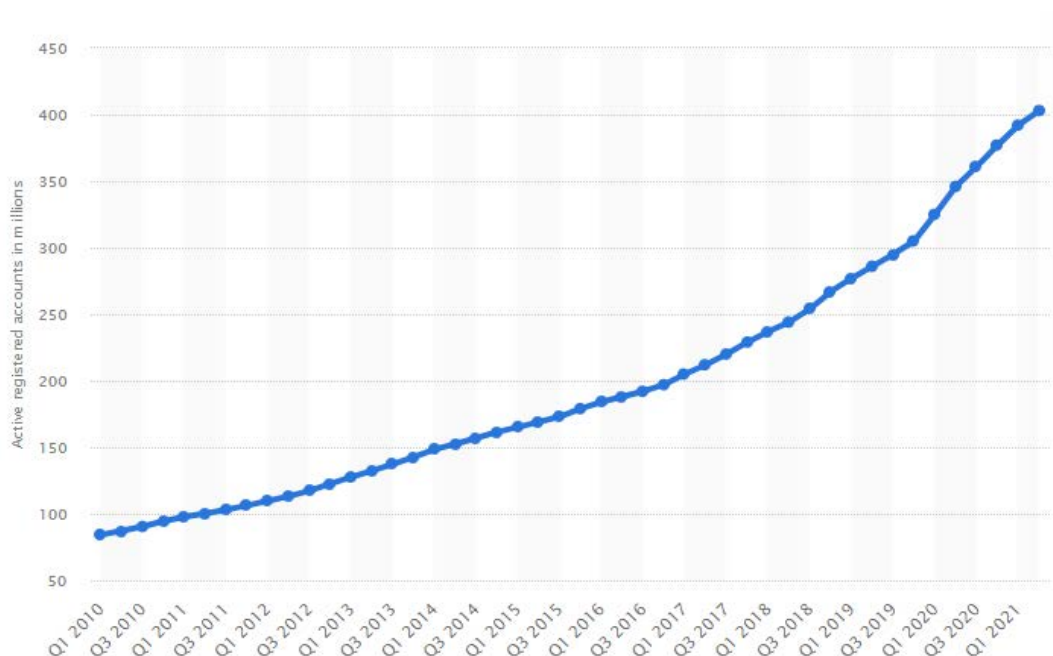
Fintech technology, which can perform transactions in the banking sector more easily and with less cost, plans to completely renew the business world. This technology, which has changed the relations between banks and customers significantly, has started to steal the market from the



banking sector, Fintech companies have achieved significant success by providing individual money transfers and financial solutions. The increasing demand for technological products and solutions by customers in the financial sector has also brought a rise to the Fintech system. Fintech has also made mobile and online applications more common, which started with the banking sector.

By developing personalized solutions, Fintech brings digital products to the forefront for the banking sector and offers innovative and sustainable products for customers. Fintech comes to the fore with services such as innovations and conveniences created in the financial sector. In addition, it continues to work more focused on customer experience by reaching users outside the financial sector. Fintech has become an indispensable innovation for the finance industry with the innovations that companies create in mobile and digital environments.

**Possibility to Make Payments from Mobile Applications:** Many different applications such as Google Pay, Apple Pay, PayPal, Google Wallet, Skrill, Alipay, Masterpass, Samsung Pay are used for digital wallet payments. Thanks to the cards saved in these wallets, payments can be made through these applications without the need for a card. For example, Apple Pay takes the user's fingerprint as confirmation to receive payment confirmation during payment, and the payment process is carried out in this way.



**Chart 1.**  
Number of PayPal's total active user



accounts from 1st quarter 2010 to 2nd quarter 2021

**During this time, these transactions are transferred to the digital environment:** While the digital wallet system has become a rapidly growing system in the world, it is also growing and taking shape in our country. While mobile payment transactions provide solutions for users, it offers new ideas and opportunities for entrepreneurs. Thanks to the digital revolution, the necessity of carrying cash and having a physical wallet is almost eliminated. Instead, payments are moved to mobile phones or mobile applications and transactions are made faster and easier. In addition, it is thought that mobile payment transactions will reach large amounts in the near future.

**Portable Payment Devices:** The general name of the technological devices that the user wears are called wearable payment devices. Wearable technology could be a smartwatch, a smart short or a smart jewellery like smart rings. The period when this technology is fully understandable is the Apple Watch type wearable payment device introduced by Apple in 2015. Types of wearable technologies are body focused wearable technology products, head focused wearable technology products, leg and foot focused wearable technology products, hand and arm focused wearable technology products.

Mobile payment systems, which are stated as the latest innovation brought by technology in mobile areas, have been carried over to these products with the development of wearable technologies. For wearable technology products, many companies such as Apple Pay, Samsung Pay and Android Pay continue to work in this field by cooperating with card manufacturers such as Mastercard and Visa as a solution for their own products. With this payment system, which is called wearable payment systems, it offers its users the opportunity to easily pay in taxis, gas stations, restaurants or cafes with technological products such as smart watches and smart bands.

**Withdrawing Money by Scanning the QR Code to the ATM:** Many banks are developing various methods to withdraw money from ATMs without a card. With the near field feature of smart phones, it is possible to connect to an ATM without the need for a card, and even if there is a physical money transaction, the withdrawal process is done digitally.

In order to perform the money transaction without touching the ATM, it is necessary to log in to the mobile banking applications offered by the banks with a customer number and password, and to dial the amount desired to be withdrawn using the withdrawal tab in the application menu. At this time, the camera of the phone is turned on and the QR code displayed on the screen of the phone must be read to the ATM where the transaction is made. After successfully reading the code, the withdrawal process is completed.

**ATMs Built into Cars:** Idea Bank which is located in Poland, offers its customers services such as money withdrawal and deposit transactions at night with an ATM placed in a car. This innovation, which was put into operation in 2015, works in the way that the ATM device placed in the car goes to the desired places. With the application that customers can download from their Android or IOS devices, they can see and use mobile ATMs near them. In addition, these Mobile ATMs, which can also be used as taxis by bank customers, enable customers to procure food from nearby restaurants with the application on their phones.



**Artificial intelligence in finance and banking industry:** It is possible to say that artificial intelligence applications affect the use of banks and bank customers at many points, provide convenience in transactions and eliminate the concepts of time and place for individuals in environments where internet access is provided. Artificial intelligence applications, which develop internet and mobile banking applications together, have reduced the costs for banks with the innovations they have brought in today's banking sector, and with these reduced costs, banks have been able to turn to new initiatives and new investments. Banks attach importance to artificial intelligence applications in order to maximize service quality for customers.

Since the rapid development of artificial intelligence applications and it brings one-to-one communication with people, it has great importance for service activities, which are human-centred. Thanks to these applications, people can perform many banking transactions from their smart phones or computers that they can access the internet without going to the bank branches. The development of technology has led to the development of artificial intelligence applications. As a result, there have been many developments in the field of internet and these developments have also affected communication. These developments have also contributed greatly to the development of the finance and banking sectors. The finance and banking sector, on the other hand, has focused on providing its services through these channels by keeping up with these developing artificial intelligence applications.

These processes developed in artificial intelligence applications have positively affected human life and added an important dimension to the banking sector. Today, bank customers can easily perform their own transactions without communicating with bank branches or bank employees by using artificial intelligence applications, and in line with this convenience, they can interpret the service quality via mobile applications by using the points system and convey them to the banks. As a result, customers who use the application are more inclined to artificial intelligence applications that save them time.

The technology, which makes people's lives easier, has also provided important developments for the banking sector, and has become a system that minimizes the concept of cost and time for banks and bank customers.

Artificial intelligence applications have become an indispensable part of the banking sector and have led to many innovations and changes in the field of banking. For this reason, artificial intelligence applications have played an important role in the development of both banking activities and distribution channels. The occurrence of these changes created a competitive environment and banks had to make various innovations in their services.

When the use of artificial intelligence applications in the Azerbaijan banking sector is analyzed numerically, it is seen that there is a high increase in the number of bank customers benefiting from the services, the volume of transactions made through artificial intelligence applications has grown and reached high figures. If it is necessary to comment on all this information, the importance of artificial intelligence applications in the Azerbaijan banking sector is increasing day by day and it can be said that it is a system that is used extensively by banks.

Artificial intelligence applications within the competitive structure have been one of the important tools used by banks. The Internet has also affected the understanding of business in the banking sector, and this effect is also reflected in the service quality offered by the banks. With the start of delivering their products to their customers over the internet, banks are planning to provide the highest benefit they can provide with internet banking these days, which have gained importance in terms of speed, time and cost. It aims to fulfill this with maximum customer satisfaction.

Artificial intelligence applications, which can be considered as a strategy partner of banks, are also seen as an alternative for banks. These applications have become an alternative tool due to the density of customers in the bank branches and the negativities brought about by the queues that occur from time to time. The period we call the digital age has allowed transactions to be carried out faster and easier, with less cost. These changes are closely related to the banking sector.

With the development of artificial intelligence applications, financial services are also shaped according to the way this development shows. Banks, one of the most important elements of the financial sector, have played an important role in the development of electronic banking. At first, it was thought that ATMs, which can be shown as an example of artificial intelligence applications, would not attract attention, but in the following years, it was revealed that this idea was not correct. Increasing competition in the banking sector has increased new services and diversity, and artificial intelligence applications that minimize time and cost have played an important role in the development of these services.

**Survey Statistics:** Information on descriptive statistics from the data obtained from the participants is shown in the tables below:

		N	Percentage (%)	Cumulative Percentage(%)
Gender	Male	65	54.2	54.2
	Female	55	45.8	100
	Total	120	100	
Age Groups	15-19	28	23.3	23.3
	20-24	58	48.3	71.6
	25-29	9	7.5	79.1
	30-34	7	5.8	84.9
	35-39	10	8.4	93.3
	40-44	5	4.2	97.5
	45-49	2	1.7	99.2
	50+	1	0.8	100
Education Level	High school	32	26.7	26.7
	Bachelor's Degree	65	54.1	80.8
	Master's Degree	21	17.5	98.3
	PhD	2	1.7	100
Monthly Income	0-250	18	15	15
	250-500	52	43.3	58.3
	500-1000	36	30	88.3
	1000+	14	11.7	100

**Table 1.** Demographic characteristics of the participants

While 45.8% (55 people) of the participants are women, 54.2% (65 people) are men. 71.6% of the participants are under the age of 25, 2.5% are 45 years or more. The average age of the participants is 24.2. In the case of education, 54.1% of the participants are bachelor graduates, while the number of doctoral graduates is 2. This corresponds to 1.7% among the participants. Looking at the monthly income level of the participants, 15% stated that they earned 250AZN or





less which means participants declared that they earn less than the minimum wage in today's conditions.

## CONCLUSION

Thanks to artificial intelligence applications, changing applications such as cashless payment, card verification code and mobile applications are more preferred today. With the technological developments experienced, users find and use artificial intelligence applications as positive in terms of fast and easy transactions and at the same time reliably executing transactions. Although the majority of users express a positive opinion that artificial intelligence automations change the way of business in the banking sector and affect this change, a definite trend has not been revealed on this subject, and the idea that artificial intelligence has a full effect on the banking sector has not been revealed yet. Users stated that artificial intelligence automations will have a full impact on the banking sector in the future.

Artificial intelligence applications used today are shaped according to the wishes of the users, and the high level of ease of use has positively affected the opinions of the users. Thanks to this convenience provided, users can instantly control their accounts, make payment transactions and money transfers easily, learn and inquire about their credit debt, and this has revealed the positive aspects of their ideas that these transactions can be done easily by users. The distribution channels developed by artificial intelligence applications for the banking sector are developing day by day, and some factors such as making banking transactions easily by users within these applications and eliminating the concept of time and place have emerged thanks to these applications.

Thanks to these conveniences, users have expressed the idea that a large number of artificial intelligence has developed and will develop as answers to the survey questions, declared that artificial intelligence affects lives, and showed their positive opinions about these applications with the answers they gave.

As a result of the analyzes carried out, it is seen that there is a positive and statistically significant relationship between people's trust in the use of artificial intelligence in banking applications and banking applications. In other words, as people feel that artificial intelligence facilitates banking applications, their trust in artificial intelligence increases. In addition, there is a statistically positive relationship between people's age, education level and monthly income level and their trust in artificial intelligence applications. As the age, monthly income and education level of the people increase, the trust in the use of artificial intelligence in the banking sector increases. When the relations between the variables are examined in terms of convenience, it is seen that there is a statistically negative/inverse relationship between gender and perception of convenience. In other words, the perceived difficulty level in the use of artificial intelligence in banking applications is higher for women. It is seen that there is a statistically significant and positive relationship between age, education level, monthly income level and the perception of convenience. As the age, education level and monthly income level of people increase, the perception that artificial intelligence usage processes in banking applications is getting easier.

In this study, the functioning of artificial intelligence applications in the financial sector and mainly in banks has been examined. Users' ease of use of artificial intelligence and its reliability to artificial intelligence applications were analyzed. It has been concluded that artificial intelligence automations used in financial institutions provide convenience and vary in reliability according to different factors. According to the results of the study, it is thought that with the





artificial intelligence applications to be developed by financial institutions, individuals' access to their financial accounts regardless of location, and the preferability can be increased. In the study, it is seen that the participants are in the 15-24 age range and at the income level of 0-250 AZN and 250-500 AZN. In future studies, the importance and functioning of artificial intelligence applications can be tested by making applications on different target groups.

## REFERENCES

1. Teubner V. (2001). Electronic Banking: The Ultimate Guide to Online Banking 1st Edition, 55-57.
2. Pavlo S. (2018). The World of Digital Payments, 101.
3. Leon P., Michael W. (2019). Mobile Coverage and its Impact on Digital Financial Services, 67.
4. Manoharan S., Paneerselvam S, Saravanan M. (2021). Digital Payment and Its Growth in the Time of COVID – 19, 44-47.
5. Hiroshi T. (2018). Information Technology and Finance, 113.
6. Margaret T. (2004). E-payment: The Digital Exchange, 65.
7. David A. M. (2010). Essentials of Online payment Security and Fraud Prevention, 78-79.

Publication history

Article received: 01.03.2022

Article accepted: 11.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRICAL AND CATALYTIC IN THE REACTION OF CONVERSION OF ETHANOL TO ACETONE

**Nargiz Baghirova**

ASOIU, department of "Oil-Chemical Technology and Industry Ecology" PhD, assistant professor.

E-mail: nergiz.bagirova@mail.ru

### ABSTRACT

Low molecular weight ketones are among the most important products widely used in industry, however, the existing methods for their production are multistage. The significant disadvantages of these methods include the implementation of individual stages at high temperatures and pressures. As a result, the development of more economical and easy-to-implement processes is presented as an actual task for the basic organic synthesis industry. Recently, ethanol has been considered as a possible feedstock for the production of acetone. The prospect of using ethanol as a feedstock is due to the large renewable resources for its production. The growing interest in recent years in the production of ethanol by processing agricultural products and waste from the food and woodworking industries will undoubtedly stimulate further development of the method of producing acetone from ethanol.

The catalytic conversion of ethanol to acetone is a relatively new method for producing acetone and, naturally, the number of publications devoted to this process is relatively small. In previously published works, as a rule, the issues of the mechanism of the process, as well as the relationship between the physicochemical and catalytic properties of the proposed active systems in these reactions, are not considered in detail.

Active and selective catalysts were selected for the conversion reaction of ethanol to acetone, the mechanism of the process and the relationship between the physicochemical and catalytic properties of the activated sample were studied.

The experiments were carried out on an active catalyst with the composition  $\text{ZnO}:\text{CaO}=9:1$

The main provisions of the electronic theory of catalysis are developed in application to semiconductors, since, firstly, the theory of semiconductors is now more developed, and secondly, most of the catalysts used in practice belong to semiconductors.

The surface of a semiconductor is the protection of two phases: a solid body-gas. The approach to this boundary from the side of the gaseous environment is essential for catalysis. The environment affects the surface and volume of the solid body. The influence of the environment is carried out through adsorption, as a result, the Fermi level shifts, and the electrophysical properties of catalysts change in the processes of adsorption and catalysis.

Reactions of heterogeneous-catalytic transformation of low molecular weight alcohols are of great practical importance. The relevance of catalytic transformations of ethanol into various valuable products is the most important task of modern catalytic chemistry.

To elucidate the mechanism of these reactions, a necessary step is to study the nature of the electronic interaction of reactants with a solid body, since the vast majority of catalysts of heterogeneous-catalytic oxidation - metal oxides, semiconductors, so especially promising is to involve methods for studying the electro physical properties of the surface.

Changing these properties and studying the nature of their change in the atmosphere of the reactants, it is possible obtain valuable information about the nature of the electronic interaction



of the reactant-catalyst. The works carried out in this direction showed that in most cases the process of chemisorption is accompanied by the appearance of an additional surface potential, indicating the charging of the surface in the presence of a particular reactant. The electrical and catalytic properties of a series of active zinc-calcium oxide catalysts were studied (their activity was also studied in previous experiments). The study of the electrical properties of the catalyst is of the greatest interest for elucidating the mechanism of reactions, since they can provide information about the nature of electronic transitions that limit the course of the reaction.

The number of different factors determines the catalytic activity of a solid body. Each of these factors can correlate with certain properties of a solid body.

When comparing catalytic and electrophysical properties electrical conductivity is most often measured. Measuring on the same catalyst sample under the same conditions of conductivity change can provide useful information about mechanism of action of the catalyst and the course of the catalytic reaction.

Studies of the electrical conductivity of the synthesized catalysts have shown that all the catalysts studied are semiconductors.

This article shows the relationship between the electrical and catalytic properties of zinc-calcium oxide catalysts.

**Keywords:** catalyst, electrical conductivity, activation energy, adsorption, ethanol, acetone.

## СВЯЗЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦИНК-КАЛЬЦИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В РЕАКЦИИ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭТАНОЛА В АЦЕТОН

**Наргиз Багирова**

АГУНП, кафедра «Нефтехимическая технология и промышленная экология», к.х.н., доцент.

E-mail: nergiz.bagirova@mail.ru

### РЕЗЮМЕ

Основные положения электронной теории катализа развиваются в применении к полупроводникам, поскольку, во-первых, теория полупроводников сегодня более развита, а во-вторых, к полупроводникам относится большинство применяемых в практике катализаторов.

Поверхность полупроводника – это защита двух фаз: твердого тела-газа. Подход к этой границе со стороны газовой среды существенен для катализа. Среда воздействует на поверхность и объем твердого тела. Влияние среды осуществляется через адсорбцию, вследствие чего сдвигается уровень Ферми, и изменяются электрофизические свойства катализаторов в процессах адсорбции и катализа.

Реакции гетерогенно-каталитического превращения низкомолекулярных спиртов имеют большое практическое значение. Актуальность каталитических превращений этанола в различные ценные продукты является важнейшей задачей современной каталитической химии.

Для выяснения механизма этих реакций необходимым этапом является изучение характера электронного взаимодействия реагентов с твердым телом, так как подавляющее большинство катализаторов гетерогенно-каталитического окисления – оксиды металлов,



полупроводники, то особенно перспективным представляется привлечение методов исследования электрофизических свойств поверхности. Изменяя эти свойства и изучая характер их изменения в атмосфере реагентов, можно получить ценную информацию о характере электронного взаимодействия реагент-катализатор. Выполненные в этом направлении работы показали, что в большинстве случаев процесс хемосорбции сопровождается появлением дополнительного поверхностного потенциала, свидетельствующего о зарядении поверхности в присутствии того или иного реагента. Проводились исследования электрических и каталитических свойств серии активных цинк – кальциевых оксидных катализаторов (их активность также изучена в предыдущих экспериментах). Исследование электрических свойств катализатора представляет наибольший интерес для выяснения механизма реакций, поскольку они могут дать сведения о характере электронных переходов, лимитирующих протекание реакции.

Каталитическая активность твердого тела определяется количеством различных факторов. Каждый из этих факторов может коррелировать теми или иными свойствами твердого тела. При сопоставлении каталитических и электрофизических свойств чаще всего измеряют электропроводность. Измерение на одном и том же образце катализатора в одних и тех же условиях изменения проводимости может дать полезные сведения о механизме действия катализатора и протекании каталитической реакции.

Исследования электропроводности синтезированных катализатора показали, что все изученные катализаторы являются полупроводниками.

В данной статье показана связь электрических и каталитических свойств цинк-кальций оксидных катализаторов.

**Ключевые слова:** катализатор, электропроводность, энергия активации, адсорбция, этанол, ацетон.

**Введение:** В гетерогенном катализе особое место занимают физико-химические методы анализа. Большинство используемых на практике катализаторов имеет очень сложную структуру, которая изменяется под воздействием реакционной смеси, и основная проблема состоит в том, чтобы найти зависимость между поведением катализатора и его физическими и химическими свойствами.

В данном исследовании проводится анализ связи электрических и каталитических свойств цинк-кальциевых катализаторов.

**Цель:** К наиболее общим закономерностям подбора гетерогенных катализаторов относят:

- преобладание среди катализаторов полупроводников и металлов, т.е. электропроводящих твердых тел;
- связь каталитической активности с окраской в видимой части спектров;
- связь каталитической активности с числом электронов на d-уровне катиона;
- влияние природы катиона на активность;
- связь каталитической активности с кислотно-основными свойствами твердого тела.

Одной из наиболее достоверных корреляций в катализе есть корреляция каталитической активности неметаллических твердых тел с кислотно-основными свойствами и электропроводности. Целью данного исследования является показать связь между электрическими свойствами, кислотно-основными свойствами и активностью в реакции превращения



этанола в ацетон, роль водяного пара и пути превращения этанола на ZnO - CaO катализаторе.

**Методы:** Для характеристик электрических свойств полупроводника, и в том числе катализатора-полупроводника, чаще всего используется кондуктометрический метод. Электропроводность измеряли при помощи четырехзонного компенсационного метода на постоянном токе.

Электропроводность катализаторов определяли в среде азота, кислорода, водяного пара и смеси этанол + водяной пар.

Образцы катализаторов тщательно растирали и прессовали в прямоугольные таблетки под давлением  $1000 \text{ кг/см}^2$ . В таблетку впрессовывали платиновые зонды.

Падение напряжения на зондах на эталонном сопротивлении ( $R_{\Sigma T}$ ) определяли компенсационным методом при помощи высокоомного универсального потенциометра постоянного тока.

Каталитическую активность ZnO-CaO катализаторов системы в реакциях превращения этанола в присутствии кислорода воздуха, водяного пара и превращения бутена-1 в бутены-2 изучали на комбинированной лабораторной установке. На установке предусмотрено проведение реакции превращения этанола, изомеризация бутена-1 на проточной установке с интегральным реактором, кинетические исследования превращения этанола в ацетон на безградиентном реактору конструкции Тимошенко при атмосферном давлении.

Исследование активности проводили на катализаторе зернением  $1,5 \div 2,5 \text{ мм}$ . Специальные опыты показали отсутствие влияния размера зерен в пределах от 0,5 до 5 мм на скорость и избирательность процесса в области  $100-500^\circ\text{C}$ , что свидетельствует об отсутствии внутридиффузионных осложнений.

**Полученные результаты:** Необходимо показать связь между электрическими и каталитическими свойствами катализаторов состава  $\text{ZnO} : \text{CaO} = 1:9$ ,  $\text{ZnO} : \text{Ca} = 9:1$ , а также оксидов CaO и ZnO. Эти катализаторы являются активными при реакции превращения этанола в ацетон. Это подтвердилось в ходе предыдущих исследований.

С.З. Розинский и А.И. Иоффе высказали предположение о том, что каталитическая активность твердого тела может быть обусловлена числом электронов проводимости. Установлено, что электропроводности ZnO,  $\text{ZnO} : \text{CaO} = 1 : 9$  и CaO всех образцов экспоненциально зависят от температуры, причем во всем исследованном интервале температур энергии активации проводимости не меняются. По значениям электропроводности изученных катализаторов в различных средах располагаются в следующий ряд:

$$\text{воздух} < \text{азот} < \text{этанол} + \text{водяной пар}.$$

Такой характер изменения электропроводности в различных средах говорит о том, что все изученные катализаторы являются полупроводниками.

Значения удельной электропроводности и энергии активации для исследованных катализаторов приведены в табл.1. Принимая во внимание, что изменение электропроводности катализаторов в реакционной среде может быть вызвано не только адсорбцией исходных веществ, но также адсорбцией и продуктов реакции, в табл.1 приводятся значения



удельных проводимостей при относительно низкой температуре 250°C, когда конверсия этанола мала.

**Таблица 1.** Удельная электропроводность и энергия активации цинк-кальций оксидных катализаторов в различных средах

Образец	Удельная электропроводность			Энергия активации, ЭВ		
	воздух	азот	этанол+вода	воздух	азот	этанол+вода
CaO	0,0389	0,0396	0,0574	0,59	0,50	0,49
ZnO	0,1425	0,1766	0,2594	0,49	0,44	0,38
Zn : Ca = 9 : 1	0,095449	0,1778	0,5757	0,52	0,48	0,29
Zn : Ca = 1 : 9	0,03076	0,04613	0,06338	0,51	0,5	0,41

Как видно, значение энергии активации в реакционной среде ниже, чем в атмосфере азота и воздуха. Изменение  $E_a$  обусловлено изменением энергетических барьеров между зернами в той или иной среде в результате адсорбции. Близкие значения энергий активации электропроводности катализаторов в различных средах дают основание предположить, что электронная проводимость изученных систем, в основном, обусловлена количеством восстановленных ионов цинка в катализаторе. На основании данных табл.1 можно составить ряды величин удельных электропроводностей (в направлении их уменьшения) и их энергии активации (в направлении их возрастания):

в токе азота:

$$(\sigma_{уд}) \text{ ZnO : CaO} = 9 : 1 > \text{ZnO} > \text{ZnO : CaO} = 1 : 9 > \text{CaO}$$

$$(E_a) \text{ ZnO} < \text{ZnO : CaO} = 9 : 1 < \text{ZnO : CaO} = 1 : 9 < \text{CaO}$$

в токе воздуха:

$$(\sigma_{уд}) \text{ ZnO} > \text{ZnO : CaO} = 9 : 1 > \text{CaO} > \text{ZnO : CaO} = 1 : 9$$

$$(E_a) \text{ ZnO} < \text{ZnO : CaO} = 9 : 1 < \text{ZnO : CaO} = 1 : 9 < \text{CaO}$$

в токе смеси:

$$(\sigma_{уд}) \text{ ZnO : CaO} = 9 : 1 > \text{ZnO} > \text{ZnO : CaO} = 1 : 9 > \text{CaO}$$

$$(E_a) \text{ ZnO : CaO} = 9 : 1 < \text{ZnO} < \text{ZnO : CaO} = 1 : 9 < \text{CaO}$$

На электропроводность катализаторов сильное влияние оказывает также кальций и атомное отношение цинка к кальцию. С увеличением содержания кальция в катализаторе электропроводность сначала возрастает до максимума на катализаторе Zn : Ca = 9 : 1 и затем медленно понижается, достигая минимального значения на оксиде кальция. Аналогичные зависимости получены и при исследовании электропроводности катализаторов в токе воздуха и реакционной смеси. Сравнивая эти результаты с данными по активности цинк-кальций оксидных катализаторов, можно сказать, что наблюдается симбатная зависимость





между каталитическими и электрическими свойствами образцов. Это, по-видимому, объясняется тем, что каталитические реакции превращения спиртов протекают через образование промежуточных комплексов, которые, как правило, несут на себе определенный заряд. Можно предположить, что прочная адсорбция этих комплексов зависит от электрофизических свойств катализаторов-полупроводников, в частности, в случае полупроводников с собственной проводимостью от ширины запрещенной зоны. Электропроводность катализаторов изменяется в широких пределах в зависимости от среды, в которую помещен образец, однако значения энергии активации проводимости одного и того же катализатора в различных средах меняются незначительно. Это обстоятельство позволяет использовать энергию активации электропроводности образцов для сопоставления с их каталитической активностью. По-видимому, легкость переноса заряда в значительной степени определяется шириной запрещенной зоны катализатора. Можно предположить, что активность катализатора связана с энергией активации электропроводности: чем ниже значение энергии активации проводимости в реакционной среде, тем выше активность катализатора в реакции превращения этанола в ацетон в присутствии водяного пара.

**Заключение:** Газообразные молекулы адсорбируются на поверхности катализатора, это приводит к увеличению или к уменьшению электропроводности в зависимости от природы адсорбированных молекул.

Адсорбция кислорода вызывает уменьшение удельной электропроводности.

Адсорбция этанола приводит к увеличению удельной электропроводности катализатора.

Таким образом, наблюдаемая связь между активностью и удельной электропроводностью катализаторов дает основания предположить о комплексообразовании с переносом заряда на поверхности цинк-кальций оксидного катализатора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Sheng P.Y., Bowmaker G.A. and Idriss H. The Reactions of Ethanol over Au/CeO<sub>2</sub>//Applied Catalysis A: General. – 2004. – Vol.261, i.2. – P.171-181.
2. Krilov O.V. Qetereqenniy kataliz. // Izd.IKS. "Akademknika". – 2004. – S.680.
3. Aliev A.M. Prinsipi konstruirovaniya polifunksionalnix kataliticheskix sistem na osnove ueolitov dlya okislitel'nogo prevrasheniya alifaticheskix spirtov. / III Mejdunarodnaya nauchnaya konferensiya "Tonkiy orqanicheskiy sintez i kataliz". – Baku, 2005. – 25 s.
4. Edvard C. Wanat, Balram Suman and Lanny D. Schmidt. Partial oxidation of alcohols to produce hydrogen and chemicals in millisecond-contact time reactors. // Journal of Catalysis. – 2005. – Vol.235, i.1. – P.18-27.
5. Matyshak V.A., Krylov O.V. On the regularities of the proceeding of surface steps in a catalytic reaction. // Catalys. To day. – 2006. – Vol.25. – P.15.
6. Rodzevich A.P., Qazenaar E.Q. Metodi analiza i kontrolya veshestv. // Uchebnoe posobie. – Tomsk: Tomskiy Politexnicheskii Universitet, 2013. – S.30.
7. Pershin N.A., Sushkevich V.A., Ponomaryova O.A. Poluçenie asetona iz etanola na qetereqennix katalizatorax. / Tezisi dokladov VII Vserossiyskoy seolitnoy konferensii. – 2015.



8. Parmon V.N., Noskov A.C. Innovasionnıy potensial kataliticheskix texnologiy. // Kataliz v promıshlennosti. – 2007, №4. – S.3-18.

Publication history

Article received: 01.03.2022

Article accepted: 11.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## POSSIBILITIES OF "SMART HOME" SYSTEM

<sup>1</sup>Oktay Mirzayev, <sup>2</sup>Idzabike Sardarova, <sup>3</sup>Sabina Kazimova

<sup>1,2,3</sup>ASOIU, <sup>1,2,3</sup>Electronics and automatic" department, <sup>1,2</sup>Ph.d., <sup>2</sup>dossent, <sup>3</sup>master

E-mail: oqtay\_m@mail.ru, bike.serdarova@mail.ru, sabinakazimova98@gmail.com

### ABSTRACT

Comfortable living conditions have always been one of the main topics in people's minds. As progress has been made, people have been forced to invent more and more new devices to make their lives easier. Since ancient times, people have always tried to equip their homes with new equipment for maximum comfort with minimal effort. This article is devoted to the capabilities of the "Smart Home" system.

**Keywords:** engineering systems, automation, smart home.

### XÜLASƏ

Komfortlu və rahat həyat şəraiti həmişə insanların təfəkküründə əsas mövzulardan biri olmuşdur. Tərəqqi inkişaf etdikcə insanlar düşüncələrini öz həyatlarını asanlaşdırmaq üçün getdikcə daha çox yeni qurğular icad etməyə məcbur edib. Qədim dövrlərdən bəri insanlar minimum səy göstərərək maksimum rahatlıq əldə etmək üçün həmişə evlərini yeni avadanlıqlarla təchiz etməyə çalışırlar. Bu məqalə "Ağıllı Ev" sisteminin imkanlarına həsr edilmişdir.

**Açar sözlər:** mühəndis sistemləri, avtomatlaşdırma, Ağıllı ev.

**Introduction:** For millennia, until the end of the nineteenth century, the main sources of energy were the power of humans and animals, as well as the burning of wood and organic waste.

The electricity that came in their place gave man great opportunities. Many processes that used to be done manually or with the help of others have started to be done automatically. In fact, the era of automation began at that time.

Technological processes related to production processes have created new tools to improve the quality of life.

Over time, radio, television, and various household appliances and engineering systems have emerged in human life, increasing in complexity. All of these devices not only make them more comfortable in their work, but also reduce the time previously spent on routine tasks.

Management and control over these systems began to increase. As a result, there was a danger that it would be impossible to cope with them during the subsequent implementation. Fortunately, this coincided with a period of active development of computer technology, which opened up completely new perspectives for human use.

It was at this stage, in the late 1970s, that US and Japanese scientists began to work actively on automating the management of engineering systems.

For the first time, the definition of a smart home was formulated at the Washington Intellectual Building Institute and sounded like this: a smart home is a building that provides productive and efficient use of the workplace.



**Objective:** We soon moved from theory to practice. Introducing more and more new facilities using Smart Home systems, the community of manufacturers and integrators of these systems has developed an intelligent building concept.

The concept is based on the principle of the most efficient use of space and its key elements: structure, systems, services and management. This principle has become commonplace for commercial and real estate, given the differences in the purpose of the objects.

Although more than fifty years have passed since then, Smart Home systems have developed significantly during this time. Now, based on such technologies, not only individual buildings with limited functionality, but also really "smart" apartments or cottages, and even "smart" residential buildings, public and office buildings are created.

The most famous Smart Home in the world is the house of Bill Gates, where more than 100% of the capabilities of home automation systems are realized. This is a true masterpiece of automation.

Another example is the 2001 Egyptian Smart Village Concept. For this, 4,200 square meters near Cairo. The area was separated and turned into a magnificent business center in a short period of time, leaving the meaning of "Smart Village". The area became so popular that many Egyptian ministries were relocated.

Another example of this is the construction of Agali village in the liberated Zangilan region of the Republic of Azerbaijan on the basis of the "Smart Village" project. The main goal of the "Smart Village" projects is to prevent the flow from the village to the city. In rural areas, people must be provided with all the services that the population can get in the city. Also, people should be given the opportunity to earn more income and employment in the village. Another point is to create full conditions for rural residents to have access to public services. In other words, in the concept of "smart village", the difference between rural and urban in terms of service, income and access to public services is virtually eliminated.

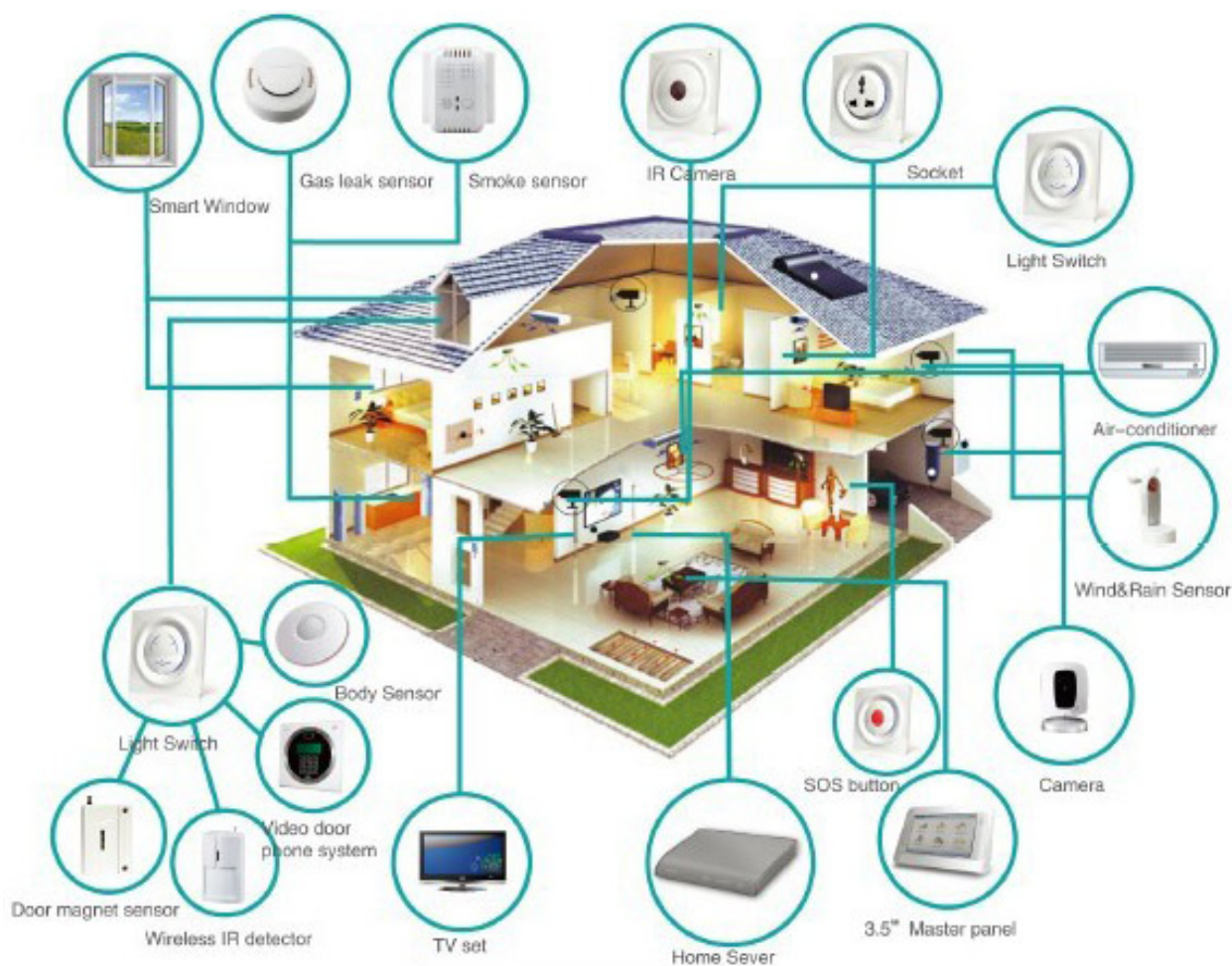
According to the "Juniper Research" Center, Barcelona, which was declared the smartest city in the world in 2015, annually hosts the "Smart City Expo World Congress". The latest technologies produced by companies working to implement the smart city concept will be demonstrated at the event.

The world's largest companies, such as "Cisco", "Schneider Electric", "IBM", "Microsoft", are particularly active in further improving the concept of smart cities.

**Methods:** An important feature that distinguishes the "smart home" from other methods of living space organization is that it is the most advanced concept of human interaction with the living space, man determines the environment he wants with a team, and now automation, according to external and internal conditions, all engineers determines and controls the operating modes of systems and electrical devices.

It consists of several remote controls while watching TV, dozens of switches when controlling the lighting, separate units when controlling ventilation and heating systems, video surveillance and alarm systems, gates, etc. eliminates the need to use. At home, it is enough to select one of the scenarios with one click using the touch panel button (or remote control, etc.) equipped with the "Smart Home" system. In this case, in order to have a comfortable situation at home, the operation of all systems depends on your wishes, time of day, position in the house, weather conditions, lighting, etc. you will be able to adjust accordingly (Fig.1).

What can such a house do to us? Let's start with the simplest thing – lighting control. With the help of the control system, it is possible to control any light source in all rooms, regardless of the location and type of lamp - on, off, adjust the brightness. So you don't have to get out of bed and go back to bed to turn off the light. You can turn off the light in your bedroom in kindergarten or at home. Or you can automatically control the dark night light in the corridors. With this set, you can control the lighting from almost anywhere, even if you are very far from home. If you install a displacement sensor, the light will illuminate as soon as one of the doors of the building or stairway opens slightly. The light can be switched on and off at a predetermined time. In the cottage, with the help of sensors installed on the street, which detects a moving object, external lighting is turned on and a signal to detect the object is transmitted.



**Fig.1.** "Smart Home" system

In addition to lighting, a smart home can maintain a certain level of "climate" parameters: temperature, humidity, fresh air flow, etc. At the same time, depending on the wishes of residents and the temperature of the open air, radiators, insulated floors, other household appliances and air conditioners will be selected and put into operation at the required capacity. The house will also focus on a good night's sleep: the temperature will drop until night falls. Programming of heating





processes in the house significantly reduces heating costs, and complex control excludes the operation of several heating devices at the same time.

The combination of climate control not only informs the owner about rainfall, wind strength, outside and indoor temperatures, but also executes ventilation instructions to open or close the windows. The equipment controls the climate in the house and, for example, will automatically close the windows when it starts to rain, turn on the air conditioners in hot weather and lower the blinds.

Unusual scripts can be written for home management units. Drainage and heating of roofs in a country house, transport entrances from snow and ice will be carried out automatically. With a signal from a mobile phone or the Internet, the pool will be filled and the sauna will be heated until the owner arrives at the cottage. If guests come to the house, additional air conditioning will be provided by connecting the ventilation system in the house. For another house that is closed, it is "proper" watering of plants or lawn. Irrigation will be carried out taking into account the soil requirements and moisture of different plants. You can achieve this by placing sensors in the winter garden that monitor humidity, temperature and lighting in the garden to make all the plants inside look beautiful. Aquarium fish will also feel comfortable under the control system of the house. So, in addition to giving them food and oxygen, it is the lighting of the aquarium.

Loyal and reliable operation of security systems is one of the necessary and basic conditions of our lives. The house will also monitor their work and at the same time send an alarm signal to the monitoring station. The home raid will send a signal not only to the control panel of the control structures, but also to the owner's phone to set up a network. Sending a voice message to the phone indicated by the owner is also a major operation in case of water, gas leak or smoke. If the number is busy or does not answer, the device will call the predefined number. The intervention can start recording automatically.

The security complex can turn on the appliances and lighting, stereo systems and air conditioners in the kitchen after receiving a signal about the arrival of the owners.

The distinguishing feature of a smart home security kit from simple security systems is the choice of a variety of options to respond to an emergency. For example, in the event of a gas or water leak, close the necessary pipelines or call a service organization. The device can extinguish emergency parts of electrical circuits in case of fire danger. Thus, the condition of all communications is under constant control, and in case of any malfunction, appropriate measures are taken immediately and information is sent to the owners. If a child is left alone at home, we will be able to prevent interference with some electrical appliances.

There are several ways to manage a smart home. The simplest is to use a keyboard, where any key corresponds to any device, group of devices, or indicates a sequence of necessary actions. For clarity, the keyboard may have a small display that provides information about the status of the collection.

The most economical touch control models. Such a remote control is a small monitor with descriptions of command buttons and illustrations. These models can also display images from cameras.

It is very economical to manage your home via the internet. So, the condition of the house, the presence of people there, the weather and so on, it is possible to get information about. Of course, this information will only be available to homeowners.





**Conclusion:** Modern development is one of the most advanced achievements of "Smart Home" technology. Most importantly, the key to automating all household chores, from temperature and humidity retention to opening and closing curtains, feeding plants in the winter garden, watering and feeding fish, is timing and safety. Based on this, the search is that the smart home is the most convenient type of office and home management today.

## REFERENCES

1. Xarke V. Umnıy dom. Obyedenenie v set bitovoy texniki i sistem kommunikatsiy v jilom pomeşenii. – M.: Texnosfera, 2006. – 288 s.
2. Qaskarov D.V. İntellektualnie informatsionnie sistemı. – M.: Vısşaya şkola, 2003. – 432 s. ISBN 5-06-004611-7.
3. Boqdanov S.V. Umnıy dom. – Sankt-Peterburq: Nauka i texnika, 2005. – 208 s.
4. Dementıev Andrey. "Umnıy" dom XXI veka. – M.: İzdatelskie reşeniya, 1986.
5. Tesla Y.V. "Umnıy dom" svoimi rukami. Stroim intellektualnuyu sifrovuyu sistemı v svoey kvartire. – M.: Piter, 2008. – 717 s.
6. Konsepsiya sistemı "Umnıy dom" – [Elektronniy Resurs] – Rejim dostupa - URL: <http://www.ascentis.ru/smart/smtheory/39-smtheorycon>.
7. <http://www.i-dom.ru>.
8. <http://www.systems.izhev.ru>.
9. Upravlenie klimatom i otopeniem v Umnom dome [Elektronniy Resurs] - [http://www.eremont.ru/umidom/upravlenie\\_klimatom\\_i\\_otopeniem\\_v\\_umnom\\_dome/](http://www.eremont.ru/umidom/upravlenie_klimatom_i_otopeniem_v_umnom_dome/). - 15.10.2013.
10. Upravleniya jalyuzami, ştorami, rolstavnyami [Elektronniy Resurs]. - [http://www.triakomm.ru/clever\\_house/control-blinds.htm](http://www.triakomm.ru/clever_house/control-blinds.htm). – 25.10.2013.

Publication history

Article received: 02.03.2022

Article accepted: 11.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## ANALYTICAL INVESTIGATION OF THE PROBLEMS OF SALTING AND CORROSION IN OIL AND GAS COMPLEX

<sup>1</sup>Sakit Rasulov, <sup>2</sup>Elchin Nabiyev, <sup>3</sup>Agil Heybatov

<sup>1,2,3</sup>ASOIU, <sup>1,2,3</sup>“Industrial safety and labor protection” department, <sup>1</sup>d.t.s, professor, head of the department; <sup>2</sup>Ph.d., <sup>3</sup>master, E-mail: rasulovsakit@gmail.com, e.nabiyev@bk.ru, heybatov99@bk.ru

### ABSTRACT

One of the problems that cause difficulties in the operation of oilfield equipment and pipeline communications of wells during oil production is asphalt-tar and paraffin (AGPCH). Accumulation of AGPCH in the flow of oilfield equipment reduces the productivity of the system and the coefficient of useful operation of pumping units, as well as shortens the maintenance period.

Reduction of pressure at the bottom of the well and, in this regard, violation of thermodynamic balance of the gas-fluid system, intensive gas separation, temperature drop in the reservoir and well body, change of speed of movement of the gas-liquid system and its individual components, composition of hydrocarbons in each phase of the mixture, ratio of the volume of phases and the state of the surface of pipelines.

During oil and gas extraction, deposits of inorganic salts are also formed on the inner walls of mining pipelines and equipment.

The deposition of salts on the surface of the working bodies of pumps increases their frictionality, causing the dispersion of shafts, workbenches of centrifugal pumps.

In oil fields, the deposition of calcium sulfate, calcium and magnesium carbonate and sodium chloride is also characteristic.

In aqueous solutions, H<sub>2</sub>S significantly enhances the penetration of hydrogen into steel compared to general corrosion.

The catalytic effect of hydrogen sulfide on hydrogen fragility of metals is given.

The presence of CO<sub>2</sub> in the liquid and gas produced during oil and gas extraction also speeds up the corrosion process. Therefore, the essence of the corrosion process in the presence of CO<sub>2</sub> is shown.

Since CO<sub>2</sub> is soluble in water and forms weak carbonic acid H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, this acid dissociates into hydrocarbonate and carbonate ions.

Formation of CaCO<sub>3</sub> in the water phase of oil fields products goes in the presence of hydrocarbonate ions, since the concentration of carbonate ions in them is close to zero. Since one of the products of this reaction is carbonic acid, the deposition of CaCO<sub>3</sub> depends on the pressure. Most organic compounds have the ability to slow down corrosion of metals. Organic compounds are inhibitors of mixed action, in other words, they affect the speed of both cathodic and anode processes.

Investigation of corrosion sensitivity conditions and mechanism of their formation of equipment and pipe and communication lines in the oil and gas industry makes it possible to develop more effective inhibitors.

**Keywords:** oil emulsion, salting, corrosion, water phase, inhibitory, hydrogen fragility.



## NEFT-QAZ KOMPLEKSİNDƏ DUZÇÖKMƏ VƏ KORROZIYA PROBLEMLƏRİNİN ANALİTİK TƏDQIQI

<sup>1</sup>Sakit Rəsulov, <sup>2</sup>Elçin Nəbiyev, <sup>3</sup>Aqil Heybətov

<sup>1,2,3</sup>ADNSU, <sup>1,2,3</sup>“Sənaye təhlükəsizliyi və əmək mühafizəsi” kafedrası, <sup>1</sup>t.e.d., professor, kafedra müdiri; <sup>2</sup>doktorant;

<sup>3</sup>magistrant, E-poçt: rasulovsakit@gmail.com, e.nabiyev@bk.ru, heybatov99@bk.ru

### XÜLASƏ

Neftçıxarma zamanı quyuların neft mədən avadanlıqlarının, boru-kəməri kommunikasiyalarının işində çətinliklər yaradan problemlərdən biri asfalt-qatran-parafinçökmədir (AQPC). Neft-mədən avadanlıqlarının axın hissəsində AQPC-nin toplanması sistemin məhsuldarlığını və nasos qurğularının faydalı iş əmsalını azaldır, həmçinin təmirlərarası müddəti qısaldır.

AQPC-nin əmələ gəlməsinə quyu dibində təzyiqin azalması və bununla əlaqədar olaraq qaz-maye sisteminin termodinamik tarazlığının pozulması, intensiv qaz ayrılması, layda və quyunun gövdəsində temperaturun azalması, qaz maye sisteminin və onun ayrı-ayrı komponentlərinin hərəkət sürətinin dəyişməsi, qarışıqın hər bir fazasında karbohidrogenlərin tərkibi, fazaların həcmələrinin nisbəti və boruların səthinin vəziyyəti, əsaslı şəkildə təsir edir.

Neft və qaz çıxarılması zamanı mədən boru kəmərlərinin və avadanlıqların daxili divarlarında qeyri-üzvi duzların çöküntüləri də əmələ gəlir.

Nasosların işçi orqanlarının səthinə duzların çökməsi onların sürtünmədən yeyilməsini artırır, mərkəzdənqaçma nasoslarının vallarının, işçi çarxların dağılmasına səbəb olur.

Neft mədənlərində kalsium sulfat, kalsium və maqnezium karbonat və natrium xlorid çökməsi də xarakterik haldır.

Sulu məhlullarda  $H_2S$  ümumi korroziyaya nisbətən, hidrogenin polada nüfuz etməsini hiss olunacaq dərəcədə gücləndirir.

Hidrogen sulfidin metalların hidrogen kövrəkliyinə katalitik təsirinin izahı verilmişdir.

Neft-qazçıxarma zamanı çıxarılan maye və qazda  $CO_2$ -nin olması da korroziya prosesini sürətləndirir. Odur ki,  $CO_2$  iştirakı ilə korroziya prosesinin mahiyyəti göstərilmişdir.

$CO_2$  suda həll olarkən zəif karbonat turşusu  $H_2CO_3$  əmələ gətirdiyindən bu turşu hidrokarbonat və karbonat ionlarına dissosiasiya edir.

Neft mədənləri məhsullarının su fazasında  $CaCO_3$ -ün əmələ gəlməsi hidrokarbonat ionunun iştirakı ilə gedir, çünki onlarda karbonat ionlarının qatılığı sıfıra yaxındır. Bu reaksiyanın məhsullarından biri karbonat turşusu olduğundan  $CaCO_3$ -ün çökməsi təzyiqdən asılı olur.

Əksər üzvi birləşmələr metalların korroziyasını ləngitmək qabiliyyətinə malikdirlər. Üzvi birləşmələr qarışıq təsirli inhibitorlardır, başqa sözlə, onlar həm katod, həm anod proseslərinin sürətinə təsir edirlər.

Neft-qaz sənayesində avadanlıqların və boru-kommunikasiya xətlərinin korroziyaya qarşı həssaslıq şəraitinin və onların yaranma mexanizminin araşdırılması daha effektiv inhibitorların işlənilib hazırlanmasına imkan yaradır.

**Açar sözlər:** neft emulsiyası, duzçökmə, korroziya, su fazası, inhibitor, hidrogen kövrəkliyi.

**Giriş:** Neft yataqlarının məhsuldar laylarının sulanması neftin çıxarılması, yığılması və nəqlə hazırlanması zamanı ciddi çətinliklər yaradır. Bu yüksək özlülüyə malik neft-su emulsiyalarının yaranması ilə əlaqədardır [1, 2]. Davamlı emulsiyalar əmələ gələrkən nasos qurğularının işinin



imtina etmə göstəricisi də artır. Neft və qazın toplanması sistemlərində mayenin təzyiqinin artması kollektorların qəzalarına səbəb olur. Qazın separasiyası üçün suyun əvvəlcədən kənarlaşdırılması çətinləşir.

Özlülü neftlərə malik yataqlarda emulsiyalaşmış damcılarının diametri daha böyük olur. Neft emulsiyasının dağılması, çökmə, süzmə, mərkəzdənqaçma qüvvələri sahəsində ayırma (sentrifuqalaşdırma), elektrik təsiri, termik təsir, maqnit sahəsinin təsiri, boru vasitəsi ilə vurulma zamanı boru daxili deemulsasiya nəticəsində baş verir.

Hər bir neft tərkibi üçün daha səmərəli deemulqator seçilir. Yuyuculuq xassəsinə malik olan istənilən üzvi maddəni bu və ya digər səmərəliliklə deemulqator kimi istifadə etmək olar [3-8].

Neft emulsiyasına səthi aktiv maddə (SAM) əlavə etdikdə o, fazalar sərhəddinin səthindən təbii stabilizatorları sıxışdırıb çıxarır [9]. Deemulqatorun molekulaları islanmanı dəyişir, bu da həmin hissəciklərin fazalar sərhəddindən su və ya neft fazasına keçməsinə imkan verir. Nəticədə, koalesensiya baş verir. Beləliklə, neft emulsiyalarının dağılması kimyəvi prosesdən daha çox fiziki proses olub komponent tərkibindən, təbii stabilizatorların mühafizə təbəqələrinin xassələrindən, istifadə olunan deemulqatorun tipindən, kolloid-kimyəvi xassələrindən və miqdarından asılıdır.

Asfalt-qətran-parafinçökmə problemi. Neftçıxarma zamanı quyuların neft mədən avadanlıqlarının, boru-kəməri kommunikasiyalarının işində çətinliklər yaranan problemlərdən biri asfalt-qətran-parafinçökmədir (AQPÇ). Neft-mədən avadanlıqlarının axın hissəsində AQPÇ-nin toplanması sistemin məhsuldarlığını və nasos qurğularının faydalı iş əmsalını azaldır, həmçinin təmirlərə müddəti qısaldır.

AQPÇ mürəkkəb karbohidrogen qarışığı olub parafinlərdən (20-70% kütlə), asfalt-qətran birləşmələrindən (AQB) (20-40% kütlə), slikogel qətranından, yağdan, sudan və mexaniki qarışıqlardan ibarətdir [10].

Bir neftçıxarma regionu daxilində, hətta bir yataq daxilində AQPÇ-nin tərkibinin bilinməsi praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Çünki onunla mübarizə üçün optimal üsulun seçilməsi komponent tərkibi ilə əlaqədardır.

AQPÇ-nin əmələ gəlməsi və inkişafının iki mərhələsi ayrılır. Birinci mərhələdə birbaşa neft ilə təmasda olan səthdə parafin kristallarının kristallaşma mərkəzi yaranır və kristallar böyüyür. İkinci mərhələdə parafinlə örtülmüş səthdə daha iri kristalların çökməsi baş verir. AQPÇ-nin əmələ gəlməsinə quyu dibində təzyiqin azalması və bununla əlaqədar olaraq qaz-maye sisteminin termodinamiki tarazlığının pozulması, intensiv qaz ayrılması, layda və quyunun gövdəsində temperaturun azalması, qaz maye sisteminin və onun ayrı-ayrı komponentlərinin hərəkət sürətinin dəyişməsi, qarışığın hər bir fazasında karbohidrogenlərin tərkibi, fazaların həcmələrinin nisbəti və boruların səthinin vəziyyəti, əsaslı şəkildə təsir edir [11-13].

Qeyd edək ki, neftçıxarma sistemlərində AQPÇ baş verdikdə onun kənarlaşdırılması üçün həlledici istifadəsi (məsələn neft distillatı) daha məqsədəuyğun hesab olunur [14]. AQPÇ-ni dağıtmaq üçün bir qayda olaraq parafin karbohidrogenləri əsasında həlledicilər istifadə olunur [15-19]. Belə həlledicilər AQPÇ-ləri yumaq üçün yararlıdır. AQPÇ-lərin kənarlaşdırılması asfaltın dispersiyaları olan aromatik karbohidrogenlərlə, ya da tsiklik asetatlarla həlledicilərin kompaktlı istifadə olunması ilə əldə edilir [20, 21].

Asfaltın strukturlu AQPÇ neft distillatının 4,4 dimetil-1,3-dioksan pirokondensatın 220-230°C-dən yuxarı temperaturda qaynayan fraksiyasının kompozisiyası ilə də kənarlaşdırıla bilər [22, 23]. Qarışıq tipli AQPÇ-nin yuyulmasına pirokondensatın 120-130°C-dən 220-230°C-ə qaynayan fraksiyası daha yaxşı təsir edir [24].



**Qeyri-üzvi duzların çökməsi:** Neft və qaz çıxarılması zamanı mədən boru kəmərlərinin və avadanlıqların daxili divarlarında qeyri-üzvi duzların çöküntüləri də əmələ gəlir [25-31].

Duzların çökməsi quyuların istənilən istismar üsullarında baş verir, lakin daha intensiv duzçökmə ştanq dərinlik nasosları və mərkəzdənqaçma nasosları istifadə edildikdə baş verir. Nasosların işçi orqanlarının səthinə duzların çökməsi onların sürtünmədən yeyilməsini artırır, mərkəzdənqaçma nasoslarının vallarının, işçi çarxların dağılmasına səbəb olur. Belə şəraitlərdə quyuların mexanikləşdirilmiş fondunun təmirlərarası müddəti azalır.

Məhluldan maddənin ayrılması onun faktiki qatılığının tarazlıq qatılığından çox olduqda baş verir.

Neft mədənlərində kalsium sulfat, kalsium və maqnezium karbonat və natrium xlorid çökməsi də xarakterik haldır. Yanaşı suların sulfatlılığının yüksəlməsi və onlardan gipsin çökməsinin əsas səbəbləri lay qəfəsində olan gips və anhidridin laya vurulan şirin su ilə qələviləşməsi, neftlə yanaşı çıxarılan suyun sulfat ionları ilə zənginləşməsi, layda olan sulfidlərin sulfatlara çevrilməsi və neftdə olan kükürdlü birləşmələrin laya vurulan su ilə daxil olan hava ilə oksidləşməsi ilə izah olunur [32-36].

Kalsium sulfatın həllolma həddinin qiyməti məhlulun kimyəvi tərkibindən asılıdır [37]. Suda natrium-xloridin olması kalsium sulfatın həll olma həddini artırır, kalsium xloridin isə həll olma həddini azaldır. Neft-mədən praktikasında kalsium karbonat (kalsit) çökmələri ən geniş yayılmış çöküntülərdir.

Kalsium karbonat çökməsinin intensivliyinə temperaturun yüksəlməsi, lay və tullantı sularında CO<sub>2</sub>-nin miqdarının azalması, lay və tullantı sularının pH-nın artması, həmçinin uyuşmayan suların qarışdırılması təsir edir.

Karbonat duzlarının çökmə şəraitləri və səbəbləri neft mədən praktikasında rast gəlin digər çökmə proseslərinə nəzərən daha müxtəlifdir [38-40]. Məsələn, karbonat tarazlığına neftdən suya keçən təbii birləşmələr təsir edə bilər. Belə ki, neftdən ayrılan neft turşuları məhluldan 100% kalsium və maqnezium ionlarını çökdürür, neftçixarma zamanı çöküntülərin tərkibində həmçinin maqnezium karbonat MgCO<sub>3</sub> (maqnezit) də rast gəlir.

Əgər qarışan suyun bir hissəsində Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> və Co<sup>2+</sup> ionları tarazlıq halındadırsa və digərləri maqnezium ionları ilə zəngindir, qarışma zamanı maqnezium karbonat kalsium karbonatdan əvvəl çökür. Əgər lay suyundan və ya tullantı suyundan sulfat və karbonat duzları çökürsə, onda, adətən, çöküntülərin dəqiq lokallaşması baş verir: nasos-kompresor borularında (NKB), xüsusən quyunun aşağı hissəsində kalsium və barium sulfatlar, yerüstü qurğularda isə kalsium və maqnezium karbonatlar üstünlük təşkil edir.

Natrium-xlorid (qalit) istənilən lay sularının və tullantı sularının əsas duz komponentidir. Neft yataqlarının yanaşı sularından natrium xloridin çökməsinin əsas səbəbi temperaturun və təzyiqin aşağı düşməsidir ki, bu da suyun duz ilə ifrat doymasına gətirib çıxarır.

Lay və tullantı sularından kalsium sulfatın çökmə imkanını qiymətləndirmək üçün müxtəlif üsullar mövcuddur.

Bunlardan biri də N.D.Eastef və B.V. Orolin üsuludur [41]. Bu üsulla sulfat ionlarının tarazlıq qatılığı aşağıdakı kimi hesablanır:

$$C_{\text{so}_4^{2-}} = \frac{108}{\rho^2 C_{\text{Ca}^{2+}}}, \quad (1)$$



burada  $C_{\text{SO}_4^{2-}}$ ,  $C_{\text{Ca}^{2+}}$  – uyğun olaraq  $\text{SO}_4^{2-}$  və  $\text{Ca}^{2+}$  – ionlarının qatılığı, q/l;  $\rho$  – məhlulun sıxlığıdır, q/sm<sup>3</sup>.

Üsulun mahiyyəti – sulfat ionlarının tarazlıq qatılıqlarının onların lay və ya tullantı sularında faktiki qatılığı ilə müqayisəsinə əsaslanır. Əgər sulfat ionlarının faktiki qatılığı tarazlıq qatılığından çoxdursa, onda kalsium sulfatın artıq miqdarı məhlulda gips şəklində çökür.

A.İ. Çistovski üsuluna əsasən sulfat ionlarının tarazlıq qatılığı aşağıdakı düsturla tapılır [42]:

$$C_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{S}{C_{\text{Ca}^{2+}}}, \quad (2)$$

burada  $S$  – məhlulun ion gücünü nəzərə almaqla kalsium-sulfatın həll olma göstəricisidir.

Məhlulun ion gücünün nəzərə alınması, geniş minerallaşma diapazonunda lay və tullantı sularının kalsium-sulfat ilə doymasını daha dəqiq hesablamağa imkan verir. Kalsium karbonatın su mühitlərində həll olması onlarda karbon dioksidin miqdarından asılıdır. Yüksək minerallı sulara  $\text{CO}_2$ -nin miqdarını təyin etmək çətindir. Lakin məhlulun pH-ı əsasında  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$  və  $\text{CO}_3^{2-}$  miqdarı nisbətləri haqqında fikir söyləmək mümkündür.

Neft-mədən avadanlıqlarının daxili səthlərində kalsium karbonatın çökməsi mümkünlüyünün proqnozlaşdırılması suyun pH-nın faktiki qiymətinin suyun kalsium karbonat ilə doymuş halda olduqda hesablanmış pH-ın qiyməti ilə müqayisəsinə əsaslanır.

Duzçökmə meyarı kimi, adətən, doyma indeksini ( $JS$ ) və doyma stabilliyini ( $JS_t$ ) götürürlər.

Doyma indeksi kalsium-karbonat çökməsi imkanını hesablamağa imkan verir. İndeksin qiyməti aşağıdakı kimi hesablanır:

$$JS = \text{pH} - \text{pH}_s \quad (3)$$

Əgər  $JS > 0$  olarsa, kalsium-karbonat çökməsi mümkündür.

Əgər  $JS < 0$  olarsa, su kalsium karbonatı həll edə bilər.

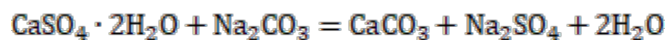
Əgər  $JS = 0$  olduğu halda su kalsium karbonat ilə tarazlıq doyması vəziyyətində olur.

Hesab olunur ki,  $JS > 0,5-0,7$  olduqda, kalsium karbonatın suda çökməsi mümkündür.

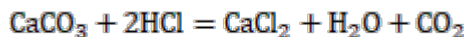
Çöküntüləri təmizləmək üsulları mexaniki və kimyəvi üsullara ayrılır. Duzçökmələrin kənarlaşdırılmasının kimyəvi üsullarının mahiyyəti quyuların qeyri-üzvi duzları səmərəli həll edən reagentlərlə işlənməsinə əsaslanır. Belə ki, karbonat duzlarını kənarlaşdırmaq üçün quyuların xlorid turşusu ilə işlənməsi kifayətdir. Sulfat duzları çöküntülərinin həll edilməsi isə xeyli dərəcədə çətindir [43]. Sulfatların çöküntülərinin dağılması, adətən, turşularla həlletməyə əsaslanır.

Konversiyanı təmin edən həlledicilər kimi natrium-karbonat, natrium-bikarbonat, natrium-hidroksid və kalium-hidroksid daha geniş istifadə olunur.

Xüsusi halda, gips çöküntülərinin natrium-karbonatın təsiri ilə konversiyası aşağıdakı reaksiya tənliyi üzrə gedir:



Əmələ gələn kalsium-karbonat xlorid turşusu məhlulu ilə həll olur:





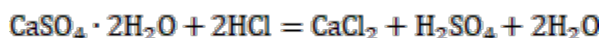


Həllədicə kimi 10-15%-li natrium karbonat məhlulu, kalsium karbonatı həll etmək üçün isə 10-15%-li xlorid turşusu məhlulu istifadə olunur. Natrium hidrokسيد istifadə etdikdə reaksiya kalsium hidrokسيد və natrium sulfat əmələ gəlməsi ilə gedir:



Natrium-sulfat suda yaxşı həll olur, kalsium hidrokسيد isə boş kütləyə malikdir və asanlıqla asılıqan vəziyyətə keçir və incə dispers suspenziya əmələ gətirir ki, o da maye axını ilə aparılır [44].

Qeyd etmək lazımdır ki, gips çöküntülərini xlorid turşusunun 15%-li məhlulu ilə işlədikdə faydalı nəticələr alınır [45, 46]. Suda yaxşı həll olan kalsium-xlorid əmələ gəlir.



Qeyri-üzvi duzların çökməsinin qarşısını alan inhibitorlar bir komponentli və çox komponentli olmaqla iki qrupa bölünürlər [47].

Kimyəvi quruluşlarındakı fərqlərə görə isə duzçökmə inhibitorları anion və kation tipli olurlar.

Anion tipli inhibitorlara karbon turşularının törəmələri (akril sırası polimerlər, malein anhidridi əsasında sopolimerlər, sulfat turşularının törəmələri, qeyri-üzvi polifosfatlar, üzvi fosfatlar) aiddir. Kation tipli inhibitorlara polialkilenaminlər, monoaminlər, dördlü ammonium birləşmələri, poliet-aksilləşmiş aminlər aiddir.

Neft yataqlarından çıxarılan və nəql olunan məhsullarda bu və ya digər miqdarda mexaniki qarışıqlar olur. Əsasən bu, quyudan neft ilə çıxan dağ süxurları hissəcikləri və metal avadanlıqlarının və kommunikasiyanın korroziya məhsullarıdır.

Mexaniki qarışıqlar 1 q/l-dən çox olduqda neft quyularının işini çətinləşdirir və dərinlik nasosunun silindrində plunjerin pərçimlənməsinə, klapanların və plunjer silindr cütliyünün hidroabraziv sürtünmədən yeyilməsinin artmasına səbəb olur. Belə quyular üçün tez-tez təmizləmə və yuma tələb edən tıxac əmələgəlmə prosesi xarakterikdir [48].

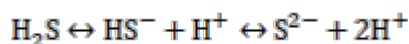
Laya suvurma quyuları üçün mexaniki qarışıqların 60 mq/l-ə qədər qatılıqları onların vəziyyətinə əsaslı təsir göstərmir. Qatılığın 60 mq/l-dən bir az çoxalması quyunun su tutumunu hiss olunacaq dərəcədə azaldır [49].

**Korroziya prosesləri:** Qeyd etmək lazımdır ki, laydan çıxarılan məhsullarda  $\text{H}_2\text{S}$  və  $\text{CO}_2$  nə qədər çox olursa, korroziya prosesləri bir o qədər sürətlənir [50-60].

Korroziya prosesi neftçixarma sənayesində digərləri ilə paralel getdiyindən onlar ümumi göstəricilərə əsaslı təsir edə bilirlər.

Sulu məhlullarda  $\text{H}_2\text{S}$  ümumi korroziyaya nisbətən, hidrogenin polada nüfuz etməsini hiss olunacaq dərəcədə gücləndirir. Turş məhlullar mühitində istismar olunan karbonlu polada diffuziya edən hidrogenin maksimum miqdarı reduksiya olunmuş ümumi hidrogenin 4%-i qədər olur. Tərkibində hidrogen-sulfid olan məhlullarda bu kəmiyyət 40%-ə çatır. Beləliklə,  $\text{H}_2\text{S}$ -li mühitlərdə avadanlıqlar üçün əsas təhlükəni ümumi korroziya yox, poladın hidrogen kövrəkliyi yaradır.

Suda həll olarkən  $\text{H}_2\text{S}$  zəif turşu kimi ionlara dissosiasiya edir:

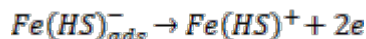
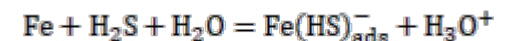


Mühitin pH-nın qiymətindən asılı olaraq reaksiyaların tarazlığı sağa və ya sola doğru yerini dəyişir, neytral və qələvi mühitlərdə hidrosulfid ionları, turş mühitlərdə molekulyar  $\text{H}_2\text{S}$  daha çox



olur, qüvvətli qələvi mühitlərdə az miqdarda sulfid ionları əmələ gəlir. Su fazasında kifayət qədər  $H_2S$  olduqda maye fazanın pH-nın qiyməti aşağı düşür və bu zaman  $H_2S$ -in əsas miqdarı ion formasında yox, molekulyar formada olur.

$H_2S$  dəmirin ionlaşmasının anod reaksiyasını sürətləndirir:

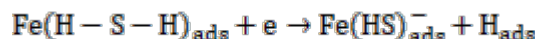
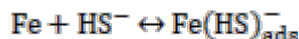


Əmələ gələn kompleks parçalanır və  $H_2S$  regenerasiya olur. Metal səthində xemasorbsiya olmuş  $Fe(HS)_{ads}^-$  katalizator əmələ gəldikdə, dəmir atomunun kükürd ilə möhkəm əlaqəsi metal atomları arasındakı əlaqənin zəifləməsinə səbəb olur ki, bu da ionlaşmanı asanlaşdırır. Oksidləşmə dərəcəsi iki olan dəmir ionlarının elektrod ətrafında qatılığının azalması da (onların sulfidlərlə reaksiyası nəticəsində) həmin nəticəyə gətirib çıxarır:



Bu halda dəmirin elektrod potensialının mənfi tərəfə yerdəyişməsi və korroziyanın anod prosesinin artması baş verir.

Katod prosesinə  $H_2S$ -in təsir mexanizmi belədir:



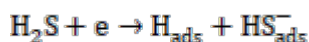
Katod prosesinin sonuncu mərhələsi nəzarətedici mərhələdir.  $H_2S$  bir başqa katod reaksiyasında iştirak etmir, yalnız hidrogen ionlarının yüksəzləşməsini sürətləndirən katalizator rolunu oynayır. Reduksiya olunmuş hidrogen atomları qismən də olsa metala diffuziya edərək hidrogen kövrəkliyi yaradır. Hidrogen sulfidli mühitdə dəmirin korroziyasından əmələ gələn məhsullar prosesin kinetikasına əsaslı təsir edir. Hidrogen sulfidin qatılıqlarının az olduğu (2 mq/l-ə qədər) hallarda əmələ gələn sulfid təbəqəsi əsasən troilitdən  $FeS$  və piritdən  $FeS_2$  ibarət olub, kristallarının ölçüləri 20 nm-ə qədər olur. Hidrogen sulfidin miqdarı 2-20 mq/l həddində olduqda, əlavə olaraq, az miqdarda kansit  $Fe_9S_8$  əmələ gəlir. Hidrogen sulfidin miqdarı 20 mq/l-dən çox olduqda korroziya məhsullarında kansit  $Fe_9S_8$  üstünlük təşkil edir, kristalların ölçüləri 75 nm-ə çatır. Pirit və troilitin kristal qəfəsləri nisbətən çox olmayan sayda qəfəs qüsurlarına malik olurlar və dəmir ionlarının diffuziyasını ləngidərək müəyyən mühafizə effektinə malik olurlar. Kalsit tamamlanmamış kristal qəfəsinə malikdir və mühafizə xassələrinə malik deyil. Dəmir sulfidləri dəmir və polada münasibətdə katodlar və onlarla potensiallar fərqi 0,2-0,4 V-a çatan qalvanik cütlər əmələ gətirir və neft mədən avadanlıqlarının yaralı korroziyasına səbəb olur.

Hidrogen sulfidin metalların hidrogen kövrəkliyinə katalitik təsirinin izahı verilmişdir:

- $H_2S$  hidrogenin elektrokimyəvi ayrılma prosesinin ləngiməsini hidrogen ionlarının yüksəzləşməsi mərhələsindən hidrogen atomlarının molekulara çevrilməsi mərhələsinə keçirir;
- səthdə adsorbsiya olunmuş  $H_2S$  molekulaları hidrogen atomları və sulfid ionları əmələ gətirərək metal səthində hidrogen atomlarının qatılığının çox olmasına şərait yaradır;



-  $H_2S$  metal səthində hidrogen atomlarının qatılığının artmasına səbəb olur və onun metal səthinə daxil olmasını asanlaşdırır ki, bu da aşağıdakı reaksiya ilə izah olunur:



Metal səthinə hidrogen atomları yox, hidrogen ionları diffuziya etdiyi halda  $H_2S$ -in metal səthinin hidrogenlə zənginləşməsi prosesinə sürətləndirici təsiri hidrosulfid ionlarının diffuziyası zamanı metalın səth atomları arasındakı əlaqənin zəifləməsi ilə izah edilir. Bu, kollektorlar daxilində yüksək təzyiqin yaranmasına səbəb olur. İntensiv hidrogenləşmə qabarcıqların əmələ gəlməsinə və qoşulmuş qeyri-metal hissəciklərin xətt boyu tökülməsinə səbəb olur ki, bu da konstruksiyaların daşıyıcılıq qabiliyyətini azaldır və onun dağılmasına gətirib çıxarır. Adsorbsiya nəzəriyyəsi hidrogen kövrəkliyini atomar hidrogenin kollektorların daxili səthlərində adsorbsiyası ilə əlaqələndirir. Belə hesab edilir ki, bu, poladın səth enerjisinin azalmasına səbəb olur və uyğun olaraq, onun kövrək dağılmağa müqavimətini azaldır.

Su mühitində korroziyanın intensivliyinin artması  $H_2S$  ilə yanaşı, xloridlərin olmasından da asılıdır. Belə ki, xloridlər əlavə aqressiv təsirə malikdir.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, neft-qazçıxarma zamanı çıxarılan maye və qazda  $CO_2$ -nin olması da korroziya prosesini sürətləndirir. Odur ki,  $CO_2$  iştirakı ilə korroziya prosesinin mahiyyəti izah etmək məqsədəuyğun hesab etmək olar.

Suda  $CO_2$ -nin həll olması oksigenin həll olmasından 200 dəfədən də artıqdır və atmosfer korroziyası həmişə  $CO_2$ -nin müəyyən iştirakı ilə gedir.

$CO_2$  korroziyası problemini həll etmədən quyuların və boru kəmərlərinin normal istismarını təmin etmək çətinlik yaradır.

1978-1980-cı illərdə Qərbi Sibirin neft yataqlarında neft toplama sistemlərinin boru kəmərlərində ilk intensiv korroziya faktları qeyd edildi. Uzun müddət hesab edilirdi ki, bu bölgədə quyuların avadanlıqlarının və boru kəmərlərinin korroziyadan dağılması quyu məhsulunun su fazasında az miqdarda (0,5-4,0 mq/l)  $H_2S$  olması ilə əlaqədardır. Ancaq aparılan tədqiqatlar göstərdi ki, bir qayda olaraq kükürd su fazasında sulfat və digər reduksiya olmuş formalarda olur. Boru kəmərlərinin kipliyinin pozulduğu yerlərdə aşkar olunmuş korroziya məhsullarının analizi onlarda sulfidlərin 0,02-2,00% kütlə, karbonat birləşmələrinin isə 14-97% kütlə həddində olduğunu göstərdi.

Qərbi Sibirin yataqlarının fərdi xüsusiyyətləri onların neft və qazlarında  $CO_2$ -nin miqdarının az (0,08-2,00%) olmasıdır. Buna baxmayaraq, bu yataqlarda avadanlıqların korroziyadan dağılma sürəti 3-4 mm/il, bəzi hallarda isə 6-7 mm/il həddindədir.

Qazların mayelərdə həll olmasını müəyyən edən əsas faktorlar qazın təzyiqi və temperaturudur. Məlum olduğu kimi, parsial təzyiq qazın bütün qab həcmi tutduqda yarada biləcəyi təzyiqdir. Başqa sözlə, bu bir-biri ilə kimyəvi qarşılıqlı təsirdə olmayan hər bir qazın ümumi təzyiqin yaranmasında payıdır (Dalton qanunu).

$$P_{CO_2} = G_{CO_2} \cdot P, \quad (4)$$

$$G_{CO_2} = \frac{N_{CO_2}}{N}, \quad (5)$$



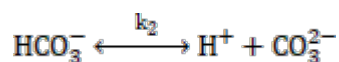
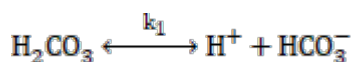
burada  $G_{\text{CO}_2}$  – qazda  $\text{CO}_2$ -nin mol payı;  $N_{\text{CO}_2}$  – qazda  $\text{CO}_2$ -nin mollarının sayı;  $N$  – qaz komponentləri mollarının ümumi sayıdır.

Henrinin təcrübi yolla müəyyən etdiyi qanuna görə mayenin verilmiş həcmində həll olan qazın miqdarı sabit temperaturda onun parsial təzyiqi ilə düz mütənasibdir:

$$C = k \cdot P, \quad (6)$$

burada  $C$  – mayədə qazın qatılığı, mol/litr;  $k$  – Henri sabitidir.

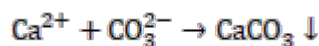
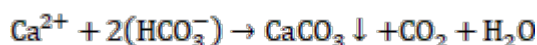
Sonuncu tənlik, həll olarkən öz nisbi molekul kütlələrini dəyişməyən maddələr üçün doğrudur.  $\text{CO}_2$  suda həll olarkən zəif karbonat turşusu  $\text{H}_2\text{CO}_3$  əmələ gətirdiyindən bu turşu hidrokarbonat və karbonat ionlarına dissosiasiya edir ( $25^\circ\text{C}$ -də dissosiasiya sabitləri  $k_1=4,47 \cdot 10^{-7}$ ,  $k_2=4,68 \cdot 10^{-11}$  olur):



Odur ki, bu halda Henri qanunu dissosiasiya olunmuş  $\text{H}_2\text{CO}_3$  üçün doğrudur.

Quyuların məhsullarının maye fazasında, eyni vaxtda, yuxarıda qeyd olunmuş anionlar və kationlar olduqda, aşağıdakı çətin həll olan birləşmələrin (duzların çökməsi) əmələ gəlməsi şəraitini yaranır:  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$ . Bu duzlar əksər neft yataqlarının sistemlərində mineral çöküntülərin  $\text{FeS}$  ilə yanaşı tipik komponentləridirlər.

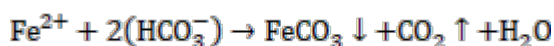
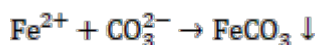
$\text{CaCO}_3$  aşağıdakı reaksiya nəticəsində əmələ gəlir:



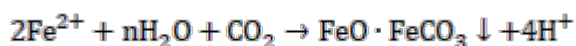
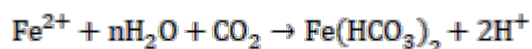
$\text{CaCO}_3$ -ün üç forması-kalsit, araqonit və vaterit məlumdur. Neft mədən sistemlərində ən çox rast gəlinən forma kalsitdir. Neft mədənləri məhsullarının su fazasında  $\text{CaCO}_3$ -ün əmələ gəlməsi hidrokarbonat ionunun iştirakı ilə gedir, çünki onlarda karbonat ionlarının qatılığı sıfıra yaxındır. Bu reaksiyanın məhsullarından biri karbonat turşusu olduğundan  $\text{CaCO}_3$ -ün çökməsi təzyiqdən asılı olur.  $\text{CO}_2$ -nin parsial təzyiqi artdıqca hidrokarbonat ionunun iştirakı ilə gedən reaksiya sola yerini dəyişir. Bu effekt  $P_{\text{CO}_2}$ -nin 0-dan 1 MPa-a qədər dəyişdiyi hallarda duzsuz və zəif minerallaşmış sularda  $\text{CaCO}_3$ -ün həll olmasını bir neçə dəfə artırır. Temperaturun və pH-ın artması həmin reaksiyanı sağa,  $\text{CaCO}_3$ -ün əmələ gəlməsinə doğru dəyişir.

Neft və qazçıxarma zamanı temperatur və ümumi təzyiq, eləcə də uyğun olaraq  $P_{\text{CO}_2}$  laydan quyunun çıxışına qədər və quyudan nasos stansiyalarına qədər olan boru kəmərləri boyunca azalır. Temperaturun və  $P_{\text{CO}_2}$ -nin eyni vaxtda azalması  $\text{CaCO}_3$ -ün əmələ gəlməsinə əks təsir göstərir.

Bununla əlaqədar olaraq  $\text{CaCO}_3$ -ün çökməsi prosesi mədən sisteminin istənilən yerində əmələ gələ bilər.  $\text{CaCO}_3$ -ün çökməsi digər çökən duzlar kimi neft hasilatında ciddi problemlər yaradır. Dəmir karbonat  $\text{FeCO}_3$  neft mədən sistemlərində çökən mineral çöküntülərdə  $\text{CaCO}_3$ -dan sonra ikinci ən tez-tez rast gəlinən duzdur. O, aşağıdakı reaksiyalar nəticəsində əmələ gəlir [61]:



Neft mədənlərinin məhsullarının su fazasında dəmir ionlarının fon qatılığı bir qayda olaraq 1 mq/l-dən azdır. Bu miqdarın artması mədən avadanlıqlarının korroziyası səbəbi ilə əlaqədar olur. Baxılan sistemlərdə  $\text{CO}_3^{2-}$  ionlarının miqdarı hiss olunmaz dərəcədə az olduğundan məhlulun daxilində  $\text{FeCO}_3$ -ın əmələ gəlməsi pH-ı 8,0-ə yaxın olduqda hidrokarbonat ionunun iştirakı ilə gedir və reaksiya metal səthindəki nazik su təbəqəsində baş verir. Bu təbəqədə korroziya nəticəsində əmələ gələn dəmir ionları çox olur və su  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  duzunun hidrolizi nəticəsində qələviləşmiş olur. Bu halda poladın səthində sıx və keçilməz  $\text{FeCO}_3$  çöküntüsü əmələ gəlir ki, o da yüksək adgeziya xassəsi və yaxşı mühafizə qabiliyyəti ilə fərqlənir. Çöküntü əmələ gəlmənin ion mexanizmi metal səthində adsorbsiya olunmuş vəziyyətdə gedir:



Bu reaksiyalar nəticəsində ayrılan hidrogen ionları korroziya prosesinin depolyarlaşmasına sərf olunur, həll olduqda dəmir hidrokarbonat elektrod ətrafı təbəqəyə daxil olur və poladın səthində tərkibi  $\text{FeO} \cdot \text{FeCO}_3$  olan, çətin həll olan çöküntü əmələ gəlir. Bu çöküntü qara rəngli, ovxalanan maddə olub dəmirin məlum oksidlərinin hamısından fərqlənir.

Su fazasında hiss olunacaq miqdarda sulfat ionları olduqda  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$  və  $\text{BaSO}_4$  əmələ gəlməsi də mümkündür. Lakin, neft mədən sistemlərində korroziya karbonat turşusu mexanizmi ilə getdikdə bu duzlara mineral çöküntülərdə ya heç olmur, ya da olduqca az miqdarda rast gəlinir [62].

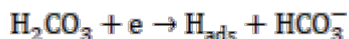
Oksigensiz  $\text{CO}_2$  həll olmuş sulu mühitlərdə poladların korroziya prosesi elektrokimyəvi prosesdir. Əksər tədqiqatçılar hesab edirlər ki, karbonat turşusunun yaratdığı korroziya prosesinin mexanizmi qüvvətli turşuların məhlullarında baş verən adi korroziya proseslərindən əsaslı şəkildə fərqlənir. Məlumdur ki, pH-ın qiymətləri eyni olduğu halda,  $\text{CO}_2$  həll olmuş mühitlərdə, korroziya ekvimolyar qüvvətli turşu məhlullarında olduğundan daha intensivdir. Bu hadisənin iki müxtəlif izahı mövcuddur. Birinci – karbonat turşusu məhlullarında  $\text{H}^+$  və  $\text{HCO}_3^-$  ionları ilə yanaşı dissosiasiya olunmuş  $\text{H}_2\text{CO}_3$  molekulları da iştirak edir və onlar bufer rolunu oynayaraq depolyarlaşmaya sərf olunan  $\text{H}^+$  ionlarının bərpasını təmin edirlər. Eyni zamanda, qüvvətli turşu məhlullarında olduğu kimi, hidrogen ionları korroziya olunan səthə diffuziya yolu ilə çatdırılır, karbonat turşusu mühitində depolyarlaşma elektrodətrafı təbəqədə  $\text{H}_2\text{CO}_3$ -ın dissosiasiyası nəticəsində əmələ gələn  $\text{H}^+$  ionları ilə həyata keçirilir.  $\text{H}_2\text{CO}_3$ -ün dissosiasiya sürətinin  $\text{H}^+$  ionunun məhlulun daxilindəki diffuziya sürətindən çox böyük olduğunu ehtimal edərək, belə





nəticə çıxarırlar ki, karbonat turşusu korroziyası diffuziya məhdudiyyətləri ilə limitlənir. Digər izahat ondan ibarətdir ki,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ -katod prosesində birbaşa iştirak edir.

Karbonat turşusu hər hansı spesifik korroziya törətmə qabiliyyətinə malik deyil, yalnız pH-ı aşağı salmaqla ( $P_{\text{CO}_2}$  artdıqda) və depolyarlaşmağa sərf olunan  $\text{H}^+$  ionlarını bərpa etməklə korroziyanı stimullaşdırır. Katod prosesinin depolyarlaşma tənliyi (läng mərhələ) aşağıdakı kimidir:



Sonra rekombinasiya və ya elektrokimyəvi desorbsiya yolu ilə (sürətli mərhələ) hidrogen kənarlaşır.

Beləliklə, poladların karbonat turşusu korroziyası zamanı depolyarlaşması aşağıdakı kimi gedə bilər:

- məhlulun həcmində olan hidrogen ionları ilə;
- elektrodətrafı təbəqədə  $\text{H}_2\text{CO}_3$  dissosiasiya etdikdə əmələ gələn hidrogen ionları ilə;
- $\text{H}_2\text{CO}_3$ -ün katod prosesində birbaşa iştirakı ilə.

Hesab edilir ki, kalsium karbonat mühafizə çöküntüsüdür. Bu, nisbətən az duzlu və oksigen həll olmuş sular üçün doğrudur. Bu halda,  $\text{CaCO}_3$  çöküntüsü sıxdır və metal səthi ilə yaxşı əlaqələnmiş olur (xüsusən də çöküntü əmələ gəlmə temperaturun artması ilə əlaqədar olduqda) və əmələ gəldikdə mühit ilə metalın əlaqəsini kəsərək korroziyanın sonrakı inkişafının qarşısını alır.

Quyu avadanlıqlarının korroziya zədələnmələrinin əsas növləri nasos kompressor borularının daxili səthinin və mexaniki üsulla neftçıxarma zamanı asılmış elektrik mərkəzdənqaçma nasoslarının qurğularının lokal korroziyasıdır. Hər iki halda, quyuların vaxtından əvvəl bahalı yeraltı təmirləri və korroziya nəticəsində sıradan çıxmış avadanlıqların yeniləri ilə əvəz olunması məcburiyyəti yaranır.

NKB-nin və asılmış elektrik mərkəzdənqaçma nasoslarının (AEMN) korroziyası 90% olduğu hallarda quyunun məhsulunun tərkibində suyun həcm faizi 40-dan çox, maye hasilatı isə (quyunun məhsuldarlığı)  $40 \text{ m}^3/\text{sutkadan}$  çox olduqda müşahidə edilir. Bununla belə qeyd etmək lazımdır ki, karbonat turşusu korroziyası hətta neft məhsulunda suyun miqdarı 1 həcm faizə qədər olan quyularda da kifayət qədər sürətlə getdiyi müşahidə oluna bilər.

NKB kəmərlərində korroziya şəraiti quyuya nəzərən qaz maye sisteminin sürətinin daha aşağı olması (adətən 1-2m/san) və  $\text{CO}_2$ -nin parsial təzyiqinin az olması ilə xarakterikdir. Bu kəmərlərdə əsasən, karbonat turşusu korroziyasının lokal korroziya növlərinə rast gəlmək olur. Bununla yanaşı əsasən iri diametrli borularda (426 mm və daha çox) «nov» korroziyası adlanan korroziyaya rast gəlinir. Belə korroziya müxtəlif dərinlikli novu xatırladır və onların uzunluğu 0,3-0,6 m-dən 2-4 m-ə çatır. Kəmərlərin daxili korroziyası səbəbindən ilk deşib keçmiş zədələr yaranana qədər istifadə müddəti onlarda mövcud olan şəraitdən asılı olaraq 9 aydan 12 ilədək olur (normativ üzrə müddət 10 il nəzərdə tutulur). NKB sistemində karbonat turşusu korroziyasının inkişafına qaz-maye qarışığının axma rejimi əsas təsir göstərir və onların nəqli zamanı iki axın strukturu geniş yayılmışdır – təbəqələşmiş və tıxac.

Təbəqələşmiş axın rejimi, bir qayda olaraq hərəkətli və hərəkətsiz su toplandığı yerlərdə lokal korroziyanın inkişafına səbəb olur.

Tıxac rejimi ilə axma zamanı metal səthinin qeyri-bərabər islanması hesabına bütün boru kəməri boyu korroziya lokal xarakter daşıyır və ayrı-ayrı «novlar», «arxcıqlar», yaralar və pittinglər şəklində özünü göstərir.





Neftçixarma sənayesində korroziya ilə mübarizə üçün aşağıdakı metodlar istifadə olunur:

- 1) nəql olunan məhsulun sululuğu 40% həcmindən az olduğu hallarda emulsiyalı axma rejimi yaratmaqla suyun ayrı faza kimi ayrılmasını aradan qaldırmaq yolu ilə;
- 2) suyun ilkin kənarlaşdırılması su və karbohidrogen fazalarını quyudan toplama yerinə qədər ayrı-ayrılıqda nəql edilməsi, inhibitorların istifadə olunması, korroziyaya davamlı poladların və örtülərin istifadəsi, qeyri-metal materialların və mühafizə örtüklərinin istifadəsi.

**Nəticə:** Dünyanın aparıcı dövlətlərinin neft-qazçıxarma sənayesində çoxillik təcrübə göstərir ki, həm texniki, həm də iqtisadi baxımdan inhibitorların tətbiqi daha səmərəlidir. Korroziya inhibitorları elə kimyəvi birləşmələrdən alınmalıdır ki, korroziya mühitinə müəyyən qatılıqda verildikdə korroziyanın qarşısını alsın və ya onu hiss olunacaq dərəcədə azaltsın.

Inhibitorların təsir mexanizmləri bir sıra faktorlarla bağlıdır: inhibitor molekullarının quruluşu və xassələri, onların metal səthi ilə qarşılıqlı əlaqələrinin xarakteri, korroziya mühitinin tərkibi və kontakt spesifikliyi.

Əksər üzvi birləşmələr metalların korroziyasını ləngitmək qabiliyyətinə malikdirlər. Üzvi birləşmələr qarışıq təsirli inhibitorlardır, başqa sözlə, onlar həm katod, həm anod proseslərinin sürətinə təsir edirlər. Eksperimental məlumatlar göstərir ki, əksər kimyəvi birləşmələr metal səthinə Lengmür və ya Temkin izotermələrinə uyğun olaraq adsorbsiya edilirlər.

Neft-qaz sənayesində avadanlıqların və boru-kommunikasiya xətlərinin korroziyaya qarşı həssaslıq şəraitinin və onların yaranma mexanizminin araşdırılması daha effektiv inhibitorların işlənilməsinə imkan yaradır.

## REFERENCES

1. Antipin Yu.V., Valeyev M.D., Syrtlanov A.SH. Predotvrashcheniye oslozhneniy pri dobyche obvodnennoy nefi. – Ufa: Bashk. kn. izd-vo, 1987. – 168 s.
2. Ibragimov N.G., Khafizov A.R., Shaydakov V.V., Khaydarov F.R. Oslozhneniya v neftedobyche. – Ufa: Monografiya, 2003. – 302 s.
3. A.s. 98100984 RF. Deetul'giruyushchiye kompozitsii dlya obezvozhivaniya i obessolivaniya vodoneftyanykh emul'siy. / Somov V.Ye., Zalizhevskiy G.D. i dr. // B.I. – 1998, № 1.
4. A.s. 98100986. Sostav dlya obezvozhivaniya i obessolivaniya neftyanykh emul'siy/ Somov V.Ye., Zalizhevskiy G.D. i dr. // B.I. – 1998, № 1.
5. A.s. 97100210 RF. Sostav dlya obezvozhivaniya i obessolivaniya nefi / Orekhov A.I., Gabdulkhanova A.Z., Nurullina I.I., Yudina I.G. // B.I. – 1997, №1.
6. A.s. 98103494 RF. Sostav dlya obezvozhivaniya i obessolivaniya nefi, obladayushchiy takzhe svoystvami ingibitora obshchey i mikrobiologicheskoy korrozii / Gudriy G.A., Ryabinina N.I. i dr. // B.I. – 1998, № 3.
7. A.s. 97101936 RF. Sostav dlya razrusheniya vodoneftyanykh emul'siy, ingibiruyushchiy asfal'to-smolo-parafinovyye otlozheniya / Shakichzyanov R.G., Khlebnikov V.N., Sadriyev Z.KH. i dr. // B.I. – 1997, № 2.
8. Pat. 4031961 (SSHA), MKI3 A-62 S-1 1/00. Ognetushashchaya kompozitsiya dlya tusheniya pozharov nefi i benzina.
9. Khimiya v dispersnykh sistemakh. Kolloidnaya khimiya: Izbrannyye trudy. – M.: Nauka, 1978. – 365 s.



10. Persiyantsev M.N. Dobycha nefiti v oslozhnennykh usloviyakh. – M.: OOO Nedrabiznestsentr, 2000. – 653 s.
11. Golonskiy P.P. Bor'ba s parafinom pri dobyche nefiti. – M.: Gostoptekhzdat, 1960. – 88 s.
12. Lyushchin S.V., Repin N.N. O vliyani skorosti rotoka na intensivnost' otlozheniya parafinov v trubakh. Bor'ba s otlozheniyami parafina. – M.: Nedra, 1965. – 340 s.
13. Tronov V.P. Mekhanizm obrazovaniya smolo-parafinovykh otlozheniy i bor'ba s nimi. – M.: Nedra, 1970. – 192 s.
14. Lesin V.I. Magnitnyye deparafinizatory novogo pokoleniya. // Izobreteniya i ratspredlozheniya v neftegazovoy promyshlennosti. – 2001, № 1. – S.18.
15. Askhanov R.R., Sharifulin F.M., Karamyshev V.G. i dr. Vliyaniye legkikh uglevodorodov i ikh kompozitsiy na rastvorimost' parafinovykh otlozheniy. // Neftepromyslovoye delo. – 1994, № 7-8. – S.12-16.
16. Ragulin V.A. Issledovaniye osobennostey izmeneniya temperatury nasyshcheniya nefiti parafinom i razrabotka rekomendatsiy po predotvrashcheniyu yego otlozheniy. // Dis. kand. tekhn. nauk. – Ufa, 1980. – 163 s.
17. Razkitsin V.V. Metody bor'by s parafinom na mestorozhdenii Uzen'. // Neftepromyslovoye delo. – 1979, Tom 10. – S.26-27.
18. Safronova N.I., Ibragimov N.G. Obosnovaniye vremeni obrabotki skvazhin organicheskimi rastvoritelyami s uchetom nabukhaniya ASPO asfal'tenovogo tipa. // Problemy pervichnogo i vtorichnogo vskrytiya plastov pri stroitel'stve i ekspluatatsii vertikal'nykh, naklonnykh i gorizontal'nykh skvazhin. – Ufa: UGNTU, 1996. – S.121.
19. Khabibullin Z.A., Khusainov Z.M., Lanchakov G.A. Bor'ba s parafinootlozheniyami v neftedobyche. // Uchebnoye posobiye. – Ufa: UGNTU, 1992. – 105 s.
20. Ibragimov N.G. Obosnovaniye tekhnologicheskikh parametrov promyvki skvazhin rastvoritelyami s uchetom osobennostey formirovaniya ASPO. – Ufa: Izdatel'stvo fonda sodeystviya razvitiya nauchnykh issledovaniy, 1998. – 36 s.
21. Khabibullin Z.A. Depressiruyushchiye deystviye khimicheskikh reagentov na temperaturu nasyshcheniya nefiti parafinom. // Aktual'nyye problemy nefiti i gaza. – Ufa, 1984. – S.44-45.
22. Ibragimov N.G., Khisamutdinov A.I., Sharafutdinov M.M., Gaysina F.YA. Laboratornyye issledovaniya rastvorimosti asfal'to-smolo-parafinovykh otlozheniy. / Tezisy dokladov nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy razrabotki nefityanykh mestorozhdeniy i podgotovki spetsialistov v vuze». – Al'metevsk, 1996. – S.68.
23. Pat. 2097400 (RF.) Reagent dlya predotvrashcheniya asfal'to-smolo-parafinovykh otlozheniy / Z.A.Khabibullin, ZH.F.Galimov, N.G.Ibragimov i dr. // B.I. – 1997, № 33.
24. A.s. 1724665 (SSSR). Sostav dlya udaleniya asfal'to-smolo-parafinovykh otlozheniy. / Khabibullin Z.A., Galimov ZH.F., Ishmakov R.M. i dr. – 1989.
25. Gimatudinov SH.K., Ibragimov L.KH., Gattenberger YU.P. i dr. Soleotlozheniya pri razrabotke nefityanykh mestorozhdeniy, prognozirovaniye i bor'ba s nimi. Groznyy. // Izdatel'stvo Checheno-Ingushskogo gosudarstvennogo universiteta. – 1985. – 88 s.
26. Yemkov A.A. Metody bor'by s otlozheniyami neorganicheskikh soley v oborudovanii podgotovki nefiti. // Obzorn. informatsiya. Ser. Tekhnika i tekhnologiya dobychi nefiti i obustroystvo nefityanykh mestorozhdeniy. – M.: VNIIOENG, 1988. – Tom 4. – 51 s.
27. Kashavtsev V.Ye., Gattenberger YU.P., Lyushchin S.F. Preduprezhdeniye soleobrazovaniya pri dobyche nefiti. – M.: Nedra, 1985. – 215 s.



28. Kashavtsev V.Ye., Dytyuk L.T., Zlobin A.S., Kleymenov V.F. Bor'ba s otlozheniyem gipsa v protsesse razrabotki i ekspluatatsii neftnykh mestorozhdeniy. Obzornaya inform. Ser. Neftepromyslovoe delo. – M.: VNIOENG, 1976. – 63 s.
29. Lyushchin S.F., Glazkov A.A., Galeeva G.G. i dr. Otlozheniya neorganicheskikh soley v skvazhinakh, v prizaboynoy zone plasta i metody ikh predotvrashcheniya. // Obzorn. informatsiya. Ser. Neftepromyslovoe delo. – M.: VNIOENG, 1983. – 100 s.
30. Lyalina L.B., Isayev M.G. Formirovaniye sostava poputno dobyvayemykh vod i ikh vliyaniye na gipsootlozheniye pri ekspluatatsii neftnykh mestorozhdeniy. // Obzorn. informatsiya. Ser. Neftepromyslovoe delo. – M.: VNIOENG, 1983. – 48 s.
31. Panov V.A., Yemkov A.A., Pozdnyshev G. Otsenka sklonnosti plastovykh vod k otlozheniyu gipsa v neftepromyslovom oborudovanii. // Neftyanoye khozyaystvo. – 1980, № 2. – S.39-40.
32. Antipin Yu.V., Koginashvili S.T., Syrtlanov A.SH. Izucheniye sostava neorganicheskikh soley, otlayayushchikhsya v skvazhinakh NGDU «Chekmegushneft'. // Trudy Ufimskogo neftyanogo instituta. – 1975. – Tom 30. – S.170-174.
33. Gabdrakhmanov A.G. O prichinakh obrazovaniya kristallicheskikh osadkov i sovershenstvovaniye metodov bor'by s nimi. // Neftyanoye khozyaystvo. – 1973, № 2. – S.46-49.
34. Lyushchin S.F., Yershov A.M., Garipov F.A. i dr. O prichinakh otlozheniya gipsa v skvazhinakh NGDU «Chekmagushneft'. // Tr. Bash. NIIPneft'. – 1973. – Tom 34. – S.79-90.
35. Panteleyeva A.S. O vozmozhnykh putyakh predotvrashcheniya otlozheniya gipsa v ekspluatatsionnykh skvazhinakh. // Neftyanoye khozyaystvo. – 1980, № 2. – S.39-40.
36. Khalimov E.M., Yulbarisov E.M. Geologo-tehnicheskiye faktory nasyshcheniya plastovykh vod sul'fatami pri razrabotke mestorozhdeniy. // Neftepromyslovoe delo. – 1979, № 6. – S.27-30.
37. Syrtlakov A.SH., Koshevarov P.A. Ustanovka dlya izucheniya rastvorimosti gipsa. / V.kn.: Fiziko-khimiya i razrabotka neftnykh mestorozhdeniy. – Ufa, 1978. – S.113-117.
38. Akhmetshina I.Z., Kachan YA.M., Babalyan G.A. Vliyaniye poverkhnostnogo natyazheniya i temperatury na otlozheniye soley v neftepromyslovom oborudovanii. // Neftyanoye khozyaystvo. – 1979, № 3. – S.43-45.
39. Galeev R.G., Diyashchiyev R.N., Potapov S.S. Issledovaniye mineral'nogo sostava i prichin otlozheniy soley v neftepromyslovom oborudovanii. // Neftyanoye khozyaystvo. – 1998, № 5. – S. 41-45.
40. Marinin N.S., Yaryshev G.M., Mikhaylov S.A. i dr. Metody bor'by s otlozheniyami soley.// Obzornaya informatsiya. Ser. Neftepromyslovoe delo. – M.: VNIOENG, 1980. – 55 s.
41. Zverev V.P. Gidrogeokhimicheskiye issledovaniya sistemy – podzemnyye vody. – M.: Nauka, 1967. – 124 s.
42. Chistovskiy A.I. O rastvorimosti sul'fatov v plastovykh vodakh paleozoyskikh otlozheniy Kuybyshevskogo Povolzh'ya. // Geologiya nefti i gaza. – 1969, № 7. – S.25-27.
43. A.s. 98100984 RF. Deetul'giruyushchiye kompozitsii dlya obezvozhivaniya i obessolivaniya vodoneftnykh emul'siy./ Somov V.Ye., Zalishchevskiy G.D. i dr. // B.I. – 1998, № 1.



44. Danilova N.I., Kashavtsev V.Ye. Metody bor'by s otlozheniyami gipsa pri dobyche nefi. // Obzor zarubezhnoy literatury. Ser. Neftepromyslovoye delo. – M.: VNIIOENG, 1975. – 37 s.
45. Gabdrakhmanov A.G., Islanov F.YA., Borisov Ye.A. i dr. Novyye metody likvidatsii otlozheniy gipsa v skvazhinakh Arlanskogo mestorozhdeniya. // Neftyanoye khozyaystvo. – 1978, № 7. – S.64-68.
46. Lyushchin S.F., Galeev G.V. Sposoby udaleniya otlozheniy neorganicheskikh soley iz skvazhiny. / Informatsionnyy listok № 16-71. – Ufa: Bashkirskiy mezhotraslevoy territorial'nyy tsentr nauchno-tehnicheskoy informatsii i propagandy, 1971. – 8 s.
47. Panov V.A., Yemkov A.A., Pozdnyshv G.N. i dr. Ingibitory otlozheniy neorganicheskikh soley. // Obzornaya informatsiya. Ser. Neftepromyslovoye delo. – M.: VNIIOENG, 1978. – 44 s.
48. Tronov V.P., Gufranov F.G., Khamidullin F.F. i dr. Obezvozhivaniye i obessolivaniye smesi neftey uglenosnogo i devonskogo gorizontov na Aktashskom uzle podgotovki nefi NGDU «Yelkhovneft'» // Tr. TatNIPIneft': Sb.: Tekhnika i tekhnologiya bureniya skvazhin i dobychi nefi na neftnyakh mestorozhdeniyakh TASSR, Bugul'sk, 1983. – T.53. – S.58-63.
49. Kutepov A.M., Sokolov N.V. Stokhasticheskiy raschet tsilindricheskikh otstoynikov periodicheskogo deystviya. // Teoreticheskiye osnovy khimicheskikh tekhnologiy. – 1981. – T.15, № 3. – S. 405-409.
50. Abbasov V.M. Khimicheskiye reagenty i produkty, sozdannyye i poluchennyye shkoloy M.A.Mardanov. – Baku: Elm, 2002. – 112 s.
51. Akol'zin A.P., Zhukov A.P.. Kislorodnaya korroziya oborudovaniya khimicheskikh proizvodstv metallov. – M.: Khimiya, 1985. – 240 s.
52. Gutman E.M., Getmanskii M.D., Klapchuk O.V., Krichman L.Ye.. Zashchita gazoprovodov neftnykh promyslov ot serovodorodnoy korrozii. – M.: Nedra, 1988. – 200 s.
53. Kruglyakov P.M., Kochibey N.V., Kuznetsova L.P. O vzaimosvyazi vnutrennego razrusheniya peny s umen'sheniyem yeye ob'yema. // Zhurnal Prikladnoy Khimii. – 1983. – T.45, № 5. – S.823-825.
54. Krymov A.M., Molchanov V.P., Sharovarnikov S.A. Model' protsessy tusheniya pozharov goryuchikh zhidkostey. / Tezisy dokladov chetvertyy mezhdunarodnyy konferentsii «Pozharnaya bezopasnost'». – M.: MIPB, 1995. – S. 243.
55. Kurbanov F.K., Ikramov A.A., Yusupova S.R. i dr. Vliyaniye razlichnykh faktorov na serovodorodnuyu korroziyu stali 20 v elektrolate. // Korroziya i zashchita v neftegazovoy promyshlennosti. – 1983. – Vyp.3. – S.1-3.
56. Lubenskiy A.P., Semikolenova Z.P. Korroziionnaya stoykost' uglerodistykh staley v gazoparovoy faze sistem, soderzhashchikh serovodorod i dvoukis' ugleroda. // Korroziya i zashchita v neftegazovoy promyshlennosti. – 1986. – Vyp. 5. – S.10-13.
57. Mishchenko I.T., Bravicheva T.B., Yermolayev A.I.. Vybora sposoba ekspluatatsii skvazhin neftnykh mestorozhdeniy s trudno izvlekayemyimi zapasami. – M.: Neft' i gaz, 2008. – 148 s.
58. Rachev KH.A., Stefanova S.T. Spravochnik po korrozii. – M.: Mir, 1982. – 520 s.
59. Ulich G.G. Korroziya metallov. – M.: Metallurgiya, 1968. – 308 s.



60. Ulich G.G. Revi R.U. Korroziya i bor'ba s ney. Vvedeniye v korrozionnuyu nauku i tekhniku. – L.: Khimiya (Leningradskoye otdeleniye), 1989. – 950 s.
61. Ibragimov N.G., Khafizov A.R., Shaydakov V.V., Khaydarov F.R. Oslozhneniya v nefte-dobyche. – Ufa: Monografiya, 2003. – 302 s.
62. Gabdrakhmanov A.G. O prichinakh obrazovaniya kristallicheskikh osadkov i sovershenstvovaniye metodov bor'by s nimi. // Neftyanoye khozyaystvo. – 1973, № 2. – S.46-49.

Publication history

Article received: 01.03.2022

Article accepted: 10.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## RESERVOIR PRESSURE MAINTENANCE (RPM) ON OIL DEPOSITS

**Zakir Abdurrahimov**

ASOIU, Oil and gas storage and transportation, master, E-mail: zakir.abdurahimov98@gmail.com

### ABSTRACT

The article provides a brief analysis of the issue of improving oil recovery as a result of lower formation pressure in offshore oil wells. In the introductory part, the issues of lowering the formation pressure during the operation of oil and gas fields were considered. It is known that during the initial operation of wells, the wellhead pressure is high, so the wellhead is sufficient to transport pressure. However, after a period of operation, a sharp drop in formation pressure is observed, and when the wellhead pressure is less than the pressure in the in-house pipelines, it is not possible to transport the oil or gas obtained through these pipelines. In such conditions, in order to improve the development of oil storage, products from offshore oil and gas fields are transported to the shore through special tanks. The issue of increasing the wellhead pressure of such wells has been widely studied, as the occurrence of such transport leads to the consumption of additional funds. The decrease in formation pressure is observed differently in different wells. This situation mainly varies depending on the operating conditions and service life of the wells. In this case, in order to increase the service life of oil and gas fields, work is underway to artificially increase the formation pressure. Thus, in order to eliminate the problem of reducing the formation pressure, gas or liquid is injected into the well from the outside, which helps to increase the pressure. In wells where the pressure in the pipe mouth space is reduced, the process of applying additional pressure from the outside is carried out continuously during the next operation. Then the pumps used to inject liquid and gas into the reservoir were inspected. Their equipment and various parts are shown through graphs. It was noted that pumps and pumping equipment differ in their characteristics depending on the volume and conditions of liquids and gases injected from the outside as a result of the reduction of formation pressure. In addition, the collection system and transportation process of such wells have been reviewed and explained in detail using graphs and tables. Finally, the generalized results from the considered topic were noted.

**Keywords:** fountain armature, reservoir pressure maintenance, injection pressure, pumping equipment, pump station, manifold block.

### XÜLASƏ

Dəniz neft quyularında lay təzyiqinin aşağı düşməsi nəticəsində neft yığının təkmilləşdirilməsi məsələsinin qısa təhlili verilmişdir. Giriş hissəsində neft-qaz yataqlarının istismar müddətində lay təzyiqinin aşağı düşmə məsələlərinə baxılmışdır. Lay təzyiqinin azalması müxtəlif quyularda fərqli şəkildə müşahidə olunur. Bu hal əsasən istismar quyularının işlənmə şəraitindən və istismar müddətindən asılı olaraq dəyişir. Bu hal baş verəndə neft – qaz yataqlarının istismar müddətinin artırılması məqsədilə lay təzyiqinin süni üsullarla artırılması işlərinə başlanılır. Belə ki, lay təzyiqinin azalması probleminin aradan qaldırılması məqsədilə quyuya kənardan qaz və ya maye vurulur ki, bu da təzyiqin artırılmasına köməklik göstərir. Boru ağızı fəzada təzyiqin azaldığı quyularda kənardan əlavə təzyiqin verilməsi prosesi növbəti istismar müddətində davamlı şəkildə həyata keçirilir. Sonra isə laya mayenin və qazın vurulması üçün istifadə olunan nasoslara





baxılmışdır. Onların avadanlıqları və müxtəlif hissələri qrafiklər vasitəsilə göstərilmişdir. Qeyd edilmişdir ki, lay təzyiqinin azalması nəticəsində oraya kənardan vurulan maye və qazların həcmindən və şəraitindən asılı olaraq nasoslar və nasos avadanlıqları müxtəlif xüsusiyyətlərinə görə fərqlənir. O cümlədən əlavə olaraq bu cür quyuların yığım sisteminə və nəql prosesinə də baxılmışdır və ətraflı şəkildə qrafiklərdən və cədvəllərdən istifadə olunaraq geniş şəkildə izah edilmişdir. Ən sonda isə baxılan mövzudan ümumiləşdirilmiş nəticələr qeyd olunmuşdur.

**Açar sözlər:** fontan armaturu, rezervuar təzyiqinin saxlanması, enjeksiyon təzyiqi, nasos avadanlığı, nasos stansiyası, manifold bloku.

**Introduction:** The most effective measure to ensure high oil recovery factors, typical for pressure regimes, at high rates of oil and gas extraction from deposits, is the artificial maintenance of reservoir energy by pumping water into the reservoirs. While maintaining reservoir pressures, gas evolution in the reservoir is prevented, since the reservoir pressure is maintained greater than the saturation pressure; high pressures are created that contribute to the displacement of oil from interlayers with low permeability; the terms of deposit development are reduced; economic indicators of development are improved.

At present, the correct methods of maintaining formation pressure in oil products are widely used in many countries around the world. The essence of these methods is that water, air, gas and other agents are injected into the productive layers, which compensates for the fluid from the formation. therefore, the energy expended in fluid production is fully recovered or the formation energy is maintained at an optimal level [5].

Reservoir flooding is the main method of maintaining reservoir pressures. It allows you to increase oil production at a rapid pace, provided that the volume of water injection compensates for the extraction of oil from the reservoir. According to the method of implementation, there are marginal and in-contour water flooding [1].

In case of in-loop water flooding, the formation is affected through a system of injection wells located according to one or another scheme inside the oil-bearing contour. This is a more intensive system of impact on the oil deposit. In-loop water flooding can significantly increase the rate of oil recovery and reduce the development time for large fields. At the same time, in-loop water flooding has several types [3].

Maintaining reservoir pressure requires the use of large volumes of water. The solution to the problem of water supply comes down to finding a reliable and abundant water source (with an assessment of the reserves and possible water consumption), substantiating the quality of water and developing a technology for its preparation. The demand is 3.5–4.8 m<sup>3</sup> of water per ton of oil produced. The flow rate of injected water is determined by the stage of field development [1].

The gravity injection method is used in reservoirs with low injection pressures (up to 3 MPa) and high well injectivity (300–650 m<sup>3</sup>/day). The share of injection by gravity is 14.5% of the annual injection [5], [6].

For more efficient operation of injection wells operated from the MCNS, a number of solutions can be proposed:

1. Due to the fact that the ANT 55 pump units operate within the maximum operating ranges (the maximum operating pressure of the pump is 35 MPa), it is necessary to purchase pumping equipment with an operating pressure of more than 35 MPa. It is proposed to consider the option of purchasing an ANT-370 pumping unit from the Bulanash Machine-Building Plant. The



technical characteristics of this pump allow injection at a discharge pressure of up to 54.5 MPa (Table 1).

**Table 1.** Technical characteristics of the three-plunger pump ANT-370

Type	AHT 370		
Model	370	370	370
Productivity, m <sup>3</sup> /h	6.8	4.1	2.7
Discharge pressure, MPa	43	54.5	70
Drive unit	Asynchronous, unregulated, adjustable		
Electric motor power, kW	250	315	400

It should be noted that at discharge pressures of more than 35 MPa, it is necessary to provide for all safety measures during the operation of ground equipment. It is required to impose additional requirements on pumping equipment, well piping, christmas trees. It is necessary to develop regulations for the operation and maintenance of pumping equipment at discharge pressures of more than 35 MPa.

2. Due to the low efficiency of operation of wells equipped with packers, as a production practice in many fields (leakage of packers during cyclic injection), we propose to ensure the operation of a reinforced production line in the design of the working structure. One of the wells to organize injection at injection pressures above 35 MPa.

3. In order to increase injection volumes from MKNS at several wells, we propose the introduction of new hydraulic boxes with plungers with a diameter of 40 mm. Changing the size of the plungers, in our opinion, will increase the injection through the wells by 40-45%. The dependence of the performance of the MCNS on the diameter of the plunger, at 182 double strokes of the plunger per minute, is presented in Table. 2.[8].

For a more rational development of fields where injection is carried out from the BKNS, it is necessary to be able to change the performance of the CNS pumps over a wide range. It is necessary to have pumps of various capacities at the BKNS in order to replace one existing CNS pump.

**Table 2.** The dependence of the performance of the MCNS on the diameter of the plunger

Plunger diameter, mm	Discharge pressure, MPa	Productivity, m <sup>3</sup> /h
30	35	2.4
35	35	3.2
40	27	4.2

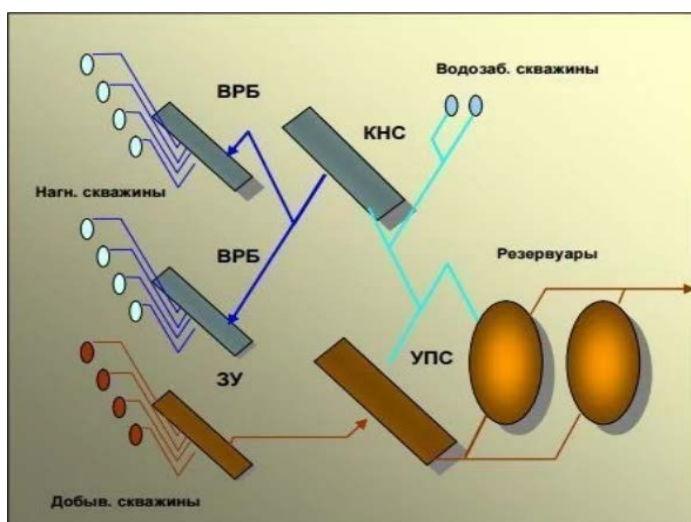
**Objective:** In the development of offshore oil fields, the production of wells is transferred to in-house pipelines and directed to the coast. The pressure in the intracranial pipelines is maintained at 20 atmospheres. When the wellhead pressure drops below 20 atmospheres, the well discharge line is separated from the in-house pipeline and the well is collected in individual tanks and transported to shore by individual means. To prevent this problem, measures will be taken to increase wellhead pressure in the master's dissertation. One of the planned measures is the

injection of an appropriate amount of compressed gas in the space behind the pipe in the fountain wells. Preliminary tests confirm that it is possible to increase the pressure in the wellbore zone on the basis of these measures in the wells. The amount of gas injected into the well will be selected so that the wellhead pressure is greater than 20 atmospheres and it will be possible to reconnect these wells to the in-line pipeline.

**Methods:** The RPM system is a complex of process equipment necessary for the preparation, transportation, injection of a working agent into the reservoir of an oil field in order to maintain reservoir pressure and achieve maximum oil recovery from the reservoir (Fig.1).

The PPD system should provide:

- the required volumes of water injection into the reservoir and its injection pressure for wells, development facilities and the field as a whole in accordance with the design documents;
- preparation of injected water to conditions (in terms of composition, physical and chemical properties, content of mechanical impurities, oxygen, microorganisms) that meet the requirements of design documents;
- monitoring the quality of water in the reservoir pressure maintenance system, measuring the injectivity of wells, accounting for water injection both for each well and for groups, formations and development objects and the field as a whole;



**Fig.1.** Scheme of the reservoir pressure maintenance system for the preparation, transportation, injection of a working agent

- tightness and reliability of operation of the system of industrial water conduits, the use of a closed cycle of water treatment and flooding of reservoirs using wastewater;
- the possibility of changing the modes of water injection into wells, conducting BHT of injection wells in order to increase the injectivity of the reservoirs, the coverage of reservoirs by the effect of waterflooding, and the regulation of the process of oil displacement to the bottoms of production wells.

The RPM system includes the following technological units (see Fig.2)

- system of injection wells;

- system of pipelines and distribution blocks (VRB);
- agent injection stations (BKNS), as well as equipment for agent preparation for injection into the reservoir.

The pipelines of the reservoir pressure maintenance system include:

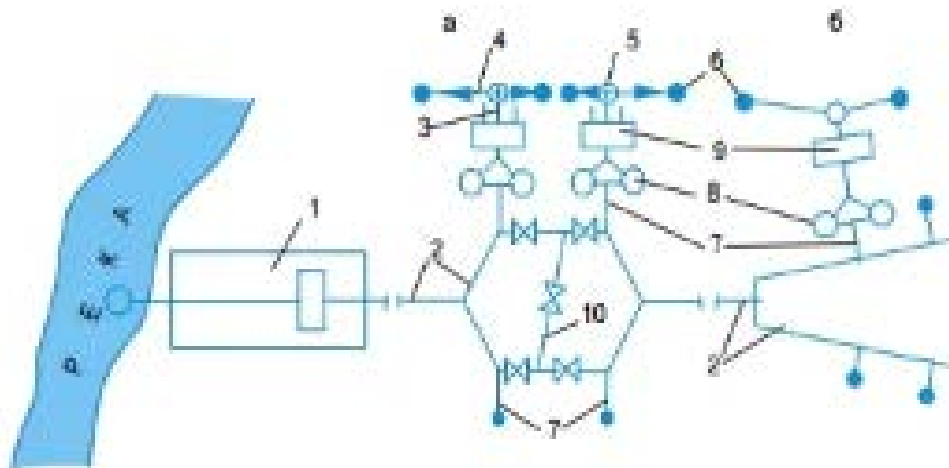
- injection lines (pipeline from VRB to the wellhead);
- low pressure conduits (pressure up to 2 MPa);
- high-pressure conduits (in high-pressure conduits, water is injected by pumping units);
- on-site conduits (water conduits of site facilities).

The transported product of pipelines is an aggressive mixture of waters containing: mechanical impurities, sulfur, calcite and other harmful substances.

Technologies for the collection and transport of products

Water is supplied to block cluster pumping stations (BCPS) from several sources:

- formation water is supplied through low-pressure conduits (UPSV and TsPPN (TsPS));
- low-pressure conduits supply water from water wells;
- fresh water is supplied from open reservoirs through low-pressure conduits.

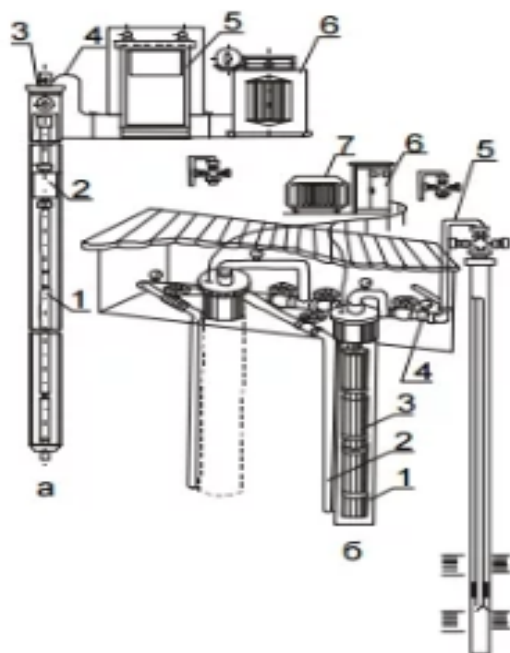


**Fig.2.** PPD piping system

For pumping water, pumping stations and installations are used, based mainly on centrifugal piston pumping units (Fig.3).

Up to several dozen injection wells are connected to pumping stations, called cluster pumping stations (CPS). The greatest development was received by cluster pumping stations of block design. There are block cluster pumping stations (BCPS) based on centrifugal pumps 1 2 3 5 6 4 7 6 5 4 3 2.

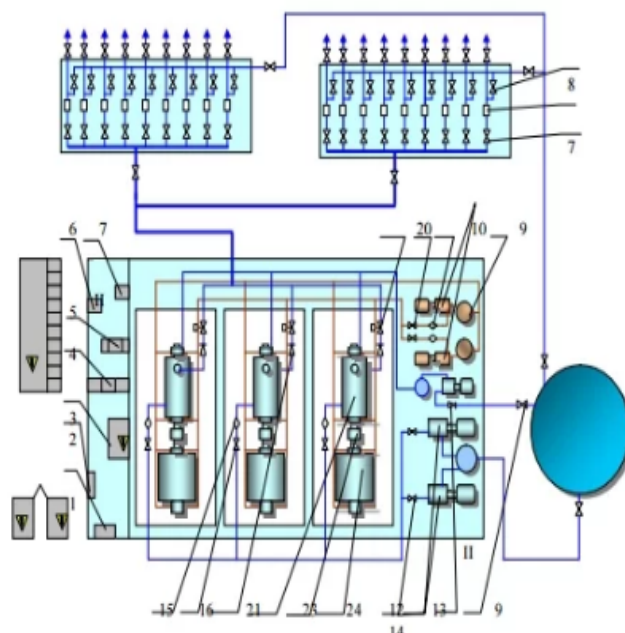
The intake line of the pumping unit is equipped with a strainer and a manual gate valve of the ZKL2 type, the discharge line is equipped with a check valve and an electric gate valve of the V-403 type.



**Fig.3.** Installation of a submersible centrifugal electric pump for formation water supply

1 - submersible motor; 2 - submersible pump; 3 - wellhead equipment; 4 - power cable; 5 - complex equipment; 6 - transformer; b - for pumping water: 1 - pit; 2 - distributing conduit; 3 - electric pump submersible apparatus; 4 - instrumentation; 5 - injection conduit; 6 - complex device; 7 – transformer.

The pressure manifold block (BG), designed to account for and distribute the TJ coming from the pump through pressure pipelines, is placed in a separate all-metal box at a distance of at least 10 m from the other blocks. Includes distribution manifold, backwash manifold, control station, flow meter with orifice, shut-off valve, fan, maintenance platform, electric furnace.



**Fig.4.** Typical technological scheme of BKNS

A promising direction is the use of hydraulic modular pumps with "absolute" flow control.

**Conclusion:** According to the analysis carried out, it can be concluded that in order to improve the reservoir pressure maintenance system at oil fields in OGPD Rechitsaneft, it is necessary to:

- in fields with low reservoir properties – purchase of MNKS to operate at injection pressures of more than 35 MPa, as well as trial equipment of well structures with a reinforced production string to organize injection at pressures up to 50 MPa;
- the introduction of HPS will reduce the material costs of maintenance of the MCPS, increase the reliability of the equipment of the pressure maintenance system by reducing the number of auxiliary equipment, the use of frequency converters on the HPS will allow flexible selection of the operating characteristics of pumping equipment. The street version of the HPS will reduce the consumption of electricity for heating in the winter.

## REFERENCES

1. Afanasyev A.V. Zavodneniye neftyanix mestorojdeniy pri visokix davleniyax naqnetaniya. – M.: Nedra, 1975. – 215 s.
2. Vliyaniye tempov zakachki na kharakter obvodneniya zalezhey nefi / N. K. Kartash [i dr.] // Effektivnyye puti poiskov, razvedki i razrabotki zalezhey nefi Belarusi: materialy nauch.-prakt. konf. – Gomel', 2007. – S.282–287.
3. Mineral'no-syr'yevaya baza Gomel'skoy oblasti (sostoyaniye i perspektivy razvitiya) / A. A. Makhnach [i dr.]. – Minsk : In-t geokhimii i gefiziki NAN Belarusi ; Belprint, 2005. – 2008.
4. Muzychko I.I. Opyt razrabotki nizkopronitsayemykh kollektorov neftyanykh mestorozhdeniy Prikarpat'ya s primeneniyyem zavodneniya / I. I. Muzychko, YU. M. Smuk, V. D. Mikhaylyuk // Poisk i osvoyeniye neftyanykh resursov Respubliki Belarus': sb. nauch. tr. / RUP «PO «Belorusneft'». – 2010. – Vyp. 7. – S.127–134.





5. Kartash N.K. Osobennosti razmeshcheniya nagnetatel'nykh skvazhin i ikh vozdeystviye na razrabotku mestorozhdeniy nefi / N. K. Kartash, L. G. Mel'nikova // *Effektivnyye puti poiskov, razvedki i razrabotki zalezhey nefi Belarusi : materialy nauch.-prakt. konf.* – Gomel', 2007. – S.311–316.
6. Otsenka effektivnosti sistemy PPD zalezhey nefi VII–IX pachek Rechitskogo mestorozhdeniya / I. V. Zhuk [i dr.] // *Poisk i osvoyeniye neftyanykh resursov Respubliki Belarus': sb. nauch. tr. / RUP «PO «Belorusneft'», 2012. – Vyp.8. – S.130–139.*
7. STP 09100.17015.043–2007 Voda dlya zavodneniya neftyanykh plastov. Trebovaniya k kachestvu. – Gomel': Belorusneft', 2007. – 14 s.
8. Sostavleniye skhem razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy RUP «PO «Belorusneft'». Utochnennyy proyekt razrabotki Rechitskogo mestorozhdeniya: otchet o NIR / BelNIPIneft'; ruk. N. L. Lobova. – Gomel', 2009. – 553 s.
9. Kudryashov A.A. Uchet deformatsionnykh protsessov, proiskhodyashchikh v plaste / A. A. Kudryashov // *Poisk i osvoyeniye neftyanykh resursov Respubliki Belarus': sb. nauch. tr. / RUP «PO «Belorusneft'». – 2010. – Vyp. 7. – S. 87–100.*

Publication history

Article received: 02.03.2022

Article accepted: 11.03.2022

Article published online: 21.03.2022



## ON THE SEPARATION OF SIMILAR FACILITIES BASED ON THE APPLICATION OF CLUSTER ANALYSIS

<sup>1</sup>Vefa Suleimanova, <sup>2</sup>Nurlan Jabizade, <sup>3</sup>Sevil Zeynalova

<sup>1,2</sup>SOCAR, "Oil and Gas Scientific Research Project" Institute, laboratory of "Oil and gas mining geology"

<sup>1</sup>Deputy director, Baku, Azerbaijan, c.g.-m.s.; <sup>2</sup>engineer

<sup>3</sup>ASOIU, department of "Oil and gas geology", assistant

E-mail: vefa\_ferid@mail.ru, nurlan.jabizade@gmail.com, z7sevil@mail.ru.

### ABSTRACT

As in all fields of science, in geology it is very important to study the degree of similarity or diversity of deposits and their layers [1,2].

The similarity or diversity of the deposits should be realized using the values of their complex parameters (collector indicators, physico-chemical properties of formation fluids, energy properties, etc.). In this case, the field or layer is considered a multidimensional object and is classified using specially designed models.

Classification methods play a key role in creating the geological basis of oil and gas fields. Therefore, it is very difficult to compile development projects for each of them. Here it is convenient to carry out geological-technological measures not in separate exploitation objects, but in groups consisting of similar objects.

There are many methods of classification in geology. The most commonly used are cluster, factor and discriminant analysis. In the article, with the help of cluster analysis, a grouping operation of similar objects was carried out on the example of block IV of the Neft Dashlary field. When applying cluster analysis, it should be checked whether there is a relationship between the data carrier parameters. When there is a dependence between the parameters, some errors occur as a result of the classification. Therefore, this method can be used as an express method.

Due to the time constraints in the development of offshore fields, maximum oil must be produced in a relatively short period of time. For this purpose, both II and III impact methods should be applied to the fields, the well network should be compacted, and it is necessary to use mathematical methods to separate the exploitation objects at the cross-section of the field and to separate the objects that can be developed together.

Neft Dashlary belongs to the Absheron archipelago, located in the Caspian Sea, and is the second most potential field in terms of hydrocarbon reserves after the Guneshli field. The field was opened in 1949. It is divided into 6 tectonic blocks by numerous faults. According to the information received, 81% of the remaining recoverable oil reserves belong to blocks IV and V.

The maximum thickness of the studied sedimentary complex was recorded in the area of V tectonic block 3350 m according to well 1918. Extensive research has been carried out in the Lower Pliocene (Productive strata) sediments, which, like other fields in the Absheron oil and gas district are important for industrial oil reserves.

The lithological composition of the Productive strata (lower Pliocene) consists of the replacement of sand, sandstone, siltstone and clay, as the Absheron oil and gas district. The thickness of these sediments is up to 2400 m.

Since the beginning of development, 1804 wells have been drilled in the field, of which 338 wells are in operation. Injection method is used to prevent the formation pressure in the field from



falling. The process of impact with water began in 1953, and a certain amount of additional oil production was obtained [3, 4].

The IV tectonic block of the Neft Dashlary field was involved in the research. Development of tectonic block IV began in 1951 with the commissioning of the horizon QA-2a. 18 productive horizons have been developed in the block. Given that each of these 18 facilities is in the final, that is stage IV of development, the study of the geological features of the effective completion of development is a very important problem.

Since the beginning of development, 32693.0 thousand tons of oil and 2907.9 million m<sup>3</sup> of dissolved gas have been extracted from the block. The number of drilled wells is equal to 369. The number of operating wells is equal to 71. The current oil recovery factor for the block was 0.414, and the last oil recovery factor was 0.492 [5, 6, 7, 8].

VIIa, VIII, IX, X and FLD IV are the basic horizons of the block. 20.5% of the oil extracted from this block falls on these horizons.

As for the analysis of the well fund, according to the current data, 23 exploration, 319 exploitation and 27 water injection wells have been drilled in the studied area. There are 74 wells in the general exploitation well fund, of which 71 are in operation and 3 are inactive. Of the existing production wells, 2 are operated by fountains and 69 by gas lifts. 4 wells are working in the injection [9, 10]. Due to certain geological and technical reasons, 280 wells (254 wells from the exploitation fund, 26 wells from the pumping fund) have been liquidated, and 11 wells are awaiting liquidation from the exploitation fund.

18 oil exploitation facilities are separated in the IV tectonic block of Oil Rocks. At this time, it is very difficult to develop separate projects for any facility. Therefore, it is considered expedient to develop measures aimed at increasing the efficiency of development not for separate exploitation facilities, but for a similar exploitation facility, and classification methods are used [11].

**Keywords:** deposit, block, reserve, well, injection, cluster analysis, group, geological-technological, classification.

## KLASTER ANALİZİN TƏTBİQİ ƏSASINDA OXŞAR OBYEKTŁƏRİN AYRILMASI HAQQINDA

<sup>1</sup>Vəfa Süleymanova, <sup>2</sup>Nurlan Cəbizadə, <sup>3</sup>Sevil Zeynalova

<sup>1,2</sup>SOCAR, <sup>1,2</sup>“Neftqazəlmətdəqiqatlayihə” İnstitutu, <sup>1,2</sup>“Neftqaz mədən geologiyası” laboratoriyası

<sup>1</sup>müdir müavini, g.-m.e.n, <sup>2</sup>mühəndis

<sup>3</sup>ADNSU, <sup>3</sup>“Neft-qaz geologiyası” kafedrası, <sup>3</sup>assistent

E-mail: <sup>1</sup>vefa\_ferid@mail.ru; <sup>2</sup>nurlan.jabizade@gmail.com; <sup>3</sup>z7sevil@mail.ru

### XÜLASƏ

Bütün elm sahələrində olduğu kimi, geologiyada da yataqların və onların laylarının oxşarlıq və ya müxtəliflik dərəcəsini öyrənmək çox zəruridir [1,2].

Yataqların oxşarlıq və ya müxtəlifliyi onların kompleks parametrlərinin (kollektor göstəriciləri, lay flüidlərinin fiziki-kimyəvi, energetik xüsusiyyətləri və s.) qiymətlərindən istifadə etməklə həyata keçirilməlidir. Bu halda yataq və ya laya çoxölçülü obyekt kimi baxılır və təsnifat xüsusi tərtib olunmuş modellər vasitəsilə aparılır.



Neft-qaz yataqlarının geoloji əsaslarının yaradılmasında təsnifat metodları əsas rol oynayır. Odur ki, onların hər biri üçün işlənmə layihələri tərtib etmək çox çətinidir. Burada geoloji-texnoloji tədbirlərin ayrı-ayrı istismar obyektləri üçün deyil, oxşar obyektlərdən təşkil edilmiş qruplarda həyata keçirilməsi əlverişlidir.

Geologiyada bir çox təsnifat metodları mövcuddur. Onlardan ən çox istifadə olunanları klaster, faktor, diskriminant analizləridir. Məqalədə klaster analizin köməyi ilə Neft Daşları yatağı IV blok timsalında oxşar obyektlərin qruplaşdırma əməliyyatı aparılmışdır. Klaster analizi tətbiq edilərkən məlumatdaşıyıcı parametrlər arasında asılılığın olub-olmaması yoxlanılmalıdır. Parametrlər arasında asılılıq olduqda aparılan təsnifatın nəticəsində bəzi xətlər olur. Odur ki, bu üsuldən ekspres metod kimi istifadə etmək olar.

Dəniz yataqlarının işlənmə prosesində zaman məhdudiyyətliyinin olması səbəbindən burada nisbətən qısa vaxt ərzində maksimum neft hasil edilməlidir. Bu məqsədlə yataqlara istər II, istərsə də III təsir üsulları tətbiq olunmalı, quyu şəbəkəsi sıxlaşdırılmalı, yatağın kəsilişində istismar obyektlərinin ayrılmasına və birgə işlənilə biləcək obyektlərin ayrılması üçün riyazi üsullardan istifadə edilməsi zəruridir.

Neft Daşları Xəzər dənizi akvatoriyasında yerləşən Abşeron arxipelaqına aid olub, Günəşli yatağından sonra karbohidrogen ehtiyatlarının həcmi baxımından ikinci potensial imkana malik olan yataqdır. Yataq 1949-cu ildə açılmışdır. Çoxsaylı qırılmalarla 6 tektonik bloka bölünmüşdür. Əldə olunan məlumatlara görə qalıq çıxarılabılən neft ehtiyatının 81%-i məhz IV və V bloklara aiddir.

Öyrənilmiş çöküntü kompleksinin maksimum qalınlığı V tektonik blok ərazisində 1918 sayılı quyu məlumatlarına əsasən 3350 m qeyd edilmişdir. Sənaye əhəmiyyətli neft ehtiyatlarına görə Abşeron neftli-qazlı rayonunda yerləşən digər yataqlar kimi, bu yataqda da əsas əhəmiyyətli olan alt Pliosen (Məhsuldar qat) çöküntülərində geniş tədqiqat işləri aparılmışdır.

Məhsuldar qatın (alt Pliosen) – litoloji tərkibi Abşeron neftli-qazlı rayonunda olduğu kimi qum, qumdaşı, alevrit və gillərin bir-birini əvəz etməsindən ibarətdir. Bu çöküntülərin qalınlığı 2400 m-ə qədərdir.

İşlənmənin əvvəlindən yatağa 1804 quyu qazılmış, bunlardan 338 quyu istismar fondundadır. Yataqda lay təzyiqinin aşağı düşməsinin qarşısını almaq üçün suvurma üsulu tətbiq olunur. Su ilə təsir prosesinə 1953-cü ildə başlanmışdır və müəyyən həcmdə əlavə neft hasilatı alınmışdır [3, 4]. Tədqiqata Neft Daşları yatağının IV tektonik bloku cəlb edilmişdir. IV tektonik blok işlənməyə 1951-ci ildə QA-2a horizontunun istismara daxil olması ilə başlamışdır. Blokda 18 məhsuldar horizont işlənməyə daxil edilmişdir. Qeyd edilən 18 istismar obyektinin hər biri işlənmənin sonuncu, yəni IV mərhələsində olduqlarını nəzərə alaraq burada işlənmənin effektiv başa çatdırılmasının geoloji xüsusiyyətlərinin tədqiqi çox mühüm problemdir.

İşlənmənin əvvəlindən blokdan 32693,0 min t neft, 2907,9 mln.m<sup>3</sup> həll olmuş qaz çıxarılmışdır. Qazılmış quyuların sayı 369-a bərabərdir. İşlək quyu sayı 71-ə bərabərdir. Blok üzrə cari neftvermə əmsalı 0,414, son neftvermə əmsalı isə 0,492 olmuşdur [5, 6, 7, 8].

VIIa, VIII, IX, X və FLD IV blokun bazis horizontlarıdır. Bu blokdan çıxarılan neftin 20,5 %-i məhz bu horizontların payına düşür.

Quyu fondunun təhlilinə gəldikdə, əldə olunan cari məlumatlara görə demək olar ki, tədqiq olunan sahə üzrə 23 kəşfiyyat, 319 istismar, 27 suvurucu quyu qazılmışdır. Ümumi istismar quyu fondunda 74 quyu vardır ki, bu quyulardan 71-i fəaliyyətdə, 3-ü isə fəaliyyətsiz fonda. İşlək hasiledici fonda olan quyulardan 2-si fontan, 69-u isə qazlift üsulu ilə istismar olunur. Suvurmada 4 quyu işləyir [9, 10]. Müəyyən geoloji və texniki səbəblərə görə 280 quyu (254 quyu



istismar fondundan, 26 quyu isə suvurucu fondan) ləğv olunmuş, 11 quyu isə istismar fondundan ləğv gözləyir.

Qeyd edildiyi kimi, Neft Daşlarının IV tektonik blokunda 18 neftli istismar obyektı ayrılır. Bu zaman hər hansı bir istismar obyektı üçün ayrıca layihələr tərtib etmək çox çətinidir. Odur ki, işlənmənin effektivliyinin artırılmasına doğru yönəldilmiş tədbirləri ayrı-ayrı istismar obyektləri üçün yox, oxşar istismar obyektı üçün hazırlamaq məqsədəuyğun hesab edilir və təsnifat üsullarından istifadə edilir [11].

Açar sözlər: yataq, blok, ehtiyat, quyu, klaster analiz, qrup, geoloji-texnoloji, təsnifat.

**Giriş:** Uzun müddət işlənmədə olan yataqların qruplaşdırılması son zamanlar daha aktual problemlərdən biridir. Bu proses istismar obyektlərinin ayrıca öyrənilməsi və layihələndirilməsi zamanı qarşıya çıxan problemləri aradan qaldırmağa imkan verir. Odur ki, son vaxtlar obyektlərdə perspektivli layihələrin tətbiqində qlobalıq prinsipi əsas götürülür ki, bu da yalnız onların etibarlı qruplaşdırılması nəticəsində mümkündür.

İşlənmənin son mərhələsində olan həm dəniz, həm də quru yataqlarda istismar edilən neft yataqlarının böyük əksəriyyəti kifayət qədər çıxarılabilən qalıq ehtiyata malikdir. Xüsusilə, dənizdə istismar olunan yataqlarda ehtiyatların optimal mənimsənilməsinə geoloji amillərdən (kəsilişdə iştirak edən layların qeyri-bircinsliyi və tektonik qırılmaların mürəkkəbləşməsi) başqa, texnoloji amillər də böyük təsir göstərir. Belə ki, estakadayanı meydançalardan, ayrıca dəniz özüllərindən istismarın aparılması ehtiyatların işlənilmə ilə tam əhatə olunmamasına və istismar obyektlərində neftlə doymuş lokal sahələrin kifayət qədər qalmasına səbəb olur.

**Məqsəd:** Klaster analiz üsulu dəniz sahəsində yerləşən və uzun müddət istismarda olan Neft Daşları yatağında tətbiq edilmişdir. Yataq Xali-Dostluq (Kəpəz) antiklinal xətti üzərində yerləşir. Yatağın quyularda açılmış geoloji kəsilişində Eosen-Dördüncü dövr çöküntüləri iştirak edir. Öyrənilmiş çöküntü kompleksinin maksimum qalınlığı V tektonik blok ərazisində 1918 sayılı quyu məlumatlarına əsasən 3350 m qeyd edilmişdir. Sənaye əhəmiyyətli neft ehtiyatlarına görə Abşeron neftli-qazlı rayonunda yerləşən digər yataqlar kimi, bu yataqda da əsas əhəmiyyətli olan alt Pliosen (Məhsuldar qat) çöküntülərində geniş tədqiqat işləri aparılmışdır.

Neft Daşları mədənin IV tektonik blokunda 18 neftli istismar obyektı ayrılır. Bu zaman hər hansı bir istismar obyektı üçün ayrıca layihələr tərtib etmək çox çətinidir. Odur ki, işlənmənin effektivliyinin artırılmasına doğru yönəldilmiş tədbirləri ayrı-ayrı istismar obyektləri üçün yox, oxşar istismar obyektı üçün hazırlamaq məqsədəuyğun hesab edilir.

**Metodlar:** Əldə edilmiş parametrlərdən istifadə edilərək yataqlar arasında oxşarlığı müəyyən etmək üçün klaster analizindən istifadə edilmişdir. Qeyd edildiyi kimi, blokda 18 məhsuldar horizont işlənməyə daxil edilmişdir (cədvəl 1).

IV blokun istismar obyektlərində təsnifat prosesi aşağıdakı ardıcılıqla aparılmışdır. İlk olaraq bu yataqların geoloji-texnoloji parametrləri toplanıb, sistemləşdirilib və cədvəllər şəklinə göstərilmişdir (cədvəl 3).

Əldə edilmiş parametrlərdən istifadə edilərək yataqlar arasında oxşarlığı müəyyən etmək üçün klaster analizindən istifadə edilmişdir. Tətbiq olunan klaster analizi ilə yataqları geoloji-texnoloji parametrlərə görə təsnif etmişik. Qeyd etmək lazımdır ki, analiz zamanı parametrlərin normallaşdırılmış qiymətlərindən istifadə edilmişdir.



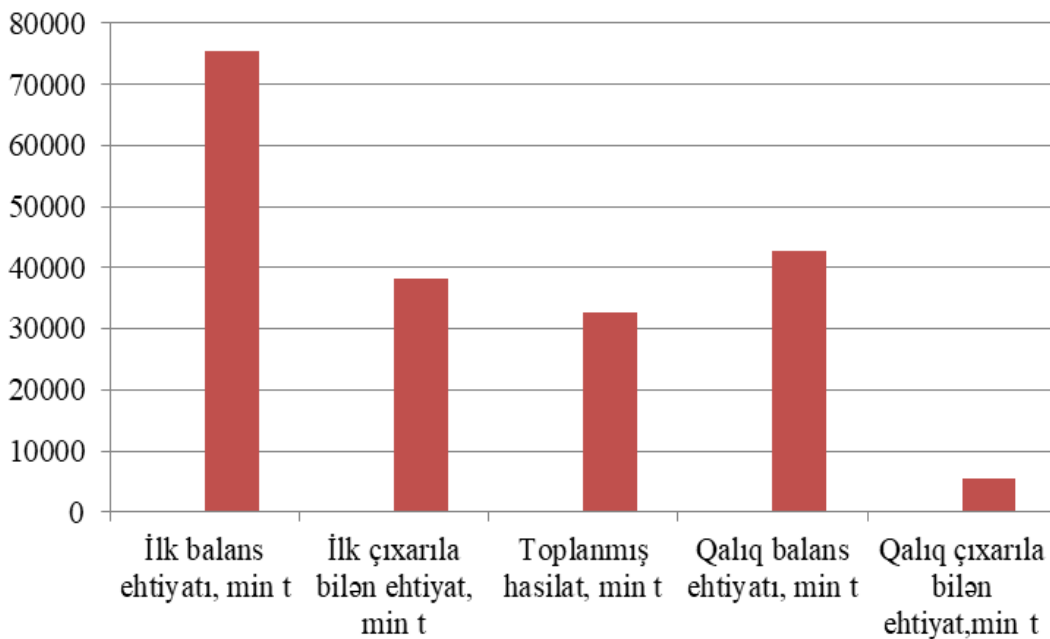
Problemin həllində məhz klaster analizinin tətbiqedilmə səbəbləri sırasından əsas üçünü qeyd edək:

- 1) qoyulan məsələnin həllində iyerarxik təsnifatın aparılmasının vacibliyi;
- 2) bu analizdə çoxölçülü parametrlərin qiymətlərinin nəzərə alınması;
- 3) obyektlərin qruplaşmalarının daha asan müşahidə edilməsi.

#### Cədvəl 1. IV blok üzrə neftli horizontlar

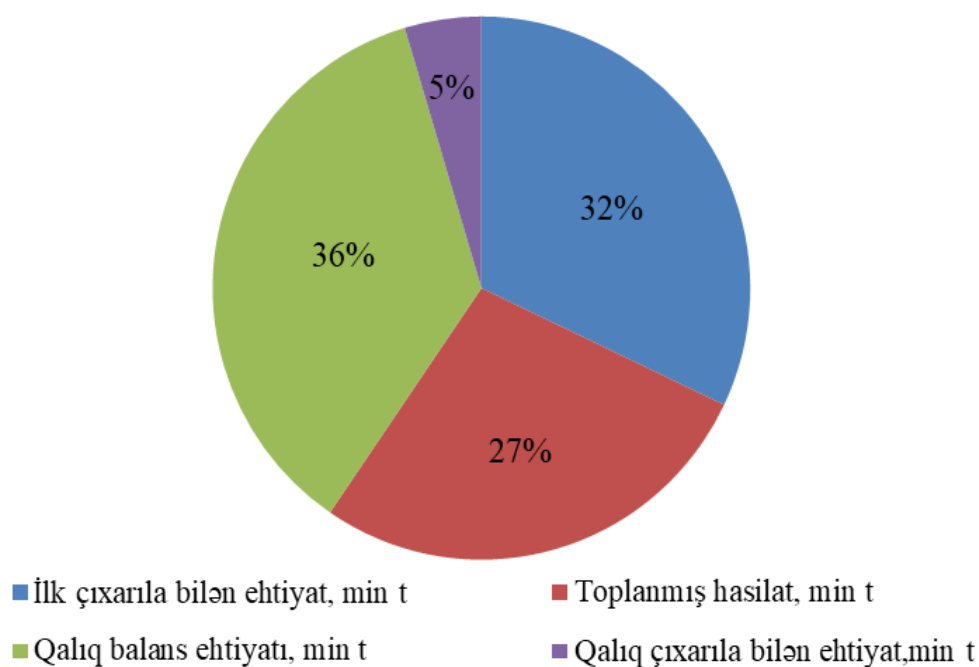
Neftli horizontlar	Neftli horizontların sayı
QaLD-4, QaLD-3, QaLD-2, QaLD-1, QA-2a, QA-2ü, QA-1, QDü, QD-2, QD-1, QÜQ, QÜG, FLD, X, IX, VIII, VIIa, VII	18

IV tektonik blok üzrə ümumi geoloji ehtiyatın həcmi 75 mln. tondan çoxdur. 40%-ə yaxın qalıq balans ehtiyatı mövcuddur. Blok üzrə ehtiyatların həcmi şəkil 1,2-də verilmişdir.



Şəkil 1. Ehtiyatların paylanması histqramı





**Şəkil 2.** IV blok üzrə ehtiyatların həcmi

Məqalədə quyu fondunun təhlili geniş şəkildə aparılmış və cədvəl 2-də öz əksini tapmışdır.

**Cədvəl 2.** IV blok üzrə mədən göstəriciləri

İşlənəndə olan horizontların sayı:	18
o cüm. su ilə təsir edilib	14
hazırda işlənəndə olan	16
Hasilat quyularının sayı:	71
o cüm. fontan	2
Cəmi çıxarılmış: neft, min t	32693,0
su, min m <sup>3</sup>	15438,2
1 quyuya düşən hasilat: neft, t/gün	5,0
maye, t / gün	11,5
Vurucu quyuların sayı	4
Gündəlik su qəbulu, m <sup>3</sup>	234,9
Laylara təsirin əvvəlindən vurulan suyun miqdarı, min m <sup>3</sup>	46074,9
Təsirin əvvəlindən suvurma əmsalı	0,90
Təsirin əvvəlindən əlavə neft hasilatı, min t	16280,0

Ümumiyyətlə təsnifat işləri aparılarkən geoloji, texnoloji və geoloji-texnoloji amillərə görə həyata keçirilir. Mövcud tədqiqat işində aparılan təsnifat modeli geoloji-texnoloji əlamətlərə görə həyata keçirilmişdir. Proqram üçün hazırlanmış massiv cədvəl 3-də verilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, analiz zamanı parametrlərin normallaşdırılmış qiymətlərindən istifadə edilmişdir



Ümumiyyətlə, obyektlərin işlənməsinin layihələndirilməsində önəm veriləcək müxtəlif parametrlər mövcuddur. Bu zaman, əsasən, neftverməyə müsbət və mənfi təsir edən parametrlərə diqqət yetirmək lazımdır. Tədqiqat obyektində mövcud olan istismar obyektlərinin geoloji-texnoloji parametrlərə görə təsnifatı zamanı 3 oxşar qrup alınmışdır (şəkil 3).

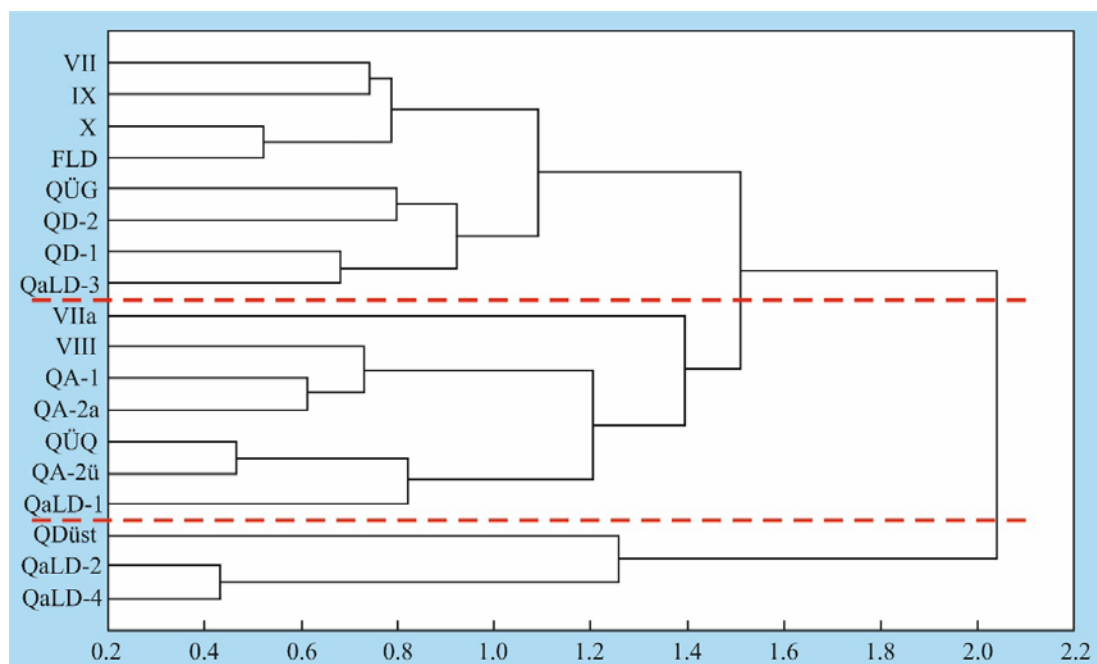
**Cədvəl 3.** IV tektonik sahənin geoloji-texnoloji əlamətlə

Horizontlar	Effektiv qalınlıq, m	Məsaməlik, %	Keçiricilik, $10^3 \text{ mkm}^2$	Neftin özlülüyü, mPas	Neftin sıxlığı, $\text{kg/m}^3$	Neftlə doyma	Həcm əmsalı	İlk lay təzyiqi, MPa	Gillilik, %	Qumluluq, %	İlk dövrdə hasilatın çıxarılma temp., %	Cari lay təzyiqi, MPa	Təzyiqlər fərqi, MPa	Qaz amili, $\text{m}^3/\text{t}$	Sulaşma, %	Neftvermə əmsalı
VII	20	22	245	4.6	887	0.11	1.06	100	47.2	44	3.13	32	68	47	52	0.25
VIIa	6	24	400	8.4	887	0.65	1.06	106	31.5	54	9.32	24	82	62	49	0.7
VIII	16	23	510	7.6	886	0.45	1.06	108	36.2	51	20	33	75	59	76	0.49
IX	13	23	330	7.8	893	0.27	1.06	110	32.7	51	5.34	55	55	61	71	0.33
X	14	24	470	3	888	0.27	1.06	112	41.7	49	8.85	39	73	79	62	0.35
FLD	18	23	340	3.7	868	0.38	1.06	115	38.9	49	3.03	42	73	56	54	0.43
QÜG	6	21	100	5.1	862	0.4	1.06	118	23.2	39	9.21	44	74	42	46	0.5
QÜQ	17	25	340	3.9	857	0.5	1.06	120	25.3	62	27.39	36	84	79	40	0.54
QDüst	7	22	75	4.8	891	0.01	1.06	120	54	27	15.1	98	22	72		0.29
QD-1	8	20	100	4.2	865	0.22	1.06	121	43.3	49	6.31	61	60	70	61	0.3
QD-2	13	22	200	3.5	870	0.42	1.06	123	43	49	3.82	84	39	52	37	0.49
QA-1	27	24	500	5	874	0.34	1.06	126	26	62	25.7	46	80	56	63	0.7
QA-2ü	13	25	350	3	879	0.43	1.06	130	28	67	20.2	59	71	65	39	0.48
QA-2a	24	25	350	7	877	0.55	1.06	141	28	65	20.3	59	82	58	77	0.6
QaLD-1	24	24	460	3	877	0.4	1.06	150	33	52	23.1	76	74	57	54	0.49
QaLD-2	12.8	22	160	3	889	0.15	1.06	160	39	48	5.89	98	62	78	15	0.19
QaLD-3	14	23	160	3	895	0.26	1.06	165	28	50	7.13	105	60	57	82	0.37
QaLD-4	15	23	130	3	907	0.1	1.06	170	42	52	3.972	132	38	52	80	0.2

Aşağıda hər bir qrup üçün səciyyəvi xüsusiyyətlər təhlil edilmişdir: Birinci qrupa 8 istismar obyekti (VII, IX, X, FLD, QÜG, QD-1, QD-2, QaLD-3) daxil olmuşdur. Süxurların kollektor

xüsusiyyətlərinin yaxşı olmasına baxmayaraq, ilk lay təzyiqinin qiyməti, eləcə də suvurma prosesində gözlənilən nəticələrin əldə edilməməsi səbəbindən işlənilmənin əvvəlində neftçıxarma tempinin qiyməti aşağı olmuşdur. Məhz buna görə də obyektlər üzrə ehtiyatdan istifadə dərəcəsinin orta qiymətlə 38 %-dir.

İkinci qrup obyektlərə 7 işlənəmə obyekti (VIIa, VIII, QA-1, QA-2alt, QÜQ, QA-2üst, QaLD-1) daxildir. Digər qruplarla müqayisədə II qrup obyektlərdə effektiv qalınlıq, məsaməlik, keçiricilik, neftin özlülüyü, neftlə doyma əmsalı, ilk lay təzyiqi, qumluluq və ilk dövrdə hasilatın çıxarılma tempinin qiymətləri yüksək, neftin sıxlığı, cari lay təzyiqi və gillilik aşağı qiymətlərlə səciyyələnir. Bu qrupda neftlərin özlülüyünə çox olması ilə paralel keçiricilik, məsaməlik kimi parametrlərin qiymətlərində yüksək olması neftverimə əmsalının qiymətinin yuxarı olmasına şərait yaradır. Neftverimə müsbət təsir edən parametrlərin qiymətlərindən göründüyü kimi, ehtiyatdan istifadə dərəcəsinin qiyməti digər qruplarla müqayisədə daha yüksəkdir (57 %).



**Şəkil 3.** Geoloji-texnoloji əlamətlərə görə təsnifat modeli

Üçüncü qrupda isə 3 (QDüst, QaLD-2, QaLD-4) lay dəstəsi iştirak edir. III qrup obyektlərdə neftverimə müsbət təsir edən parametrlərin (məsaməlik, keçiricilik) qiymətləri minimum qiymətlə təmsil olunur. Gillilik üstünlük təşkil edir (45 %). Məhz bu baxımdan ilk dövrdə hasilatın çıxarılma tempi aşağı olmuşdur (8,33%). Ehtiyatdan istifadə dərəcəsi 23 %-dir.

Nəticə: İşlənəmənin effektiv aparılması üçün klaster analizin imkanlarından istifadə etməklə 18 istismar obyekti 3 qrup oxşar obyektlər qismində təsnif edilmişdir. Tədqiqat işində toplanmış, sistemləşdirilmiş geoloji-mədən göstəricilərinin təhlili və klaster analizin interpretasiyasına görə gələcəkdə hasilatın sabit saxlanılması və işlənəmə prosesinin effektivliyinin artırılması məqsədilə aşağıdakı geoloji-texniki tədbirlərin həyata keçirilməsi vacibdir:

- qazma işlərinin yatağın az işlənmiş məhsuldar sahələrində davam etdirilməsi;



- suvurma sisteminin təkmilləşdirilməsi məqsədilə IV blokda fəaliyyətsiz fondada olan 3 quyunun suvurucu fonda keçirilməsi (cəmi gündəlik vurulacaq su həcmi 472 m<sup>3</sup>) tövsiyə olunur;  
- yataqda üçüncü təsir üsulları və layların neftveriminin artırılması üçün yeni texnologiyaların tətbiqinin genişləndirilməsi.

Tədqiqatlar göstərir ki, təklif olunan üsulun tətbiqi Azərbaycanın dəniz sahəsində yerləşən yataqları ilə yanaşı, quru sahəsində istismar olunan çoxsaylı neft yataqları üçün də zəruridir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Bagirov B.A. Geologicheskie osnovi dorazrabotka neftyanix zalezey. – Baku: Elm, 1986.
2. Yusufzade X.B. Sostoyanie i perspektivi pazvitiya neftegazodobichi v Azerbayjane. // ANX. – 2000, №11-12. – S.29-39.
3. Salmanov A.M., Eminov A.Sh., Abdullayeva L.A. Azarbaycan neft yataqlarının işlanılmasının cari vəziyyəti və geoloji madan göstəriciləri. – Bakı, 2015.
4. Salmanov A.M., Karimov N.S., Ahmadov E.H. Neft Daxları yataqında Qimaki lay dəstəsi obyektlərində suvurmanın nəticələri. // ANT. – 2012, № 5. – S.20-25.
5. Eminov A.Sh. Neft Daxları yataqının işlənməsinin cari vəziyyəti və ehtiyatın tam mənimsənilməsi üçün yeni yanaşmalar. // ANT. – 2014, №3. – S.20-24.
6. Eminov A., Cafarov R., Karimov N. Neft Daxları yataqının ehtiyatlarının daqiqlaşdırılması ilə əlaqədar işlənməsinin başa çatdırılması. – ANT, 2013, №11.
7. Abdullayev A.A., Alakbarli C.I. Neft Daxları yataqında Qırmakialtı lay dastasının perspektivliyinin əsaslandırılması. // ANX. – 2019, № 9. – S.34.
8. Mahmudov Q.T., Abdullayev A.A. Neft Daxları yataqının cari işlənmə vəziyyəti və geoloji-madan göstəriciləri. // ANT. – 2016, № 11. – S.8-13.
9. Karimov N.S. Neft Daxları yataqında istismar obyektlərinin suvurma prosesinin cari vəziyyəti və suvurma sisteminin optimallaşdırılması. // ANT. – 2015, № 6. – S.19-24.
10. Qasımlı A.M., Babayev R.S., Aliyev E.N. Dəniz neft yataqlarında laylara mikrobioloji təsir üsulunun tətbiqi ilə neftveriminin artırılmasının mümkünlüyü. // ANT. – 2017, № 5. – S.8.
11. Suleymanova V.M., Raxmanov K.N. Analiz sostoyaniya razrabotki mestorojdeniya Neft Daxları (na primer IV bloka). g. Kayani. // Molodoy ucheniy mejduharodniy nauchniy jurnal. – 2021, № 347. - S.244-247.

Publication history

Article received: 02.03.2022

Article accepted: 11.03.2022

Article published online: 21.03.2022

**GROUP OF REVIEWERS**  
**RƏYÇİLƏR Qrupu****Akper Feyzullayev**

Specialized Scientific Board on defense of doctoral dissertations of High Certification Commission at President of the Azerbaijan Republic. Doctor of sciences, professor, academician of Azerbaijan National Academy of Sciences (ANAS). Chief.

**Ali Zalov**

Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Analytical and Organic Chemistry. Head of Department of Analytical and Organic Chemistry. Professor. Doctor of science.

**Almaz Mehdiyeva**

Azerbaijan State Oil and Industry University. Associate Professor. PhD in TS

**Arif Məmmədov**

Head of the Department of Materials Technology, Azerbaijan Technical University, Professor. Azerbaijan State Marine Academy. Professor

**Elchin Suleymanov**

Baku Engineering University. Associate Professor of Department Finance. PhD in Economy.

**Heyder Guliyev**

Azerbaijan State Agricultural University. English Teacher. PhD in Philology

**Huseyngulu Guliyev**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, "Azerenergy" OJSC. "Azerbaijan Scientific-Research and Design-Research Energy Institute" LLC, Head of Department.

**Igor Garagash**

Doctors of physical and mathematical sciences. Head of the Laboratory of Geomechanics - Institute of Earth Physics RAS, Professor.

**Lala Bekirova**

Azerbaijan State Oil and Industry University. Head of Department "Instrumentation Engineering". Doctor of Technical Sciences. (Azerbaijan).

**Mahmud Hajizade**

Deputy of Department Head. Innovation Agency Azerbaijan. PhD in Economics.

**Natig Safarov**

Oil and Gas Scientific Research Institute (Socar). Chief of Laboratory "Transportation of Oil and Gas. PhD in TS.

**Nazim Imamverdiyev**

Doctor of Geology and Minerology Science. Baku State University. Department of Economic Minerals Professor.

**Rena Gurbanova**

Azerbaijan State Oil and Industry University. Associate Professor. PhD in Chemistry.

**Vagif Akhmedov**

Catalysis and Inorganic Chemistry, ANAS, Baku,. Head of the Nanocomposite Catalysts Laboratory. Professor of Chemistry.



Azerbaijan State Oil and Industry University and International Research, Education & Training Center. MTÜ (Estonia, Tallinn) are publishing scientific papers of scientists on Website and in Referred Journal with subjects which are mentioned below:

### © THE BALTIC SCIENTIFIC JOURNALS

#### Mathematics

Computer Science Mechanics

#### Mechanics

Mechanics of deformable solid materials

Dynamics and durability of machinery, devices and systems

#### Chemistry

Analytical chemistry

Inorganic Chemistry

Organic chemistry

Physical chemistry

Petro chemistry

Chemical kinetics and catalysis

Chemistry and technology of composite materials

#### Earth Sciences

Geophysics, geophysical methods of exploration of mineral resources

Lithology

Hydrogeology

Engineering geology

Geology and exploration of oil and gas fields

Well drilling technology

Processing and exploration of oil and gas fields

Development technology of offshore resource fields

#### Technical Sciences

Chemical technology and engineering

Materials technology

Machines, equipment and processes

Theoretical electrical Engineering

Electrical systems and complexes

Thermal power plants (thermal unit)

The theoretical foundations of thermal installations

High Voltage Technology

Information measurement and management systems (different fields)

System analysis, management and information processing

Construction and operation of oil and gas pipelines, bases reservoirs

Solids electronics, radio-electronic components, micro and Nano electronics

#### Economic sciences

Types of economic activity

Area economy

World economy

Organizing and management of the entities





## AIMS AND SCOPE

**ICRET MTÜ The Baltic Scientific Journals** publishes peer-reviewed, original research and review articles in an open access format. Accepted articles span the full extent of the social and behavioral sciences and the humanities.

ICRET MTÜ The Baltic Scientific Journals seeks to be the world's premier open access outlet for academic research. As such, unlike traditional journals, ICRET MTÜ The Baltic Scientific Journals does not limit content due to page budgets or thematic significance. Rather, ICRET MTÜ The Baltic Scientific Journals evaluates the scientific and research methods of each article for validity and accepts articles solely on the basis of the research. Likewise, by not restricting papers to a narrow discipline, ICRET MTÜ The Baltic Scientific Journals facilitates the discovery of the connections between papers, whether within or between disciplines.

ICRET MTÜ The Baltic Scientific Journals offers authors quick review and decision times; a continuous-publication format; and global distribution for their research via ICRET MTÜ The Baltic Scientific Journals Online. All articles are professionally copyedited and typeset to ensure quality.

Those who should submit to ICRET MTÜ The Baltic Scientific Journals include:

- Authors who want their articles to receive quality reviews and efficient production, ensuring the quickest publication time.
- Authors who want their articles to receive free, broad, and global distribution on a powerful, highly discoverable publishing platform.
- Authors who want their articles branded and marketed by a world-leading social science publisher.
- Authors who want or need their articles to be open access because of university or government mandates.



**NGO International Research, Education & Training Center (Estonia, Tallinn)** is publishing scientific papers of scientists on Website and in Referred Journals with subjects which are mentioned below:

© **The Baltic Scientific Journals**

ISSN: 2613-5817; E-ISSN: 2613-5825; UDC: 0 (0.034);

DOI PREFIX: 10.36962/PIRETC

Proceeding of The International Research Education & Training Center.

<https://bsj.fisdd.org/index.php/piretc>

ISSN: 2674-4562, E-ISSN: 2674-4597, UDC: 620.9 (051) (0.034);

DOI PREFIX: 10.36962/ENECO

Proceedings of Energy Economic Research Center. ENECO

<https://bsj.fisdd.org/index.php/eneco-peerc>

ISSN: 1609-1620, E-ISSN: 2674-5224; UDC: 62 (051) (0.034);

DOI PREFIX: 10.36962/PAHTEI

Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions. PAHTEI

<https://bsj.fisdd.org/index.php/pahtei>

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055; UDC: 672, 673, 67.01-67.02

DOI PREFIX: 10.36962/ETM

ETM Equipment, Technologies, Materials

<https://bsj.fisdd.org/index.php/etm>

ISSN: 2733-2713; E-ISSN: 2733-2721; UDC: 33

DOI PREFIX: 10.36962/SWD

SOCIO WORLD-SOCIAL RESEARCH & BEHAVIORAL SCIENCES

<https://bsj.fisdd.org/index.php/swd>

E-ISSN: 2587-4713; UDC: 620.9 (051) (0.034)

DOI PREFIX: 10.36962/ECS

Economics

<https://scia.website/index.php/ecs>



**Society of Azerbaijanis living in Georgia. NGO. (Georgia, Tbilisi)** is publishing scientific papers of scientists on Website and in Referred Journals with subjects which are mentioned below:

© **Southern Caucasus Scientific Journals**

ISSN: 2346-8068; E-ISSN: 2346-8181; UDC: 611-618

DOI PREFIX: 10.36962/ALISJMSC

Ambiance in Life-International Scientific Journal in Medicine of Southern Caucasus.

<https://scsj.fisdd.org/index.php/ail>

**Representation of the International Diaspora Center of Azerbaijan in Georgia. NGO (Georgia Tbilisi)** is publishing scientific papers of scientists on Website and in Referred Journals with subjects which are mentioned below:

© **Southern Caucasus Scientific Journals**

ISSN: 2298-0946, E-ISSN: 1987-6114; UDC: 3/k-144

DOI PREFIX: 10.36962/CESAJSC

The Caucasus-Economic and Social Analysis Journal of Southern Caucasus

<https://scsj.fisdd.org/index.php/CESAJSC>



### [Review Article Template]

[This Review Article Template has the standard set of headings that make up different sections of the manuscript.]  
 [Below the headings the dummy text is given in red color.]  
 [Delete the dummy text in red color and replace it with your own text.]  
 [You can directly type your text here or copy your text from your file and paste it at the appropriate place.]  
 [Delete any section or heading you do not need.]  
 [If you need more than one set of headings, you can copy and past the headings.]  
 [Keep the right margin of the text ragged. Do not use “Justify text” command.]  
 [Please make sure that the reference format conforms to the journal reference style.]  
 [DO NOT FORGET TO FREQUENTLY SAVE THIS FILE WHILE WORKING ON THIS MANUSCRIPT TO PREVENT LOSS OF DATA.]  
 [DOUBLE SPACE THE MANUSCRIPT THROUGHOUT (Title Page need not be double spaced)]  
**[DELETE ALL TEXT IN RED COLOR BEFORE SUBMITTING YOUR MANUSCRIPT.]**

**TITLE: PAPER TITLE** (Title, Times New Roman, bold, 14)

[Enter here the title of manuscript in sentence case (14 Bold)-capital letter.]

**AUTHORS:** [List here all author names; identify authors with author affiliations with superscript Arabic numerals]

**[First Name Middle Name Family Name<sup>1</sup>, [First Name Middle Name Family Name<sup>2</sup>**

**[First Name Middle Name Family Name<sup>3</sup>, [First Name Middle Name Family Name<sup>4</sup>**

(Author(s), Times New Roman, bold, 12)

**AFFILIATIONS:** [List here all author affiliations including position in the department, department, institute, city, state, country, email; identify authors with author affiliations with superscript Arabic numerals]

<sup>1</sup> [Author affiliations – position, department, institute, city, state, country, email ID, ORCID ID]

<sup>2</sup> [Author affiliations – position, department, institute, city, state, country, email ID, ORCID ID]

<sup>3</sup> [Author affiliations – position, department, institute, city, state, country, email ID, ORCID ID]

(Affiliation1,2,3 Times New Roman, 10)

### **CORRESPONDING AUTHOR DETAILS**

[Give here name, contact address, contact phone number, email and fax number of the corresponding author, Corresponding author must be one of the authors of the manuscript.]

[First Name Middle Name Family Name]

[Complete Mailing Address]

[City]

[State]

[Country]

[Postal Code]

[Contact Phone Number - Country prefix followed by full phone number]

[Contact Email]

[Fax number - Country prefix followed by full fax number]

(Affiliation for CA Times New Roman, 10)

**Short Running Title:** [Give here a short title of the paper, less than 40 characters] (Times New Roman, 10)

Guarantor of Submission: The corresponding author is the guarantor of submission.

[If an author other than the corresponding author is the Guarantor of Submission, delete the previous line, write the name of the individual and give the details below.]

(Times New Roman, 10)

### **Guarantor of Submission (if not the corresponding author)**

[Give here name, contact address, contact phone number, email and fax number of the guarantor of Submission, if other than the corresponding author]



[First Name Middle Name Family Name]  
[Complete Mailing Address]  
[City]  
[State]  
[Country]  
[Postal Code]  
[Contact Phone Number - Country prefix followed by full phone number]  
[Contact Email]  
[Fax number - Country prefix followed by full fax number]  
(Times New Roman, 10)

**SUMMARY (OPTIONAL)** (Times New Roman, 12 Bold)

[This section of the manuscript is optional. It is up to the author(s) to decide whether to include this section in the manuscript.]

["Summary" of your work is a short description of the work being presented in your article. It is longer than the "Abstract" which is limited to 250 words for all types of articles. After reading the "Summary" a reader should be able to understand the background information, why the work is being reported, what the significant results are, and what may be the explanation for the results.]

[Although writing an additional section in the form of "Summary" of your work may seem like an extra burden on your time and resources, it will be an important part of your manuscript especially for articles which are highly technical. Many times readers who are students, or who are not expert on the subject of the article or readers who are experts but in related subjects may skip reading an article if on first look the article appears to be very technical with lot of data, facts and statistics. Some other articles may not be easy to understand, on first reading, even by experts in the subject of the article. The "Summary" section will help the readers in understanding the results of your study.]

- The recommended word limit for "Summary" for Review Article is – 800 words (2 pages)
- When writing the "Summary" use as simple and as non-technical language as possible. Write the "Summary" as if you are explaining your study to a first year graduate student.
- Do not repeat or copy text verbatim from the main text of your manuscript. "Summary" will probably be the most important and most widely read part of your manuscript. Write it fresh as a separate section.
- In the "Summary" give: 1) relevant background information, 2) why the work was done, 3) what were the significant results, 4) possible explanation of the results.
- Only give the significant results of your study and give their possible explanation.
- Do not compare your results with other studies.
- Do not give references in the "Summary" section. First reference should start in main text of your manuscript from the "Introduction" section.

**TITLE:** [Enter Here the Title of Manuscript in Sentence Case.]

**ABSTRACT** (Times New Roman, 12)

**OBJECTIVE:** (Times New Roman, 12)

**METHODS:** (Times New Roman, 12)

**RESULTS:** (Times New Roman, 12)

**CONCLUSION:** (Times New Roman, 12)

[Structured or unstructured abstract as required by the manuscript]

[Less than 250 words for all manuscripts]

**Keywords:** [Four to six keywords for indexing purpose] (Times New Roman, 12)

**TITLE:** [Enter here the title of manuscript in sentence case.] (Times New Roman, 12)

[Type or copy/paste the manuscript text under the headings below. References are in square brackets, e.g. [1, 2, 3] and figures/tables are in parenthesis, e.g. (Figure 1) or (Table 1)]

**INTRODUCTION** (Times New Roman, 12 Bold)

[Type or copy/paste your text here]

(Times New Roman, 12)

[After “INTRODUCTION” rest of the headings or subheadings can be as required by the manuscript]

[Heading (level 1 heading is in CAPITALS followed by text)] (Times New Roman, 12 Bold)

DDDD DDDD DDDDDDD DDDDDDDDD DDDDDDD DDDDDDDDD DDDDD DDDDD DDDDDDD]

(Times New Roman, 12)

[Subheading (level 2 heading is in sentence case, followed by text) (Times New Roman, 12 Bold)

DDDD DDDD DDDDDDD DDDDDDDDD DDDDDDD DDDDDDDDD DDDDDDD DDDDDDDDDDD]

(Times New Roman, 12)

[Subheading (level 3 heading is in sentence case, in line with text) (Times New Roman, 12 Bold) DDDD DDDD

DDDDDD DDDDDDDDD DDDDDDD DDDDDDD DDDDD DDD D D D DDDDD DDDDDDD D D DD DD]

(Times New Roman, 12)

**CONCLUSION** (Times New Roman, 12 Bold)

[Type or copy/paste your text here]

(Times New Roman, 12)

**CONFLICT OF INTEREST** (Times New Roman, 10 Bold)

[Declare here if any financial interest or any conflict of interest exists. ]

(Times New Roman, 10)

**AUTHOR’S CONTRIBUTIONS** (Times New Roman, 10 Bold)

[Enter name of authors followed by author’s contribution.]

[At least one task from each group is required from an individual to be listed as author of the article, delete anything which is not applicable.]

(Times New Roman, 10)

[First Name Middle Name Family Name]

Group1 - Conception and design, Acquisition of data, Analysis and interpretation of data

Group 2 - Drafting the article, Critical revision of the article

Group 3 - Final approval of the version to be published

(Times New Roman, 10)

[First Name Middle Name Family Name]

Group1 - Conception and design, Acquisition of data, Analysis and interpretation of data

Group 2 - Drafting the article, Critical revision of the article

Group 3 - Final approval of the version to be published

(Times New Roman, 10)

[First Name Middle Name Family Name]

Group1 - Conception and design, Acquisition of data, Analysis and interpretation of data

Group 2 - Drafting the article, Critical revision of the article

Group 3 - Final approval of the version to be published

(Times New Roman, 10)

[First Name Middle Name Family Name]

Group1 - Conception and design, Acquisition of data, Analysis and interpretation of data

Group 2 - Drafting the article, Critical revision of the article

Group 3 - Final approval of the version to be published

(Times New Roman, 10)





[First Name Middle Name Family Name]

Group1 - Conception and design, Acquisition of data, Analysis and interpretation of data

Group 2 - Drafting the article, Critical revision of the article

Group 3 - Final approval of the version to be published

(Times New Roman, 10)

[First Name Middle Name Family Name]

Group1 - Conception and design, Acquisition of data, Analysis and interpretation of data

Group 2 - Drafting the article, Critical revision of the article

Group 3 - Final approval of the version to be published

(Times New Roman, 10)

## **ACKNOWLEDGEMENTS** (Times New Roman, 12 Bold)

[List here any individuals who contributed in the work but do not qualify for authorship base on the above criteria.]

## **REFERENCES** (Times New Roman, 12 Bold)

[List here all the references in the order of citation in the text. List all authors if less than six. If more than six authors, list the first six followed by "et.al."]

[General style of reference is:]

[Surname First Name Middle Name, Surname First Name Middle Name. Title of article. Journal Name

Year;Volume(Number):Full inclusive page numbers.]

[**NO SPACES BETWEEN - Year;Volume(Number):Full inclusive page numbers. ]**

1. [Surname First Name Middle Name, Surname First Name Middle Name. Title of article. Journal Name Year;Volume(Number):Full inclusive page numbers.]

2. [Surname First Name Middle Name, Surname First Name Middle Name. Title of article. Journal Name Year;Volume(Number):Full inclusive page numbers.]

3. [Reference 3]

4. [Reference 3]

5. [Reference 3]

6. [Reference 3]

(Times New Roman, 12 Bold)

## **SUGGESTED READING** (Times New Roman, 12 Bold)

[In this section include references to articles, abstracts, books, manuals, web pages, videos, presentations or any other material you have referred to in planning and writing your study which are either not directly relevant to your study or not important enough to be cited in the text and given in the "References" section.]

[Include any number of items in this section, but we suggest you to limit the number to 15 or less for review articles and original articles and 10 or less for case series and case reports.]

[**Please DO NOT cite the items in the "Suggested Reading" section in the text of your manuscript.**]

## **TABLES** (Times New Roman, 12 Bold)

[All tables should be double spaced. Each table on a separate page]

Table 1: [Type or copy/paste here a brief descriptive title of the table DO NOT use full-stop after table sentence]  
(Times New Roman, 12)


**Abbreviations:** [Give here full form of all abbreviations used in the table. Give the full form even if it has been explained in the text.]



[All tables should be double spaced. Each table on a separate page]

**Table 2:** [Type or copy/paste here a brief descriptive title of the table DO NOT use full-stop after table heading]  
(Times New Roman, 12)


**Abbreviations:** [Give here full form of all abbreviations used in the table. Give the full form even if it has been explained in the text.]

**FIGURE LEGENDS** (Times New Roman, 12 Bold)

**Figure 1:** [Give here a description of figures/image, include information like contrast media, stain, chemical, power used, protect patient privacy at all times. End the legend with full stop.]  
(Times New Roman, 12)

**Figure 2: (A)** – [If a figure has many parts give here a description of part of figures/image, include information like contrast media, stain, chemical, power used, protect patient privacy at all times;] **(B)** – [Give here a description of part of figures/image, include information like contrast media, stain, chemical, power used, protect patient privacy at all times. End legend with full stop.]  
(Times New Roman, 12)

## NOTES

[illegible]

## JOURNAL INDEXING



### © THE BALTIC SCIENTIFIC JOURNALS

E-ISSN: 2674-5224, DOI: 10.36962/PAHTEI

©Publisher: Azerbaijan State Oil and Industry University. İ/C 1400196861 (Azerbaijan).  
©Nəşriyyat: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti. VÖEN 1400196861 (Azərbaycan).  
Rector: Mustafa Babanlı. Doctor of Technical Sciences. Professor.  
Rektor: Mustafa Babanlı. Texnika Elmləri Doktoru. Professor.  
Registered address: 20, Azadlıq pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.  
Qeydiyyat ünvanı: Azadlıq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.  
©Editorial office: 20, Azadlıq pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.  
©Redaksiya: Azadlıq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.  
©Typography: Azerbaijan State Oil and Industry University İ/C 1400196861 (Azerbaijan).  
©Mətbəə: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti VÖEN 1400196861 (Azərbaycan).  
Registered address: 20, Azadlıq pr., Baku, Azerbaijan, AZ 1010.  
Qeydiyyat Ünvanı: Azadlıq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.

©Publisher: ICRET. MTÜ (Estonia, Tallinn), R/C 80550594.  
©Nəşriyyat: MTÜ Beynəlxalq Tədqiqat, Təhsil & Təlim Mərkəzi. Q/N 80550594.  
Director and Founder: Seyfulla İsayev (Azerbaijan).  
Direktor və Təsisçi: Seyfulla İsayev (Azərbaycan).  
Deputy and Founder: Namiq İsayadə. PhD in Business Administration. (Azerbaijan).  
Direktorun müavini və Təsisçi: Namiq İsayadə. PhD. Biznesin İdarə Olunması. (Azərbaycan).  
©Editorial office / Redaksiya: Harju county, Tallinn, Lasnamäe district, Väike-Paala tn 2, 11415  
Telephones / Telefonlar: +994 55 241 70 12; +994 51 864 88 94  
Website/Veb səhifə: <https://bsj.fisdd.org/>  
E-mail: [pahtei@scia.website](mailto:pahtei@scia.website), [sc.mediagroup2017@gmail.com](mailto:sc.mediagroup2017@gmail.com)

# AZƏRBAYCAN ALİ TEXNİKİ MƏKTƏBLƏRİNİN XƏBƏRLƏRİ

PROCEEDINGS OF AZERBAIJAN HIGH TECHNICAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

ВЕСТНИК ВЫСШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

VOLUME 14 ISSUE 03 2022

CİLD 14 BURAXILIŞ 03 2022

Platform &  
workflow by  
**OJS/PKP**

