

AZƏRBAYCAN ALİ TEXNİKİ MƏKTƏBLƏRİNİN XƏBƏRLƏRİ

PROCEEDINGS OF AZERBAIJAN HIGH TECHNICAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

ВЕСТНИК ВЫСШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

VOLUME 12 ISSUE 01 2021

CİLD 12 BURAXILIŞ 01 2021

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 12 ISSUE 01 2022

CİLD 12 BURAXILIŞ 01 2022

**JOURNAL INDEXING
CROSSREF**

EESTI, TALLINN 2021



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

PAHTEI

REFEREED & REVIEWED JOURNAL

E-ISSN: 2674-5224

VOLUME 12 ISSUE 01 2022

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

Baş Redaktor: Mustafa Babanlı.
Baş redaktorun müavini: Mehriban İsmayilova
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: Namig 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 22.01.2022



©LLC ASOIU, MTÜ IRETC. All rights reserved. Reproduction, store in a retrieval system, or transmitted in any form, electronic or 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

Vəli Nurullayev, Mehparə Adigözəlova, Reyhan Nurməmmədova NEFTLƏRİN SULAŞMA DƏRƏCƏSİNİN ONLARIN REOLOJİ PARAMETRLƏRİNƏ TƏSİRİNİN TƏDQIQI	04
Gülbala Ələsgərov, Əlövsət Bağirov, Şəhriyar Bağirov TEKNOLOJİ PROSESLƏRİN TƏHLİLİ ƏSASINDA QAZTURBİNLİ KOMPRESSOR STANSİYALARININ OPTİMAL İŞ REJİMLƏRİNİN DİAQNOSTİKASI	14
Aytən Mövsüмова NEFT-MƏDƏN AVADANLIQLARINDA İŞLƏYƏN PLASTİK MATERİALLARDAN HAZIRLANAN HAMAR HİSSƏLƏRİN HAZIRLANMA TEKNOLOGİYASININ TƏDQIQI	29
Ələsgər Cabarov DEFORMASIYA DAYANIQLIĞI - TƏNZİMLƏNƏN QUİYUDİBİ ƏTRAFI SAHƏDƏ TAMPONAJ SƏDDİ	34
Vəli Nurullayev, Bəybala Usubaliyev, Hüseyn Qurbanov AŞQARLARIN NEFTLƏRİN REOLOJİ XASSƏLƏRİNƏ VƏ ASFALTEN-QATRAN-PARAFIN BİRLƏŞMƏLƏRİNƏ TƏSİRİNİN TƏDQIQI	41
Samirə Səfərəliyeva L-TİROKSİN İMMOBİLİZƏ OLUNMUŞ XİTOZANIN TOKSIKLİYİNİN TƏDQIQI VƏ PREPARAT- POLİMER QARŞILIQLI TƏSİRİNİN TƏBİƏTİ	53
Бахид Бодуров, Марьям Гияси Атрафи ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ В МАСЛОПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ	62
Saleh Əfəndiyev, Mustafa Həmidov, Rauf İsmayılov AZƏRBAYCANDA BEM-lərin TƏTBİQİNİN MÖVCUD VƏZİYYƏTİ VƏ PRİTSPEKTİV İNKİŞAF PRİORİTETLƏRİ	72
Sarvan Heydarli CLARIFICATION OF STRUCTURAL AND TECTONIC FEATURES IN COMPLEX DEPOSITS (ON THE EXAMPLE OF GURGAN-DENİZ FIELD)	83
Сабина Рагимова ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ СЕРНЫХ И ПЕРОКСИДНЫХ ВУЛКАНИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ СМЕСИ ИЗОПРЕНА С ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТОМ ОТ СТРУКТУРЫ ВУЛКАНИЗАЦИОННОЙ СЕТКИ	91
Tərhan İbadzadə İŞLƏNMƏNİN SON MƏRHƏLƏSİNDƏ OLAN YATAQLARDA GEL KOMPOZISIYASI İLƏ SU TƏZAHÜRÜNƏ QARŞI TƏCRİD İŞLƏRİ	100
Ülvi Mahmudov METAL LİFLƏRİN TAMPONAJ MATERİALLARININ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ	109
Фатима Новрузова, Хураман Гаджихамедзаде, Эсфира Багирова, Ирина Ахмедова ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИНГИБИТОРОВ НА РЕАКЦИЮ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИИЗОБУТИЛЕНА	115



STUDY OF THE EFFECT DEGREE OF DEHYDRATION OF OILS ON THE RHEOLOGICAL PARAMETERS

Vali Nurullayev, Mehpara Adigozalova, Reyhan Nurmammadova

Candidate of chemical sciences(Ph.D.), “ Management oil pipelines SOCAR” The engineer of department “Control Quality”, E-mail: Veliehet1973@mail.ru

Candidate of chemical sciences (Ph.D.), Associate Professor, Azerbaijan State University of Oil and Industry, Department of Chemistry and Technology of Inorganic Substances, E-mail: mehpareadigozelova@yahoo.com

Candidate of chemical sciences (Ph.D.), “Oil and Gas Research and Design Institute ” Institute, SOCAR Collection and transportation oil and gas production, high scientific worker, E-mail: nurmammadova71@mail.ru

ABSTRACT

As already mentioned, in the processes of extraction, storage and transportation of oils, they mix with each other or with water, which leads to changes in their rheological and physicochemical properties.

The oils entering the refining and transportation stages are subject to strict requirements in terms of the amount of water, sulfur, chlorine salts and mechanical impurities in a number of indicators that determine their quality characteristics. Different types of oils have different qualities depending on the density and percentage of sulfur. It is these indicators that greatly affect the quality of oil and its selling price. High-viscosity oils with high density are usually not supplied to terminals and general purpose pipelines. To transport such oils, better quality, lighter oil or gas condensate is added to them. Oils with a high percentage of sulfur should also be refined or mixed with light oil or condensate. Mixing of different quality commercial oils can occur both in terminals and in transportation systems. The analysis shows that the quality of the mixture obtained is very different from the quality of the mixed oils.

Given very little study of how the mixing of different types of liquefied oils affects their rheological, physicochemical properties and quality indicators, rotoviscosimetric rheological studies and physicochemical analyzes were performed in the laboratory for different mixtures of rheological complex oils and wetting rates. Mixing of different types of oil usually occurs when there are not enough tanks in the fields where acceptance operations take place. Sometimes different oils are injected into the same jaw in sequence and separately, without accounting. In such cases, the measurements made on the oil at the receiving points are different from the calculated price.

Information on quality indicators of crude oils and their mixtures produced in mines (density, viscosity, freezing point, mechanical mixtures, chlorine salts, asphaltene, paraffin, amount of resins, etc.) It is also important for forecasting the operating modes of stations. In the existing normative documents and literature, as a rule, the definition of the main quality indicators of oils and their mixtures is based on established rules and dependencies. The study of the effect of mixing of different types of heterogeneous oils of Azerbaijan on their rheological and physicochemical properties shows that the additive rule can lead to serious errors in the process of determining the predicted parameters, as many properties of complex oil mixtures are taken from calculations for ideal mixtures.

Laboratory studies were conducted for individual oil samples, their different mixtures and degree of dehydration, oil and condensate, as well as mixtures of various types of light petroleum products, and the experimental results were analyzed.



In the laboratory, the effect of the degree of dehydration of high-viscosity heavy oils taken from wells 43 (0%), 28 (15%), 37 (40%) and the storage tank of the "Jafarli" field of the "Muradkhanli" IPC on their rheological properties was studied. has been. All of the studied oils are high-viscosity, heavy oils and differ in the amount of water, mechanical impurities and chlorine salts they contain. Thus, the oil of well No. 43 was without water, and the oil of wells No. 28 and 37 had a water content of 15 and 40%, respectively. Most mechanical impurities (2.1%) were in well oil No 28, and most chlorine salts were in well oil No 37. Irrigation of the considered oil samples was artificially increased and their rheological parameters (γ' and τ) were determined in the "Reotest-2" viscometer under different conditions at different irrigation levels.

The increase in viscosity at small values of the velocity gradient at a certain degree of dehydration of wetting has led to a rapid decrease in the shear stress at large values. It was determined that the maximum value of the degree of dispersion of oils in water or the degree of saturation, indicating the saturation limit, was 70-80%, 40%, and 80% for mixed oil, respectively, for samples taken from wells 28, 37 and 43.

Keywords: oil, mixed oil, mechanical mixture, degree of dehydration, rheological parameters.

NEFTLƏRİN SULAŞMA DƏRƏCƏSİNİN ONLARIN REOLOJİ PARAMETRLƏRİNƏ TƏSİRİNİN TƏDQIQI

¹Vəli Nurullayev, ²Mehparə Adıgözəlova, ³Reyhan Nurməmmədova

¹T.e.n., "SOCAR Neft Kəmərləri İdarəsi" "Keyfiyyətə Nəzarət Şöbə" sinin böyük mühəndisi, E-mail: Veliehet1973@mail.ru

²K.e.n, dosent, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, "Kimya və qeyri-üzvi maddələrin texnologiyası" kafedrası, E-mail: mehpareadigozelova@yahoo.com

³T.ü.f.d., "Neftqazəlmətədqiqatlayihələndirmə" İnstitutu, "Neft və qazın yığılması, hazırlanması və nəqli" laboratoriyasında böyük elmi işçi. tel: +994502893223, E-mail: nurmammadova71@mail.ru

XÜLASƏ

Artıq qeyd olunduğu kimi neftlərin hasilatı, yığılı və nəqli proseslərində onların bir-biri və ya su ilə qarışması baş verir ki, bu da onların reoloji və fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişməsinə səbəb olur. Müxtəlif çeşidli, o cümlədən sulaşmış neftlərin qarışmasının onların reoloji, fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinə və keyfiyyət göstəricilərinə necə təsir etməsinin çox az öyrənilməsinə nəzərə alaraq işdə reoloji mürəkkəb neftlərin müxtəlif qarışıqları və sulaşma dərəcələri üçün laboratoriya şəraitində rotoviskozimetrik reoloji tədqiqatlar və fiziki-kimyəvi təhlillər aparılmışdır. Müxtəlif çeşidli neftlərin qarışdırılması adətən qəbul-təhvil əməliyyatları aparılan mədənlərdə kifayət qədər çənlər olmadıqda baş verir. Bəzən müxtəlif neftlər, uçot aparılmadan, ardıcıl olaraq və ayrıca xətlərlə eyni bir çənə vurulur. Bu cür hallarda qəbul-təhvil məntəqələrində neftlərdə aparılan ölçmələr hesabi qiymətdən fərqli olur.

Xam neftlər və həmin neftlərin qarışıqlarının sıxlıq, özlülük, donma temperaturu, mexaniki qarışıqlar, xlor duzları, asfalten, parafin, qatranların miqdarı və s. kimi keyfiyyət göstəricilərinin məlumatları onların yalnız üçotu ilə əlaqəli deyil. Eyni zamanda bu göstəricilərin qiymətləri haqqında olan məlumatlar neftlərin qarışması aparılan məntəqələrin iş rejimlərinin proqnozlaşdırılmasında da əhəmiyyət kəsb edir. Neftlər və həmin neft qarışıqlarının keyfiyyət göstəricilərinin verilmiş qayda və asılılıqlara əsasən təyini bir qayda olaraq ədəbiyyat və mövcud normativ sənədlərdə qəbul olunmuşdur. Müxtəlif çeşidli, heterogen Azərbaycan neftlərinin



qarışıqlarının fiziki-kimyəvi və reoloji xassələri tədqiq edilmişdir. Bu tədqiqatların nəticəsi olaraq qarışıq neftlərin xassələri ideal qarışıqlara aid hesablamalardan qəbul edildiyindən additivlik qaydası proqnozlaşdırılan parametrlərin təyininə əhəmiyyətli xətlərlə üzləşməyə səbəb ola bilər.

Neft nümunələri ayrı-ayrılıqda, həmçinin bu neftlərin müxtəlif qarışıqları, onların sulaşma dərəcəsi, neft-kondensat, eyni zamanda müxtəlif növ yüngül neft məhsulları qarışıqları laboratoriyada tədqiq edilərək əldə edilmiş nəticələr təhlil olunmuşdur.

“Muradxanlı” İNM-in “Cəfəri” yatağına aid müxtəlif sulaşma dərəcəli 43(0%), 28 (15%), 37 (40%) sayılı quyulardan, yığılma çənlərindən götürülən ağır, yüksək özlülüklü neftlərin sulaşma dərəcələrinin bu neftlərin reoloji xüsusiyyətlərinə təsiri tədqiq olunmuşdur.

Yüksək özlülüklü və ağır olan bu neftlərin tərkibində suyun, mexaniki qarışıqların, xlor duzlarının miqdarı müxtəliflik təşkil edir. Belə ki, 28 və 37 sayılı quyuların neftlərində 15 və 40 % sulaşma dərəcəsi müşahidə olunsada 43 sayılı quyunun nefti isə susuzdur. Ən çox xlor duzlarının miqdarı 37 sayılı, 2.1%-daha çox mexaniki qarışıqlar isə 28 sayılı quyuda neftində olmuşdur. Tədqiq olunan neft nümunələrinin sulaşmaları süni surətdə artırıldıqdan sonra standart şəraitdə «Reotest-2» viskozimetrində müxtəlif yeni sulaşma dərəcəli neftlərin reoloji parametrləri ($\dot{\gamma}$ və τ) müəyyən edilmişdir.

Sulaşmanın müəyyən dərəcədə artması ilə sürət qradientinin böyük qiymətlərində sürüşmə gərginliyinin sürətlə azalması, kiçik qiymətlərdə isə özlülüyn artması müşahidə olmuşdur. Neftlərin su ilə disperqləşmə dərəcəsinin maksimum qiyməti və yaxud doyma həddi göstəricisi sulaşma dərəcəsi 28 sayılı quyuda nümunəsi üçün 70-80%, 37 və 43 sayılı quyular üçün isə müvafiq olaraq 40%, qarışıq neftlərdə isə bu rəqəmin 80% olduğu müşahidə edilmişdir.

Açar sözlər: neft, qarışıq neft, mexaniki qarışıq, sulaşma dərəcəsi, reoloji parametrlər.

Giriş: Məlum olduğu kimi neftlərin hasilatı, yığılması nəql olunması zamanı onların bir-biri və yaxud su ilə qarışması baş verir. Bununla da bu neftlərin fiziki- kimyəvi və reoloji xassələrinin dəyişməsi müşahidə olunur.

Nəql və emal mərhələlərinə daxil olan neftlərə onların tərkibindəki su, kükürd, xlor duzları və mexaniki qarışıqların miqdarı kimi keyfiyyət göstəricilərinə ciddi tələblər qoyulur.

Müxtəlif çeşidli neftlər tərkibində olan kükürdün faizlə miqdarı və sıxlığına əsasən fərqli keyfiyyətə malikdirlər. Qeyd olunan göstəricilər həm neftin keyfiyyətinə, həm də onun satış qiymətinə böyük təsir göstərir. Bildiyimiz kimi adətən yüksək sıxlıqlı və özlülüklü neftlər terminallara, istifadəsi ümumi məqsəd üçün nəzərdə tutulmuş boru kəmərlərinə verilmir. Qeyd olunan xüsusiyyətli neftlərin nəqlini daha keyfiyyətli, yüngül neft və ya qaz kondensatının qarışdırılması ilə təmin etmək məqsədə uyğun hesab edilir.

Yüngül neft və ya kondensatla qarışdırmazdan əvvəl kükürdün miqdarı (%) çox olan neftlər təmizlənməlidir. Həm terminallar, həm də nəql sistemlərində müxtəlif keyfiyyətli əmtəə neftlərinin qarışması mümkündür ki, bunu da təhlil edən zaman qarışıq ilə qarışmış neftlərin keyfiyyətindən çox fərqli olduğu müəyyən olunmuşdur.

Qəbul-təhvil əməliyyatları aparılan mədənlərdə kifayət qədər çənlər olmadıqda adətən müxtəlif çeşidli neftlərin qarışması müşahidə olunur. Bəzən müxtəlif neftlər, uçot aparılmadan, ardıcıl olaraq və ayrıca xətlərlə eyni bir çənə vurulur. Bu cür hallarda qəbul-təhvil məntəqələrində neftlərdə aparılan ölçmələr hesabi qiymətdən fərqli olur.

Xam neftlər və həmin neftlərin qarışıqlarının sıxlıq, özlülük, donma temperaturu, mexaniki qarışıqlar, xlor duzları, asfaltın, parafin, qatranların miqdarı və s. kimi keyfiyyət göstəricilərinin



məlumatları onların yalnız üçotu ilə əlaqəli deyil. Eyni zamanda bu göstəricilərin qiymətləri haqqında olan məlumatlar neftlərin qarışması aparılan məntəqələrin iş rejimlərinin proqnozlaşdırılmasında da əhəmiyyət kəsb edir. Neftlər və həmin neft qarışıqlarının keyfiyyət göstəricilərinin verilmiş qayda və asılılıqlara əsasən təyini bir qayda olaraq ədəbiyyat və mövcud normativ sənədlərdə qəbul olunmuşdur. Müxtəlif çeşidli, heterogen Azərbaycan neftlərinin qarışıqlarının fiziki-kimyəvi və reoloji xassələri tədqiq edilmişdir. Bu tədqiqatların nəticəsi olaraq qarışıq neftlərin xassələri ideal qarışıqlara aid hesablamalardan qəbul edildiyindən additivlik qaydası proqnozlaşdırılan parametrlərin təyində əhəmiyyətli xətalara üzləşməyə səbəb ola bilər [1-10].

Verilənləri, eyni zamanda müxtəlif çeşidli və sulaşmış neftlərin qarışmasının onların keyfiyyət göstəricilərinə və fiziki-kimyəvi, reoloji xüsusiyyətlərinə təsiri az tədqiq edilmişdir. Bunu diqqətə alaraq reoloji mürəkkəb, müxtəlif neft qarışıqları və sulaşma dərəcələri üçün laboratoriya şəraitində rotoviskozimetrik reoloji tədqiqatlar və fiziki-kimyəvi təhlillər aparılmışdır.

Neft nümunələri ayrı-ayrılıqda, həmçinin bu neftlərin müxtəlif qarışıqları, onların sulaşma dərəcəsi, neft-kondensat, eyni zamanda müxtəlif növ yüngül neft məhsulları qarışıqları laboratoriyada tədqiq edilərək əldə edilmiş nəticələr təhlil olunmuşdur.

Tədqiqatın metodikası: “Muradxanlı” İNM-in “Cəfərli” yatağının yüksək özlülüklü, ağır neftlərindən istifadə edərək qarışıq neftlərin sulaşma dərəcəsinin müxtəlif çənlərdə götürülmüş qarışıq neftin reoloji xüsusiyyətlərinə təsiri öyrənilmişdir.

27.06.2012-ci ildə bu yatağın müxtəlif quyular və yığım məntəqəsində qarışıq neftlərin toplanmış çəndən götürülən neft nümunələrinin təhlili məqsədilə laboratoriya təcrübələri aparılmışdır. Cədvəl 1-də “Cəfərli” yatağının 43, 37, 28 saylı quyularına və yığım çəninə məxsus neft nümunələrinin sınağının nəticəsi olaraq sıxlıq, özlülük, su, mexaniki qarışıqlar və xlor duzlarının miqdarı kimi keyfiyyət göstəriciləri öz əksini tapmışdır.

Cədvəl 1. “Cəfərli” yatağının 43, 37, 28 saylı quyularından və yığım çəninə götürülmüş neftlərin keyfiyyət göstəriciləri

Quyu № -si	Suyun miqdarı, %	Xlor duzlarının miqdarı, mq/dm ³	Mexaniki qarışığın miqdarı, %	Sıxlıq, kq/m ³	Kinematik özlülük, sSt
43	İzlər	299,87	0,250	969	20 və 40 °C-də axmır 60°C-də 82,1
37	40	1755,36	0,269	939	20 °C-də axmır 40 °C-də 70,2 60°C-də 27,9
28	15	277,93	2,10	906	20 °C-də axmır 40 °C-də 37,4 60°C-də 17,8
Çəndən götürülmüş qarışıq neft	52	1184,40	0,174	959	20 °C-də axmır 40 °C-də 286,2 60°C-də 209,6



Çəndən götürülmüş qarışıq neftin keyfiyyət göstəricilərinin fərqliliyi (cədvəl 1) onun bu sahədə istehsal olunan bütün neftlərin qarışmasından ibarət olması ilə əlaqəlidir.

Təhlil olunan neftlərin hamısı yüksək özlülüklü, ağır neftlər olmaqla tərkibində olan suyun, mexaniki qarışıq və xlor duzlarının miqdarına görə bir-birindən fərqlənir. Belə ki, 43 sayılı quyunun nefti susuz, 28 və 37 sayılı quyuların neftləri isə uyğun olaraq 15 və 40 % sulaşma dərəcəsinə malik olmuşdur. Ən çox mexaniki qarışıqlar (2.1 %) 28 sayılı, ən çox xlor duzları isə 37 sayılı quyu neftində olmuşdur. Baxılan neft nümunələrinin sulaşmaları süni olaraq artırılaraq müxtəlif sulaşma dərəcələrində onların standart şəraitdə «Reotest-2» viskozimetrində reoloji parametrləri ($\dot{\gamma}$ və τ) müəyyən edilmişdir.

Nəticələr və onların müzakirəsi: Cədvəl 2–5-də “Cəfərli” yatağının 43, 37, 28 sayılı quyularının neftləri üçün müəyyin olunmuş parametrlər, eyni zamanda sulaşma dərəcələrindən asılı olaraq effektiv özlülüyn qiymətlərinin dəyişməsi öz əksini tapmışdır.

Şəkil 1-4-də verilmiş neft nümunələri üçün bu cədvəllərin məlumatları əsasında qurulan reoloji axma əyriləri verilmişdir. Tədqiq olunan bütün neftlərin qeyri-Nyuton neftləri olması, suyun miqdarının artması ilə özlülüklərin kifayət qədər yüksəlməsi, eyni zamanda suyun miqdarından asılı olaraq reoloji xüsusiyyətlərinin müxtəlifliyi şəkil 1-4-də müşahidə olunur.

Cədvəl 2. “Cəfərli” yatağının qarışıq çən neftinin $t=20^{\circ}\text{C}$ -də müxtəlif sulaşma dərəcələri üçün reoloji göstəriciləri

Sürət gradienti, $\dot{\gamma}$, s^{-1}	Sulaşma dərəcəsi β , %					
	52		70		90	
	Sürüşmə gərginliyi , τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s	Sürüşmə gərginliyi, τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s	Sürüşmə gərginliyi, τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s
0,33	0,50	1,51	2,10	6,32	21,07	63,23
0,6	0,67	1,12	3,79	6,32	37,93	63,22
1,0	0,84	0,84	4,63	4,63	54,79	54,79
1,8	1,09	0,60	6,32	3,51	77,55	43,08
3,0	1,34	0,44	9,27	3,09	91,68	30,56
5,4	1,68	0,31	13,48	2,49	114,6	21,22
9,0	2,95	0,32	20,23	2,24	137,52	15,28
16,2	5,47	0,33	32,03	1,97	164,26	10,14
27,0	9,27	0,34	46,36	1,71	171,9	6,36
48,6	16,01	0,32	70,81	1,45	179,54	3,69
81,0	24,86	0,30	91,68	1,13	8,43	0,10
145,8	40,04	0,27	129,88	0,89	9,27	0,06



Cədvəl 3. “Cəfərli” yatağının 28 sayılı quyu neftinin $t=20^{\circ}\text{C}$ - də müxtəlif sulaşma dərəcələri üçün reoloji göstəriciləri.

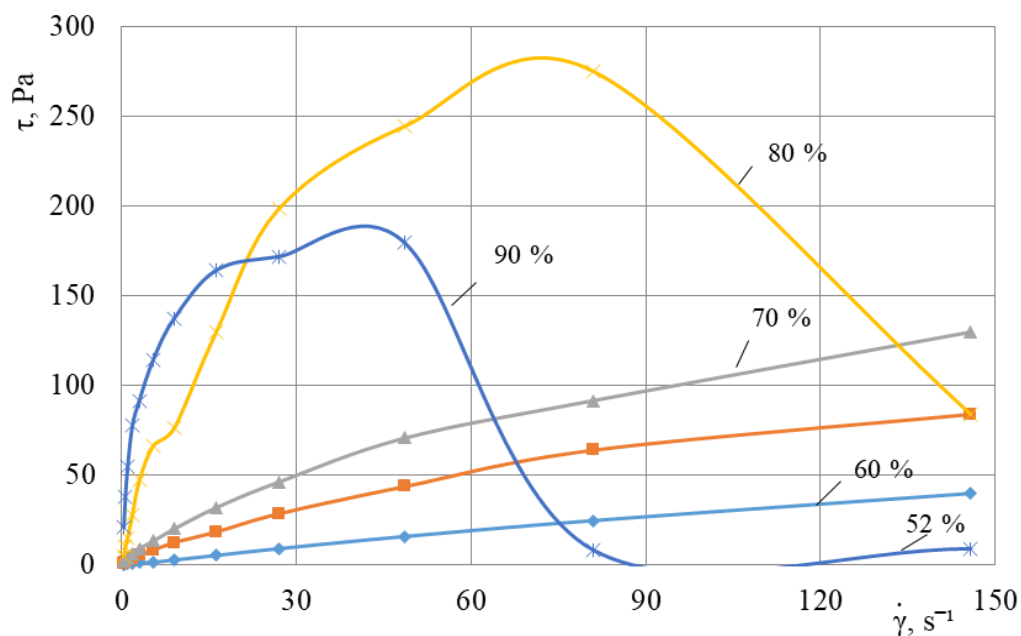
Sürət gradienti, $\dot{\gamma}, \text{s}^{-1}$	Sulaşma dərəcəsi $\beta, \%$					
	15		50		80	
	Sürüşmə gərginliyi, τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s	Sürüşmə gərginliyi, τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s	Sürüşmə gərginliyi, τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s
0,33	2,10	6,32	3,79	11,38	17,70	53,11
0,6	2,52	4,21	4,21	7,02	21,07	35,12
1,0	2,95	2,95	5,47	5,47	23,60	23,60
1,8	3,37	1,87	6,57	3,65	30,34	16,86
3,0	4,63	1,54	7,58	2,52	36,24	12,08
5,4	6,74	1,24	8,85	1,63	42,99	7,96
9,0	9,27	1,03	11,80	1,31	53,95	5,99
16,2	12,64	0,78	15,17	0,93	68,70	4,24
27,0	16,86	0,62	21,49	0,79	80,08	2,96
48,6	24,44	0,50	34,14	0,70	78,39	1,61
81,0	33,72	0,41	52,26	0,64	7,58	0,09
145,8	50,58	0,34	82,61	0,56	4,21	0,02

Cədvəl 4. “Cəfərli” yatağının 37 sayılı quyu neftinin $t=20^{\circ}\text{C}$ - də müxtəlif sulaşma dərəcələri üçün reoloji göstəriciləri

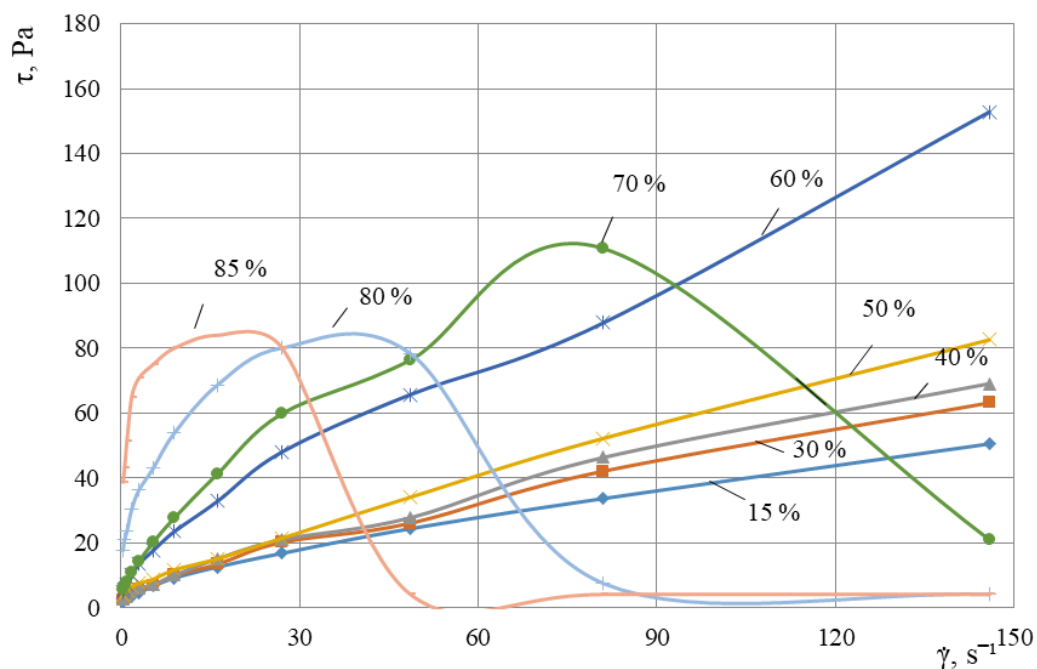
Sürət gradienti, $\dot{\gamma}, \text{s}^{-1}$	Sulaşma dərəcəsi $\beta, \%$					
	40		60		94	
	Sürüşmə gərginliyi, τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s	Sürüşmə gərginliyi, τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s	Sürüşmə gərginliyi, τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s
0,33	1,68	5,05	3,37	10,11	152,8	458,45
0,6	2,10	3,51	4,21	7,02	160,44	267,4
1,0	2,95	2,95	5,05	5,05	168,08	168,08
1,8	3,79	2,10	5,90	3,27	183,36	101,87
3,0	4,21	1,40	7,58	2,52	198,64	66,21
5,4	4,63	0,85	10,11	1,87	152,8	28,29
9,0	5,05	0,56	14,75	1,63	99,32	11,03
16,2	5,90	0,36	20,23	1,24	99,32	6,13
27,0	8,43	0,31	29,50	1,09	26,97	0,99
48,6	13,48	0,27	40,46	0,83	26,97	0,55
81,0	20,23	0,24	59,85	0,73	26,97	0,33
145,8	32,03	0,21	82,614	0,56	2,52	0,01

Cədvəl 5. “Cəfərli” yatağının 43 saylı quyu neftinin $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ - də müxtəlif sulaşma dərəcələri üçün reoloji göstəriciləri.

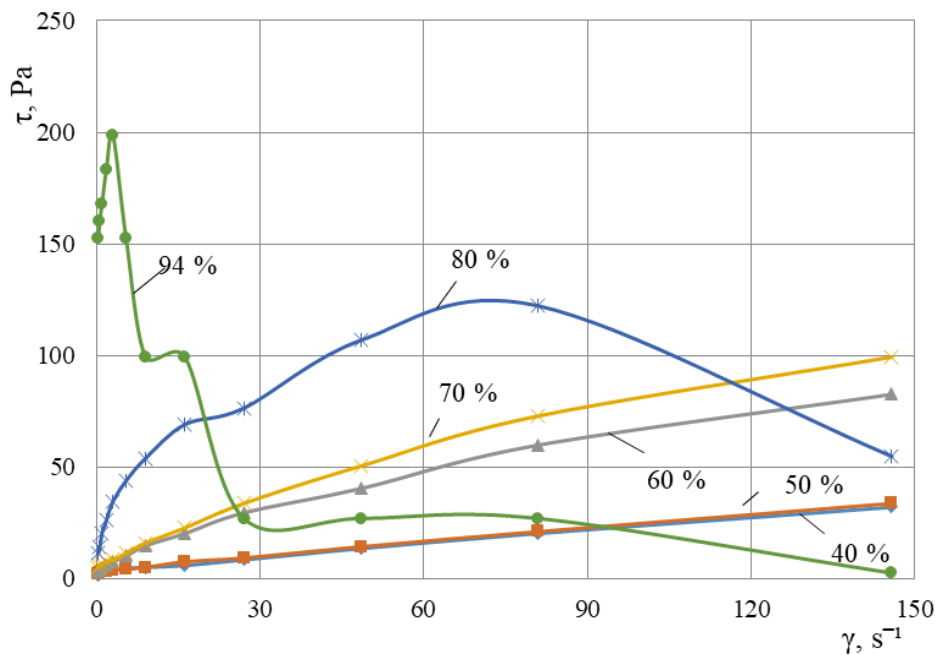
Sürət qradienti, $\dot{\gamma}$, s^{-1}	Sulaşma dərəcəsi β , %							
	Susuz		10		30		70	
	Sürüşmə gərginliyi, τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s	Sürüşmə gərginliyi, τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s	Sürüşmə gərginliyi, τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s	Sürüşmə gərginliyi, τ , Pa	Effektiv özlülük, η , Pa·s
0,33	57,3	171,92	68,76	206,30	114,60	343,83	61,12	183,38
0,6	64,94	108,23	84,04	140,07	122,24	203,73	76,40	127,33
1,0	84,04	84,04	95,50	95,50	137,52	137,52	95,50	95,50
1,8	106,96	59,42	106,96	59,42	156,62	87,01	106,96	59,42
3,0	122,24	40,74	126,06	42,02	175,72	58,57	122,24	40,74
5,4	152,80	28,29	145,16	26,88	194,82	36,07	137,52	25,46
9,0	168,08	18,67	175,72	19,52	221,56	24,61	152,80	16,97
16,2	183,36	11,31	198,64	12,26	252,12	15,56	168,08	10,37
27,0	221,56	8,20	229,2	8,48	282,68	10,47	198,64	7,35
48,6	267,4	5,50	290,32	5,97	362,90	7,46	5,90	0,12
81,0	313,24	3,86	351,44	4,33	427,84	5,28	5,90	0,07
145,8	393,46	2,69	427,84	2,93	550,08	3,77	5,90	0,04



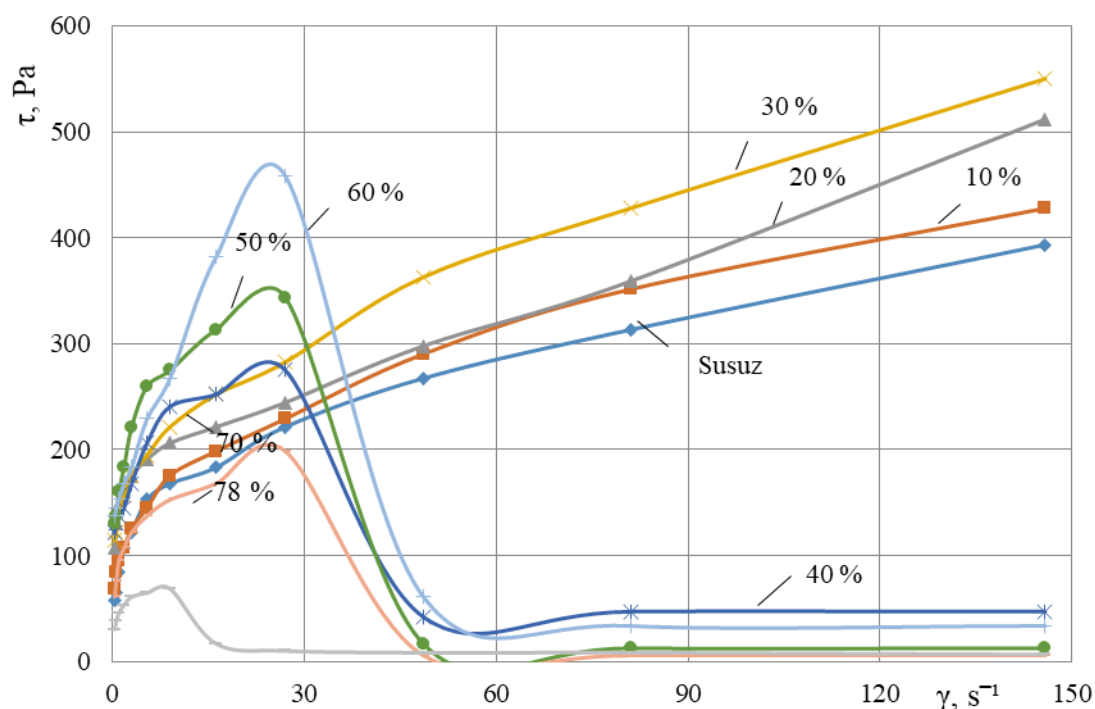
Şəkil 1. “Cəfərli” yatağının qarışıq çənindən götürülmüş, ilkin sulaşması 52% olan qarışıq neftin müxtəlif sulaşma dərəcələrində reoloji axma əyriləri



Şəkil 2. “Cəfərli” yatağının 28 sayılı quyusundan götürülmüş, ilkin sulaşması 15% olan neftin müxtəlif sulaşma dərəcələrində reoloji axma ayriləri



Şəkil 3. “Cəfərli” yatağının 37 sayılı quyusundan götürülmüş, ilkin sulaşması 40% olan neftin müxtəlif sulaşma dərəcələrində reoloji axma ayriləri



Şəkil 4. “Cəfərli” yatağının 43 sayılı quyusundan götürülmüş, susuz neftin müxtəlif sulaşma dərəcələrində reoloji axma əyriyələri

Sulaşmanın müəyyən dərəcədə artması ilə sürət qradientinin böyük qiymətlərində sürüşmə gərginliyinin sürətlə azalması, kiçik qiymətlərində isə özlülüyün artması müşahidə olmuşdur. Neftlərin su ilə disperqləşmə dərəcəsinin maksimum qiyməti və yaxud doyma həddi göstəricisi sulaşma dərəcəsi 28 sayılı quyu nümunəsi üçün 70-80%, 37 və 43 sayılı quyular üçün isə müvafiq olaraq 40%, qarışıq neftlərdə isə bu rəqəmin 80% olduğu müşahidə edilmişdir. Yığım çənindən götürülmüş neft nümunəsinin çox sayda quyulardan çənə daxil olan neftlərin naməlum nisbətlərdə qarışığından ibarət olduğu üçün sınağın nəticələrinin tədqiq edilən ayrı-ayrı quyulardan götürülən neft nümunələrinin təhlilinin nəticələri ilə müqayisəsinin aparılmadığını qeyd etmək lazımdır.

- Nəticə:** 1. Sulaşma dərəcəsinə ayrı-ayrı quyu neftlərinin və qarışıq neftlərin reoloji xüsusiyyətlərinə və keyfiyyət göstəricilərinə təsiri laboratoriya şəraitində tədqiq edilmişdir. Təcrübə üçün “Muradxanlı” İNM-nin “Cəfərli” yatağının 28,37,43 sayılı quyularından və yığım çənindən götürülmüş yüksək özlülüklü ağır neftlərdən və neft qarışıqlarından istifadə edilmişdir.
2. Təcrübə zamanı müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan neftlər su, mexaniki qarışıqlar və xlor duzlarının miqdarına əsasən bir-birindən fərqlənirlər.
3. Neft nümunələrinin sulaşma dərəcəsinə süni surətdə artırmaqla onların reoloji parametrləri 20°C temperaturda tədqiq edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, sulaşma dərəcəsi artdıqca özlülüyün qiyməti də əhəmiyyətli dərəcədə yüksəlir. Lakin bütün neft nümunələrində sulaşma dərəcəsinin müəyyən qiymətindən sonra sürət qradientinin artmasına baxmayaraq sürüşmə gərginliyinin kəskin azalması baş vermişdir.
4. Sulaşma dərəcəsinin müəyyən artım dərəcəsində sürət qradientinin kiçik qiymətlərində özlülüyün artması böyük qiymətlərində isə sürüşmə gərginliyinin sürətlə azalmasına səbəb



olmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, neftlərin su ilə disperqləşmə dərəcəsinin maksimal qiyməti və ya doyma həddini göstərən sulaşma dərəcəsi 28, 37 və 43 saylı quyulardan götürülmüş nümunələr üçün uyğun olaraq 70-80%, 40%, qarışıq neft üçün isə 80% olmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Evdokimov I.N., Losev A.P. Osobennosti analiza assotciativnykh uglevodorodnykh sred. Primenimost refraktometricheskikh metodov // Ximiia i tekhnologiiia topliva i masel. 2007, №2, s.38-41.
2. İsmayilov Q.Q., Nurməmmədova R.Q., Nurullayev V.X., Zeynalov R.L. Neftlərin qarışması ilə bağlı yaranan spesifik problemlər haqqında // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, 2015, №10, s. 30-36
3. Sergienko S.R., Taimova B.A., Talalaev E.I. Vysokomolekuliarnye neuglevodorodnye soedineniia nefti. M.: Nauka, 1979, 269 s.
4. KHafizov A.R. Pestretcov N.V., Chebotarev V.V.i dr. Sbor i podgotovka nefti i gaza. Tekhnologiiia i oborudovanie. // Uchebnoe posobie. Pod red. A.R.KHafizova, N.V. Pestretcova, V.V.Shaidakova. -Ufa, 2002. - 551 s.
5. Sharifullin A.V., Baibekova L.R., Suleimanov A.T. Osobennosti sostava i stroeniia neftianyx otlozhenii // Tekhnologiiia nefti i gaza. 2006, № 6, c..19-24
6. İsmayilov Q.Q., Nurməmmədova R.Q., Zeynalov R.L. Neft qarışıqlarında sinerqizm effekti// "Xəzərneftqazyataq-2014" elmi-təcrübi konfransın məqalələr toplusu, Bakı, 2014, 44-53
7. İsmayilov Q.Q., Nurməmmədova R.Q., Zeynalov R.L. Neft qarışıqlarının yığılması və nəqlə hazırlanması zamanı sinerqizm və antaqonizm meyilləri haqqında // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, Bakı, 2014, № 4, s. 31-35
8. Ismailov G.G., Adygezalova M.B., Zeinalov R.L. Proiavlenie «nesovmestimosti» v neftianyx smesiakh // Teoreticheskaiia i prikladnaia mekhanika, 2016, № 3-4, s.114-117
9. Ismayilov Q.Q., Nurullayev V.X., M.B.Adıgözəlova Neft qarışıqlarının reo-nano kimyəvi xüsusiyyətləri haqqında // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri-Beynəlxalq elmi-texniki jurnal, 2017, cild 9. № 4, c.75-85
10. Ismayilov G.G. Zeynalov R.L., Adıgozalova M.B. The Impact of Chemical Composition on the Qualitative Indicators of Oil Mixtures. // International Journal of Petroleum and Petrochemical Engineering (IJPPE), 2017, Volume 3, Issue 4, P. 111-117



DIAGNOSTICS OF THE OPTIMAL OPERATING MODES OF GAS TURBINE COMPRESSOR STATIONS BASED ON THE ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

¹Gulbala Alasgarov, ²Alovsat Baghirov, ³Shahriyar Baghirov

¹Azerbaijan State Oil and Industry University, Faculty of Oil and Gas Production,

Associate professor of department of "Oil and gas transportation and storage", PhD in Technology.

²Azerbaijan State Oil and Industry University, Faculty of Oil and Gas Production, Associate professor of department of "Oil and gas transportation and storage", Ph.D. in Technology.

³Azerbaijan State Oil and Industry University, Candidate for a PhD in Technology.

ABSTRACT

The article is dedicated to the analysis of the influence of the seasonally changing ambient temperature on the technological parameters of the compression process at a gas turbine compressor station for the transportation of natural and associated gas collected from oil and gas fields by an offshore subsea gas pipeline.

As a result of the analysis, indicators of suction and discharge pressure, compressor capacity, ambient temperature during the summer and winter months were collected at each stage of a multi-unit two-stage compressor station. The indicators were divided into intervals, the number of measurements in the interval was determined, and graphs of the dependence of the number of measurements on the average value of the interval were built. As a result of the analysis of the graphs, the complex influence of technological parameters and ambient temperature on the performance of gas turbine compressors was evaluated.

To compare the results and study the effect of the parameters on the operating mode and efficiency of the compressor station, the numerical value of the criterion as the ratio of the maximum number of measurements to the average value of the corresponding interval for each parameter was calculated. For both 1st- and 2nd-stage compressors, the value of this criterion for productivity was found to be almost twice as low in winter compared to summer. For this reason, there is a need to develop measures that can ensure the operation of the compressor station in the optimal operating mode.

As a result of the analysis, it was found that in the 1st stage gas turbine compressors, due to increase of the inlet pressure, which is a positive factor for the compressor, by 16.4% (from 58 psi to 67.5 psi) in summer compared to winter, and due to the increase of the outlet pressure, which is the negative factor, by 0.9% (from 285 psi to 288 psi) and an increase in ambient temperature of 36° F (from 42° F to 80.5° F), the productivity is decreased by 15.2% (from 40.15 MMSCFD to 34.05 MMSCFD) to).

In 2nd-stage gas turbine compressors, due to no change of the inlet pressure, which is a positive factor for the compressor, in summer, compared to winter (273 psi in both cases), and due to the decrease of the outlet pressure, which is a negative factor, by 0.2% (from 807.5 psi to 805.5 psi.) and an increase in ambient temperature of 36° F (from 42° F to 80.5° F), productivity decreased by 10.1% (from 49.05 MMSCFD to 44.05 MMSCFD). Thus, 10.1% of the 15.2% decrease in the productivity of gas turbine compressors in the summer season is due to the increase in ambient temperature, while the remaining 5.1% is due to the organization of technological processes.



Taking into account this factor in the field, the selection of the correct technological mode in the gas transportation system allows to prevent the loss of large amounts of gas.

Taking into account the design features of gas turbine compressor units, it is concluded that the 10.1% decrease in productivity in the 2nd stage gas turbine compressors in the background of the constant no-change of compressor inlet and outlet pressures in summer and winter is due to automatic decrease in RPM of gas turbines from nominal 15000 cycles/min and thus the decrease of the power of gas turbines due to the overload in summer.

Considering the fact that each turbine consumes 30,000 m³ of fuel gas per day, the 360,000 m³ gas per day for fuel at the station is taken from the outlet of the 2nd stage gas turbine compressors, and these turbines are overloaded, the fuel gas is considered to be taken from another source. By feeding all the turbines of the station from the outlet of the 1st stage compressors, it is possible to reduce the load on the interstage collector of the station, increase the productivity of the 1st stage compressors and direct the gas compressed by the 2nd stage compressors to the whole outlet pipeline. As a result of this technological operation, an additional 200,000-250,000 m³ of gas per day can be transported through the compressor station.

This technique is recommended for multivariate analysis of various technological processes. As a result of the study, a technological scheme was proposed for increasing the productivity of a gas turbine compressor station by 3-4% by changing the source of fuel gas extraction.

Keywords: gas turbine, compressor, natural gas pressure, ambient temperature, productivity, fuel gas, statistical method.

TEKNOLOJİ PROSESLƏRİN TƏHLİLİ ƏSASINDA QAZTURBİNLİ KOMPRESSOR STANSİYALARININ OPTİMAL İŞ REJİMLƏRİNİN DİAGNOSTİKASI.

Gülbala Ələsgərov¹, Ələvsət Bağirov², Şəhriyar Bağirov³

¹Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Qaz-Neft mədən fakültəsi, "Neftin, qazın nəqli və saxlanması" kafedrasının dosenti, texnika elmləri namizədi, Email: galesgerov@mail.ru

²Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Qaz-Neft mədən fakültəsi, "Neftin, qazın nəqli və saxlanması" kafedrasının dosenti, texnika elmləri namizədi, Email: abaghirov59@gmail.com

³Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, dissertant, Email: shahriyar.baghirov@gmail.com

XÜLASƏ

Məqalə sualtı dəniz qaz kəməri ilə nəql edilməsi məqsədilə neft-qaz mədənindən yığılan təbii və səmt qazının qazturbini kompressor stansiyasında sıxılması prosesinin texnoloji parametrlərinə mövsümlə əlaqəli dəyişən ətraf mühit temperaturunun təsirinin təhlilinə həsr olunub.

Təhlil nəticəsində iki pilləli çox aqreqatlı kompressor stansiyasında hər pillədə giriş və çıxış təzyiqlərinin, kompressorların məhsuldarlıqlarının, ətraf mühit temperaturalarının yay və qış aylarında göstəriciləri toplanmışdır. Göstəricilər intervallara bölünərək, hər intervala düşən ölçmələrin sayı təyin edilərək, intervalın orta göstəricisi ilə ölçmələrin sayının asılılığı qrafikləri qurulmuşdur. Qrafiklərin təhlili nəticəsində qazturbini kompressorların məhsuldarlığına texnoloji parametrlərin və ətraf mühit temperaturunun kompleks təsirinin qiymətləndirilməsi aparılmışdır.

Alınmış nəticələrin müqayisəsi və parametrlərin kompressor stansiyasının iş rejimi və səmərəliliyinə təsirini öyrənmək üçün hər parametr üzrə göstəricinin maksimal ölçmələr sayının müvafiq intervalın orta qiymətinə nisbəti kimi kriterinin ədədi dəyəri hesablanmışdır. Həm birinci, həm də ikinci pillə kompressorları üçün məhsuldarlığa görə bu kriterinin dəyərinin qış



mövsümündə yay mövsümünə nisbətən 2 dəfəyə yaxın az olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Bu səbəbdən kompressor stansiyasının optimal iş rejimində istismarını təmin edə bilən tədbirlərin işlənməsi zərurəti yaranır.

Aparılmış təhlillər nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, birinci pillə qazturbini kompressorlarda yay mövsümündə kompressor üçün müsbət təsiredici faktor olan giriş təzyiqinin qış mövsümünə nisbətən 16,4% (58 psi-dən 67,5 psi-dək) artması, lakin mənfi təsiredici faktorlar olan çıxış təzyiqinin yalnız 0,9% (285 psi-dən 288 psi-dək) və ətraf mühit temperaturunun 36 °F (42 °F-dən 80,5 °F-dək) artması fonunda məhsuldarlıq 15,2% (40,15 MMSCFD-dən 34,05 MMSCFD-dək) azalmışdır.

İkinci pillə qazturbini kompressorlarda yay mövsümündə kompressor üçün müsbət təsiredici faktor olan giriş təzyiqinin qış mövsümünə nisbətən dəyişməməsi (hər iki halda 273 psi), mənfi təsiredici faktor olan çıxış təzyiqinin yalnız 0,2% (807,5 psi-dən 805,5 psi-dək) azalması və ətraf mühit temperaturunun 36 °F (42 °F-dən 80,5 °F-dək) artması fonunda məhsuldarlıq 10,1% (49,05 MMSCFD-dən 44,05 MMSCFD-dək) azalmışdır. Beləliklə, yay mövsümündə qazturbini kompressorların məhsuldarlığının 15,2% azalmasının 10,1%-i mühit temperaturunun artması ilə bağlıdır, qalan 5,1%-i texnoloji proseslərin təşkili ilə bağlıdır. Mədən şəraitində bu amili nəzərə alaraq qazın nəql sistemində düzgün texnoloji rejimin seçilməsi külli miqdarda qazın itirilməsinin qarşısını almağa imkan verir.

Qaz turbinli kompressor qurğularının konstruktiv xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq belə bir nəticəyə gəlinir ki, 2-ci pillə qazturbini kompressorlarda yay və qış mövsümlərində kompressorun giriş və çıxış təzyiqlərinin dəyişməməsi fonunda məhsuldarlığın 10,1% azalması yay mövsümündə artıq yüklənmə səbəbindən qaz turbinlərinin dövrlər sayının nominal 15000 dövr/dəq-dən avtomatik olaraq azalması və bununla əlaqəli turbinin gücünün azalması ilə bağlıdır.

Hər turbinin gündəlik 30 min m³ qazı yanacaq sərf etdiyini, stansiyada gündəlik 360 min m³ qazın yanacağa işlədilən qazın 2-ci pillə qazturbini kompressorların çıxışından götürüldüyünü və bu turbinlərin artıq yüklənməsini nəzərə alaraq, yanacaq qazının digər mənbədən götürülməsi məsələsinə baxılmışdır. Stansiyanın bütün turbinlərini 1-ci pillə kompressorların çıxışından qidalandırmaqla stansiyanın pillələrarası kollektorunun yükünün azaldılmasına, 1-ci pillə kompressorların məhsuldarlığının artımına və 2-ci pillə kompressorların sıxdığı qazın bütövlükdə çıxış nəql xəttinə yönəldilməsinə nail olmaq mümkündür ki, bu texnoloji əməliyyatın aparılması nəticəsində kompressor stansiyası vasitəsilə əlavə olaraq gündəlik 200-250 min m³ qazın nəqli təmin oluna bilər.

Müxtəlif texnoloji proseslərin çoxfaktorlu təhlilində bu metodikadan istifadə tövsiyyə olunur. Tədqiqat nəticəsində yanacaq qazının götürülməsi mənbəyini dəyişdirməklə qazturbini kompressor stansiyasının məhsuldarlığının 3-4% artırmağa imkan verən texnoloji sxem təklif olunmuşdur.

Açar sözlər: qaz turbini, kompressor, təbii qaz, təzyiq, ətraf mühit temperaturu, məhsuldarlıq, yanacaq qazı, statistik metod.

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена анализу влияния сезонно меняющейся температуры окружающей среды на технологические параметры процесса сжатия на газотурбинной компрессорной станции для транспортировки морским подводным газопроводом природного и попутного газа, собираемых с нефтегазовых промыслов.



В результате анализа были собраны показатели давления всасывания и нагнетания, производительности компрессора, температуры окружающей среды в летние и зимние месяцы на каждой ступени многоблочной двухступенчатой компрессорной станции. Показатели были разделены на интервалы, определено количество измерений в интервале и построены графики зависимости числа измерений от среднего значения интервала. В результате анализа графиков оценено комплексное влияние технологических параметров и температуры окружающей среды на производительность газотурбинных компрессоров.

Для сравнения результатов и изучения влияния параметров на режим работы и эффективность компрессорной станции для каждого параметра было рассчитано численное значение критерия как отношение максимального количества измерений к среднему значению соответствующего интервала. Для компрессоров первой и второй ступеней значение этого критерия производительности в зимний период оказалось почти в два раза ниже, чем летом. По этой причине возникает необходимость в разработке мероприятий, способных обеспечить эксплуатацию компрессорной станции в оптимальном рабочем режиме.

Эту методику рекомендуется использовать при многофакторном анализе различных технологических процессов. В результате исследования предложена технологическая схема повышения производительности газотурбинной компрессорной станции на 3-4% за счет изменения источника отбора топливного газа.

Ключевые слова: газовая турбина, компрессор, природный газ, давление, температура окружающей среды, производительность, топливный газ, статистический метод

Giriş: Hal-hazırda təbii qazın nəqlini təmin edən mərkəzdənqəçmə kompressorlar əsasən qazturbimli mühərriklə hərəkətə gətirilir. Azərbaycanın həm neft-qaz, həm də energetika sahələrində qaz turbinlərinin tətbiqi ildən-ilə artmaqdadır. Yalnız “Günəşli” yatağında təbii qazın sıxılması və nəqli üçün mərkəzdənqəçmə kompressorların intiqalı qismində ümumi gücü 125 MVt olan 24 ədəd qaz turbini istismar olunur.

Qaz turbinlərinin (GT) gücü (nominal gücü) ISO şərtləri əsasında hesablanır - kompressorun giriş flənsi müstəvisində havanın temperaturu - (+ 15°C), rütubət - 60%, təzyiq - 101,3 kPa. İstismar zamanı GT-lər böyük miqdarda hava sərf edirlər. Yanma kamerasında optimal istilik proseslərini təmin edən GT-nin işləməsi üçün yalnız 2% yanacaq və 98% hava tələb olunduğu müəyyən edilmişdir. Ətraf havanın temperaturunun artması yanma kamerasına daxil olan havanın kütlə axınının və nəticədə qaz turbininin gücünün azalmasına səbəb olur. Konstruksiyasından asılı olaraq ətraf mühitin temperaturunun +15°C-dən (nominal temperatur) +35°C-ə qədər artması GT-nin gücünü nominaldan 20%-dən çox azalda bilər. [1,2]

Aparılmış tədqiqatın məqsədi real istehsalat şəraitində qazturbimli kompressor qurğularının faktiki məhsuldarlığının ətraf mühitin temperaturundan asılılığının müəyyən edilməsindən və məhsuldarlığa təsir edən digər amilləri aşkarlayaraq onların təsir dərəcəsinin qiymətləndirilməsindən ibarətdir. Baxılan məsələ çoxfaktorlu analizin aparılmasını tələb etdiyindən tədqiqat əsasən riyazi statistika metodları ilə həyata keçirilmişdir.

Neft Daşları ərazisində 1994-cü ildə inşa edilmiş “28 May” NQÇİ-nin 2 sayılı sıxıcı kompressor stansiyasında ilkin olaraq hər birinin gücü 3,5 MVt olan 12 ədəd Sentaur 40 tipli qazturbini kompressor qurğusu istismara verilmişdir. Bunlardan 7 qurğu alçaq təzyiqli, 5 qurğu isə yüksək təzyiqli kompressorlardan ibarətdir. Sonrakı illərdə hər birinin gücü 5,7 MVt olan Taurus 60 tipli daha 4 qurğu (2-si alçaq, 2-si yüksək təzyiqli kompressorlarla dəstlənmişdir) istifadəyə



verilmişdir. ABŞ-ın “Solar” şirkətinin qazturbini intiqallı kompressorları quraşdırılmış bu stansiyadan qaz 120 km uzunluğunda dəniz sualtı magistral qaz kəmərlərlə sahilə, qaz emalı zavoduna nəql edilir. Tələb olunan çıxış təzyiqini əldə etmək məqsədilə qazın sıxılması prosesi iki pillədə aparılır. Stansiyaya 0,45 MPa təzyiqə daxil olan qaz birinci pillədə 2,0 MPa-ya, ikinci pillədə 5,5 MPa-ya qədər sıxılır.

Kompressor qurğularının əsas parametrləri həm bir-birindən, həm də ətraf mühitdən asılı olaraq geniş hədlər daxilində dəyişdiyindən onların araşdırılması və sabit saxlanması olduqca zəruridir. Kompressor qurğusu bütövlükdə 5-ci dərəcəli mürəkkəbliyə malik məmulata aid edilir. Onun təktəktəklərinin hamısının birlikdə sayı 10^5 -ə çatır. Belə mürəkkəb qurğunun keyfiyyətlik və iqtisadi səmərəlik göstəricilərini tam siyahı üzrə qərarlaşdırmaq üçün yüzdən artıq parametri müəyyən etmək tələb olunur.

Kompressor stansiyalarına qəbul edilən qazın giriş təzyiqi, çıxış təzyiqi, sıxılan qazın miqdarı və sair məlumatlar təsadüfi kəmiyyətlər olduğundan onların toplanması riyazi statistikanın tələblərinə cavab verməlidir. Yəni, toplanan ədədi kəmiyyətlər elə sayda olmalıdır ki, onların emalı nəticəsində alınan nəticələr yüksək səviyyəli inamlıq ehtimalına malik olsunlar. Toplanan dəlillər - parametrlərin ədədi miqdarları ən azı 50 ədəddən ibarət olur. İlk növbədə bu ədədlər, məsələn, ölçülmüş və ya qeydə alınmış giriş təzyiqləri, pərakəndə şəkildə yazılır. Emal etmək (işləmək) üçün həmin pərakəndə ədədlər artan sıraya düzülür, intervallara bölünür, intervalların orta ədədi tapılır və hər bir intervala düşən ədədlərin (təzyiqlərin, həcmərin, temperaturaların və s.i.) sayı müəyyən edilir.

İstismar prosesində qazturbini kompressorlarının parametrləri (sıxılan qazın təzyiqi, temperaturu, kompressorun məhsuldarlığı, qazogeneratorda titrəmə və güc turbinində titrəmə) ABŞ-da qəbul edilmiş ölçü vahidləri ilə qiymətləndirilir (göstərilir). Ölkəmizdə qəbul edilmiş Beynəlxalq Standartlaşdırma Təşkilatı – BST (ISO) ölçmə sistemi üzrə göstərmək məqsədilə aşağıdakı cədvəl 1-də hər iki ölçmə sisteminə göstəriciləri verilmişdir.

Cədvəl 1. Qaz turbinli kompressor stansiyasında qəbul edilmiş parametrlərin ABŞ ölçmə sistemli vahidlərinin ISO sisteminə keçirilməsi

Ölçülən parametrin adlandırılması	ABŞ ölçmə sistemi üzrə göstəricilərin işarəsi	BST(ISO) ölçmə sistemi üzrə göstəricilərin işarəsi	Göstəricilərin ABŞ ölçmə sisteminə BST (ISO) ölçmə sisteminə keçirmə düsturu
Qazın təzyiqi	psi funt/düym ²	MPa	$\text{funt/düym}^2 = 0,45359 \text{ kq/} 2,54^2 \text{ sm}^2 = 0,0703065 \text{ kq/sm}^2$ $1 \text{ psi} = 0,007 \text{ MPa}$
Qazın temperaturu	°F (Farenhey)	°C (Selsi)	$t^{\circ}C = \frac{5}{9}(t_F - 32)$
Qazın həcmi	MMSCF (milyon standart kubik fut)	m ³	$\text{MMSCF} = 10^6 \text{ fut}^3 = 10^6 \times 0,3048^3 \text{ m}^3 = 0,028317 \text{ m}^3$
Qaz generato-runda titrəmə	ips düym/san	m/san	$\dot{I}_{ps} = 0,0254 \text{ m/san} = 254 \cdot 10^{-4} \text{ m/san}$

Metodik hissə: Təbii qazın nəqetmə göstəricilərinin proseslərə təsirini öyrənmək və kompressor stansiyasının iş səmərəliliyini təyin etmək üçün bir ay müddətində göstəricilərin ölçülməsi məlumatlarına baxaq. Bunun üçün göstərici intervalı ilə hər bir intervala düşən göstərici sayları



arasındakı asılılıqlardan istifadə edək. Göstəricilər kimi aşağıdakı parametrlər götürülmüşdür: giriş qazın təzyiqi, çıxış qazın təzyiqi, ətraf mühitin temperaturu, kompressorların məhsuldarlığı.

Aşağıda bu göstəricilər üçün avqust və fevral aylarında təklif olunan asılılığın qurulması və təhlilə baxılır. Hər bir parametr üzrə bir ay müddətində qeydə alınmış, təqribən $(6 \times K) \times n = T_{lg.s.}$ sayda təzyiq səviyyəsinin dəyişmə qanunauyğunluğu müəyyən edilmişdir. Burada K – kompressorların sayı, n – ay ərzində iş günləridir.

Nəticələrin müzakirəsi: Tədqiqat üzrə qrafik materialının çoxluğunu nəzərə alaraq, materialın izahını yığcam şəkildə vermək məqsədilə təzyiqlərə aid qrafiklərdə dörd, temperatur və məhsuldarlıqlara aid qrafiklərdə isə iki eyni tipli parametrlərin dəyişməsi əks olunmuşdur. Belə ki, cədvəl 2-də verilmiş 1-ci pillə kompressorlarının avqust və fevral aylarında giriş və çıxış qazı təzyiqlərinin paylanması göstəriciləri əsasında şəkil 1-də həmin parametrlərin paylanması qrafikləri əks olunmuşdur.

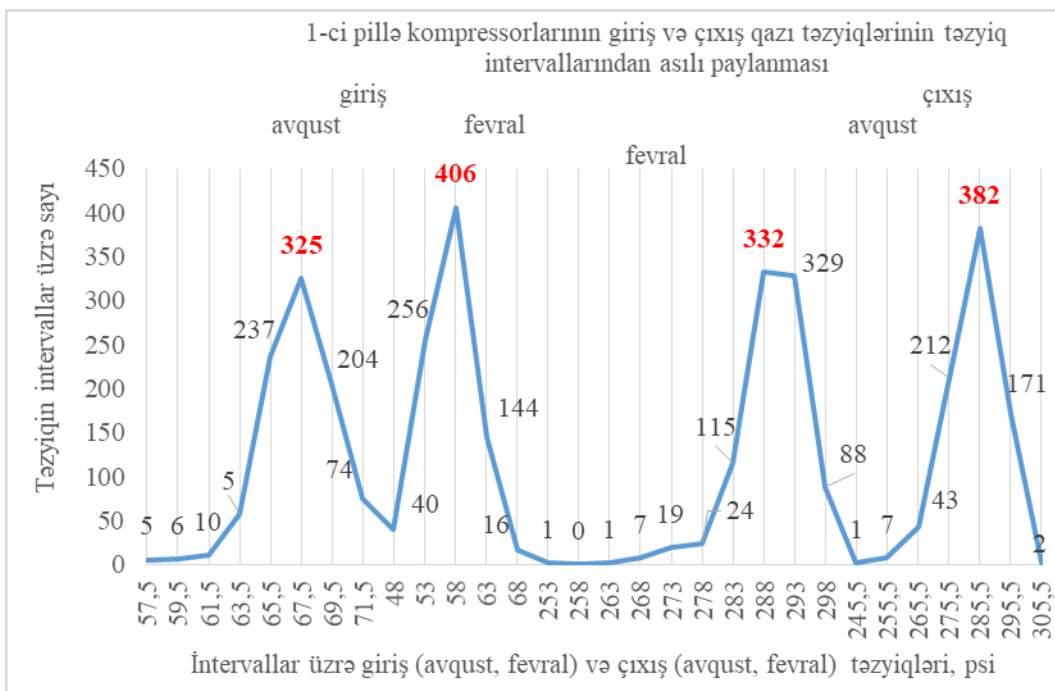
Cədvəl 2. 1-ci pillə kompressorlarının avqust və fevral aylarında giriş və çıxış qazı təzyiqlərinin paylanması.

Giriş qazı						Çıxış qazı					
avqust			fevral			avqust			fevral		
$P_{min.i} - P_{max.i}$, psi	$P_{lg.or.}$, psi	$T_{lg.s.i.}$	$P_{min.i} - P_{max.i}$, psi	$P_{lg.or.}$, psi	$T_{lg.s.i.}$	$P_{min.i} - P_{max.i}$, psi	$P_{lg.or.}$, psi	$T_{lg.s.i.}$	$P_{min.i} - P_{max.i}$, psi	$P_{lg.or.}$, psi	$T_{lg.s.i.}$
57-58	57,5	5	46-50	48	40	251-255	253	1	241-250	245,5	1
59-60	59,5	6	51-55	53	256	256-260	258	0	251-260	255,5	7
61-62	61,5	10	56-60	58	406	261-265	263	1	261-270	265,5	43
63-64	63,5	57	61-65	63	144	266-270	268	7	271-280	275,5	212
65-66	65,5	237	66-70	68	16	271-275	273	19	281-290	285,5	382
67-68	67,5	325				276-280	278	24	291-300	295,5	171
69-70	69,5	204				281-285	283	115	301-310	305,5	2
71-72	71,5	74				286-290	288	332			
						291-295	293	329			
						296-300	298	88			

Cədvəldə qazturbini kompressor stansiyasının 1-ci pillə kompressorların təzyiqlərinə aid aşağıdakı məlumatlar yerləşdirilmişdir:

1. Avqust ayında giriş qazının təzyiqlərinin P_{ig} (psi) intervallar ($P_{min.i} - P_{max.i}$) üzrə paylanması, hər intervala düşən təzyiqin orta miqdarı $P_{lg.or.i}$, təzyiq intervalına uyğun gələn təzyiqlərin sayı $T_{lg.s.i.}$. Giriş təzyiqi 57 psi (3,93 ati) ilə 72 psi (4,96 ati) arasında dəyişir. Qeydə alınmış 918 təsadüfi təzyiqdən 67-68 psi (orta 67,5 psi – 4,66 ati) təzyiqi 325 dəfə rast gəlinir.

2. Fevral ayında giriş qazının təzyiqlərinin intervallar ($P_{min.i} - P_{max.i}$) üzrə paylanması, hər intervala düşən təzyiqin orta miqdarı $P_{lg.or.i}$, təzyiq intervalına uyğun gələn təzyiqlərin sayı $T_{lg.s.i.}$. Qış aylarında kompressorların 1-ci pilləsinin giriş qazının təzyiqi 48 psi (3,31 ati) ilə 68 psi (4,69 ati) arasında dəyişir. 58 psi (4,0 ati) təzyiq səviyyəsi (maksimum sayda) 406 halda təsadüf edilir.



Şəkil 1.

3. Avqust ayında çıxış qazının təzyiqlərinin $P_{iç}$ (psi) intervallar ($P_{min.i}-P_{max.i}$) üzrə paylanması, hər intervala düşən təzyiqin orta miqdarı $P_{lç.or.i}$, təzyiq intervallarına uyğun gələn təsadüfi təzyiqlərin sayı $T_{lç.s.i}$. Çıxış təzyiqi 251 psi (17,3 ati) ilə 300 psi (20,7 ati) arasında dəyişir. Qeydə alınmış 916 təsadüfi təzyiqdən 286-290 psi (orta 288) təzyiqi 332 dəfə, 291-295 psi (orta 293) təzyiqi 329 dəfə təsadüf edir.

4. Fevral ayında çıxış qazının təzyiqlərinin $P_{iç}$ (psi) intervallar ($P_{min.i}-P_{max.i}$) üzrə paylanması, hər intervala düşən təzyiqin orta miqdarı $P_{lç.or.i}$, təzyiq intervallarına uyğun gələn təsadüfi təzyiqlərin sayı $T_{lç.s.i}$. Çıxış təzyiqi 241 psi (16,6 ati) ilə 310 psi (21,4 ati) arasında dəyişir. Qeydə alınmış 818 təsadüfi təzyiqdən 281-290 psi (orta 285,5) təzyiqinə 382 dəfə rast gəlinir. Göründüyü kimi, təzyiq səviyyələri saylarının təzyiq intervalları üzrə paylanma forması, təzyiqlərin avqust ayındakı paylanma formasından fərqlənir. Fevral ayında maksimum sayda təzyiq səviyyəsi 281-290 psi təzyiq intervalına uyğun gəldiyi halda, avqust ayında qeydə alınmış çıxış qazının təzyiqi səviyyəsinin maksimum sayı 291-295 psi təzyiq intervalına müvafiqdir.

Həm 1-ci pillənin, həm də 2-ci pillənin (yüksək təzyiqli pillə) giriş və çıxış təzyiqləri, eləcə də digər təyinatlı göstəriciləri ətraf mühitdən və ilk növbədə havanın hərərətindən asılı olaraq geniş intervalda dəyişir. Bunu nəzərə alaraq, avqust ayında və fevral ayında kompressor stansiyasında girişdə və çıxışda qazın təzyiqi, həm də kompressorların məhsuldarlığı ölçülərkən havanın hərərəti (temperaturu) da ölçülmüş və təhlil edilmişdir.

2 sayılı kompressor stansiyasında istismarda olan qurğuların giriş və çıxış qazın yay və qış aylarında ölçülmüş təzyiqlərin təhlili (paylanma qanunauyğunluqları) ətraf mühitin təsirini öyrənməyə imkan verir. Giriş və çıxış qazın təzyiqi ətraf mühitin hərərətindən (temperaturundan) asılıdır. Yay aylarında qazın təzyiqi yüksək, qış aylarında isə aşağı olur. Yayda da, qışda da havanın hərərəti geniş intervalda dəyişir. Stansiyanın ərazisində qeydə alınmış hərərətin səviyyələri 67-98°F (Farengeyt) arasında dəyişir.



Ətraf mühitin göstəriciləri (havanın hərərəti, havanın mənbəyi, küləyin sürəti və istiqaməti, Günəş şüalarının intensivliyi, havanın tərkibində tozun və digər mexaniki hissəciklərin sıxlığı və s.) həm alçaq təzyiqli, həm də yüksək təzyiqli kompressorların məhsuldarlığına və giriş-çıkış təzyiqlərinə ciddi təsir göstərir. Hərərətin geniş maksimum və minimum hədlər daxilində dəyişməsi elə bir hal yarada bilər ki, yay ayının ən sərin havası, qış ayının ən isti havasına uyğun, hərərət dərəcələri üst-üstə düşər. Bu halda kompressor stansiyasının parametrlərinə havanın hərərəti yox, yay və qış fəsilərini səciyyələndirən digər göstəricilər (amillər) təsir göstərə bilər.

Havanın nəmliyi də kompressorların təyinatlıq göstəricilərinə mühüm miqdarı mənada təsir göstərir. Bu amilin kompressorların işinə (təzyiq, məhsuldarlıq və s.) təsiri ayrıca tədqiq edilməlidir.

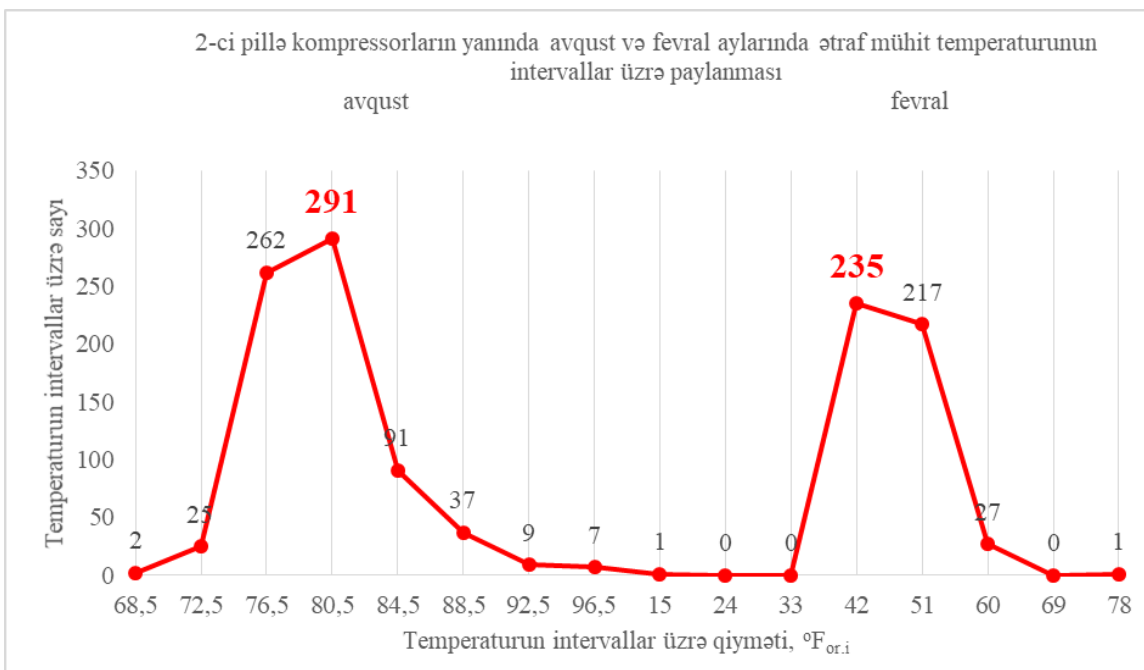
SKS-in qazturbın kompressorlarının giriş qazının təzyiqi, çıxış qazının təzyiqi, hava kompressorunun çıxış təzyiqi, qurğunun məhsuldarlığı və digər parametrləri ilə yanaşı, gün ərzində hər 4 saatdan bir ətraf mühitin temperaturu da ölçülür. Təbiidir ki, havanın hərərətinin hər bir dərəcədə dəyişməsi giriş və çıxış qazının təzyiqinə və miqdarına (kompressorun məhsuldarlığına) mühüm miqdarı mənada təsir göstərir. Havanın hərərəti isə onun ölçüldüyü məntəqədən asılıdır. Kompresor stansiyasının müxtəlif yerlərində havanın hərərəti fərqli olduğundan ölçmə işləri kompressorun yaxınlığında aparılır. Cədvəldə 3-də avqust və fevral ayları ərzində hər 4 saatdan bir qazturbınli kompressorların yanında qeydə alınmış ətraf mühitin temperaturları $^{\circ}\text{F}$ ilə intervallar üzrə verilmişdir. Temperatur səviyyəsi saylarının, $F_{s.i}$ temperaturun intervallar üzrə orta qiymətindən $F_{or.i}$ asılılığı şəkil 2-də əks olunmuşdur.

Cədvəldə yerləşdirilmiş aşağıdakı məlumatların təhlili nəticəsində müəyyən olur:

1. Avqust ayında ətraf mühitin temperaturlarının $^{\circ}\text{F}_i$ intervallar ($^{\circ}\text{F}_{\min} - ^{\circ}\text{F}_{\max}$) üzrə paylanması, hər intervala düşən temperaturun orta qiyməti $^{\circ}\text{F}_{or}$, təzyiq intervalına uyğun gələn temperaturların sayı $T_{s.i}$. Temperaturlar 67°F (19°C) ilə 90°F (32°C) arasında dəyişir. Qeydə alınmış 724 temperaturdan $79-82^{\circ}\text{F}$ (orta $80,5^{\circ}\text{F} - 27,0^{\circ}\text{C}$) temperaturu 291 dəfə, $75-78^{\circ}\text{F}$ (orta $76,5^{\circ}\text{F} - 24,7^{\circ}\text{C}$) temperaturu 262 dəfə təsadüf edir.
2. Fevral ayında temperaturlar 11°F ($-11,7^{\circ}\text{C}$) ilə 82°F ($27,8^{\circ}\text{C}$) arasında dəyişir. Qeydə alınmış 481 temperaturdan $38-46^{\circ}\text{F}$ (orta $42^{\circ}\text{F} - 10^{\circ}\text{C}$) temperaturu 235 dəfə, $47-55^{\circ}\text{F}$ (orta $51^{\circ}\text{F} - 10,6^{\circ}\text{C}$) temperaturu 217 dəfə təsadüf edir.

Cədvəl 3. 2 sayılı SKS-in 2-çi pillə kompressorlarının yanında avqust və fevral aylarında ətraf mühit temperaturunun intervallar üzrə paylanması

avqust			fevral		
$^{\circ}\text{F}_{\min} - ^{\circ}\text{F}_{\max}$	$^{\circ}\text{F}_{or}$	$T_{s.i}$	$^{\circ}\text{F}_{\min} - ^{\circ}\text{F}_{\max}$	$^{\circ}\text{F}_{or}$	$T_{s.i}$
67-70	68,5	2	11-19	15	1
71-74	72,5	25	20-28	24	0
75-78	76,5	262	29-37	33	0
79-82	80,5	291	38-46	42	235
83-86	84,5	91	47-55	51	217
87-90	88,5	37	56-64	60	27
91-94	92,5	9	65-73	69	0
95-98	96,5	7	74-82	78	1



Şəkil 2.

Qazturbimli kompressor stansiyasının 1-ci pillə kompressorlarının avqust və fevral aylarında məhsuldarlığının (çıxış qazının miqdarı) intervallar ($Q_{min.i}-Q_{max.i}$) üzrə paylanması və hər intervala düşən təsadüfi məhsuldarlıqların orta miqdarları Q_{1a} , eləcə də məhsuldarlıqların (sıxılmış qaz miqdarlarını) sayları aşağıdakı cədvəldə 4-də verilmişdir. Birinci pillə kompressorların avqust və fevral aylarında məhsuldarlığının dəyişmə intervalları ilə hər intervala düşən məhsuldarlıq sayları arasında asılılıq şəkil 3-də əks olunub.

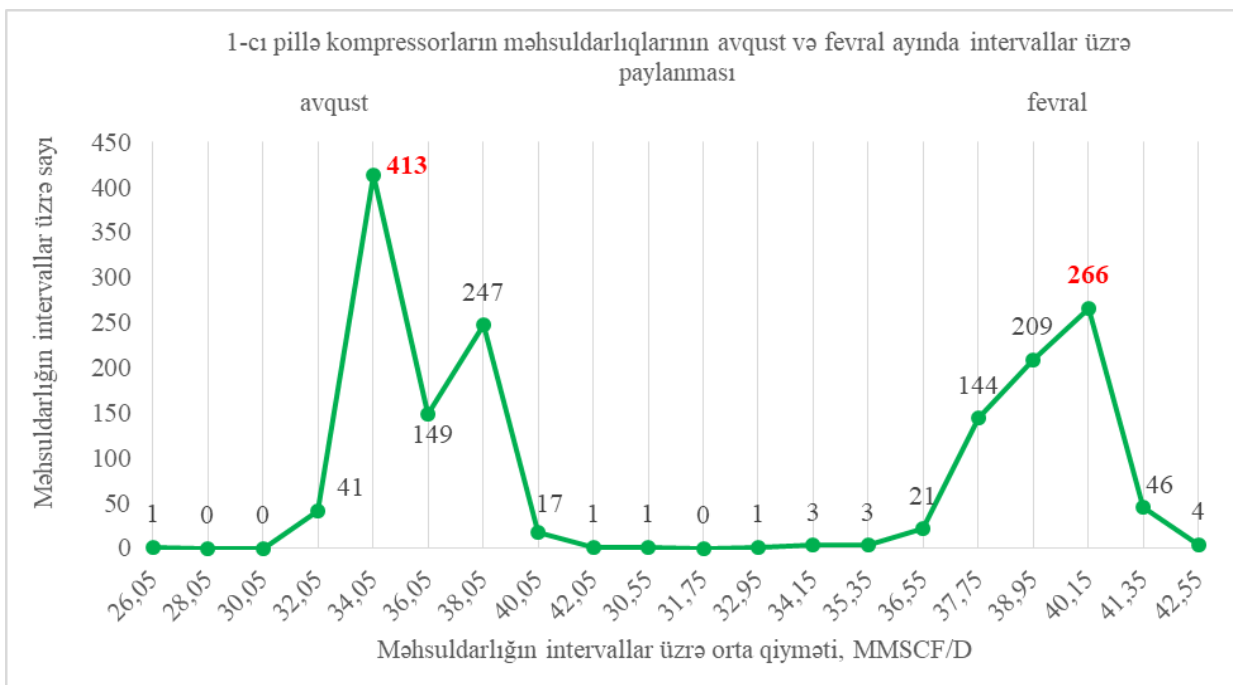
Cədvəl 4. 1-ci pillə kompressorların avqust və fevral ayında məhsuldarlığının intervallar üzrə paylanması

avqust				fevral			
$Q_{min.i} - Q_{max.i}$, MMSCFD	Q_{1a} , MMSCFD	T_{1s}		$Q_{min.i} - Q_{max.i}$, MMSCFD	Q_{1a} , MMSCFD	T_{1s}	
25,1-27,0	26,05	1		30,0-31,1	30,55	1	
27,1-29,0	28,05	0		31,2-32,3	31,75	0	
29,1-31,0	30,05	0		32,4-33,5	32,95	1	
31,1-33,0	32,05	41		33,6-34,7	34,15	3	
33,1-35,0	34,05	413		34,8-35,9	35,35	3	
35,1-37,0	36,05	149		36,0-37,1	36,55	21	
37,1-39,0	38,05	247		37,2-38,3	37,75	144	
39,1-41,0	40,05	17		38,4-39,5	38,95	209	
41,1-43,0	42,05	1		39,6-40,7	40,15	266	
				40,8-41,9	41,35	46	
				42,0-43,1	42,55	4	



Əldə olunmuş məlumatların təhlili nəticəsində müəyyən olur:

1. Avqust ayında kompressorların məhsuldarlığı (hər bir kompressora düşən məhsuldarlıq) 25,1 MMSCFD ilə 43,0 MMSCFD arasında dəyişir. Məhsuldarlığın 35-37 MMSCFD arasında azalması təsadüfi haldır. Qeydə alınmış 869 məhsuldarlıqdan 33,1-35,0 MMSCFD (orta 34,05 MMSCFD – 0,962 mln. m³/gün) məhsuldarlığı 413 dəfə, 37,1-39,0 MMSCFD (orta 38,05 MMSCFD – 1,075 mln. m³/gün) məhsuldarlığı 247 dəfə təsadüf edir.
2. Fevral ayında kompressorların məhsuldarlığının 30,0 MMSCFD ilə 43,1 MMSCFD arasında dəyişir. Qeydə alınmış 698 məhsuldarlıqdan 39,6-40,7 MMSCFD (orta 40,15 MMSCFD – 1,134 mln. m³/gün) məhsuldarlığı 266 dəfə, 38,4-39,5 MMSCFD (orta 38,95 MMSCFD – 1,1 mln. m³/gün) məhsuldarlığı 209 dəfə təsadüf edir.
3. Bu göstəricilərin minimum və maksimum miqdarları olduqca az sayda təkrarlanır.



Şəkil 3

Göstərilən fərqləri tədqiq etmək məqsədilə cədvəl 5-də verilmiş 2-ci pillə kompressorlarının avqust və fevral aylarında giriş və çıxış qazı təzyiqlərinin paylanması göstəriciləri əsasında şəkil 4-də həmin parametrlərin paylanması qrafikləri əks olunmuşdur.

1-ci pillə kompressorlarda olduğu kimi, 2-ci pillə kompressorlarda da ətraf mühitin hərərətindən asılı olaraq, təzyiq səviyyələrinin təzyiq intervallarından asılılığı, həm də təzyiq səviyyələri xeyli dəyişir. Soyuq iqlim şəraitində təzyiq səviyyəsi aşağıdır.

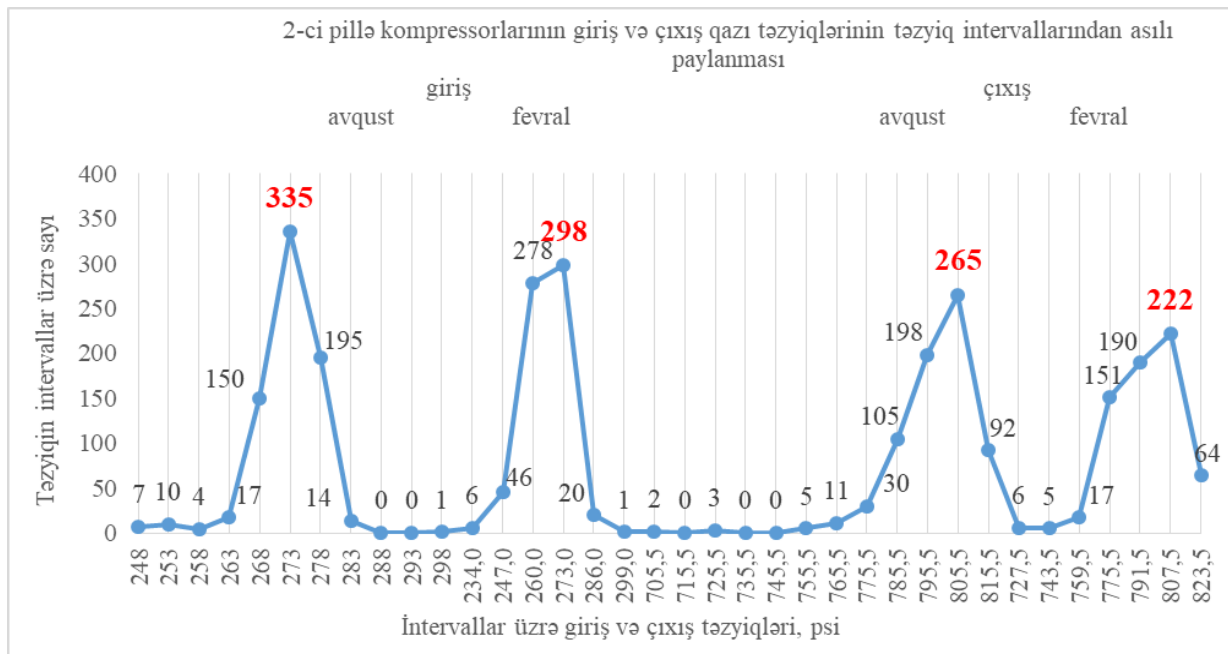
Qazturbini kompressor stansiyasının 2-ci pillə kompressorların təzyiqlərinə aid məlumatlar təhlili aşağıdakı nəticələrin əldə edilməsinə imkan verir:

1. Avqust ayında giriş qazının təzyiqlərinin P_{ig} (psi) intervallar ($P_{min.i}$ - $P_{max.i}$) üzrə paylanması, hər intervala düşən təzyiqin orta miqdarı $P_{2g.or.i}$, təzyiq intervalına uyğun

- gələn təzyiqlərin sayı $T_{2gs.i.}$ təyin olunub. Giriş təzyiqi 246 psi (16,97 ati) ilə 300 psi (20,69 ati) arasında dəyişir. Qeydə alınmış 733 təsadüfi təzyiqdən 271-275 psi (orta 273 psi – 18,83 ati) təzyiqi 335 dəfə rast gəlinir.
2. Fevral ayında giriş qazının təzyiqlərinin intervallar ($P_{min.i} - P_{max.i}$) üzrə paylanması, hər intervala düşən təzyiqin orta miqdarı $P_{2g.or.i.}$, təzyiq intervalına uyğun gələn təzyiqlərin sayı $T_{2gs.i.}$ təyin olunub. Qış aylarında 2-ci pillə kompressorların giriş qazının təzyiqi 228 psi (15,72 ati) ilə 305 psi (21,03 ati) arasında dəyişir. Qeydə alınmış 649 təsadüfi təzyiqdən maksimum sayda 267-279 psi (orta 273 psi - 18,83 ati) təzyiqi 298 dəfə, 254-266 psi (orta 260 psi - 17,93 ati) təzyiq səviyyəsi 278 halda təsadüf edilir.
 3. Avqust ayında çıxış qazının təzyiqlərinin $P_{iç}$ (psi) intervallar ($P_{min.i}-P_{max.i}$) üzrə paylanması, hər intervala düşən təzyiqin orta miqdarı $P_{2ç.or.i.}$, təzyiq intervallarına uyğun gələn təsadüfi təzyiqlərin sayı $T_{2ç.i.i.}$ təyin olunub. Çıxış təzyiqi 701 psi (48,34 ati) ilə 820 psi (56,55 ati) arasında dəyişir. Aşağı göstəricilərin sayı az (1-10) olduğundan əsas işçi zona kimi 760-820 psi (52,41 - 56,55 ati) intervalı nəzərə alınmalıdır. Qeydə alınmış 711 təsadüfi təzyiqdən 801-810 psi (orta 805,5 psi – 55,55 ati) təzyiqi 265 dəfə, 791-800 psi (orta 795,5 psi - 54,86 ati) təzyiqi 198 dəfə təsadüf edir.
 4. Fevral ayında çıxış qazının təzyiqlərinin $P_{iç}$ (psi) intervallar ($P_{min.i}-P_{max.i}$) üzrə paylanması, hər intervala düşən təzyiqin orta miqdarı $P_{2ç.or.i.}$, təzyiq intervallarına uyğun gələn təsadüfi təzyiqlərin sayı $T_{2ç.s.i.}$ təyin olunub. Çıxış təzyiqi 720 psi (49,66 ati) ilə 831 psi (57,31 ati) arasında dəyişir. Qeydə alınmış 655 təsadüfi təzyiqdən 800-815 psi (orta 807,5 psi – 55,69 ati) təzyiqinə 222 dəfə, 784-799 psi (orta 791,5 psi – 54,59 ati) təzyiqinə 190 dəfə rast gəlinir. Göründüyü kimi, təzyiq səviyyələri saylarının təzyiq intervalları üzrə paylanma forması, təzyiqlərin avqust ayındakı paylanma formasından fərqlənir.

Cədvəl 5. 2-ci pillə kompressorlarının avqust və fevral aylarında giriş və çıxış qazı təzyiqlərinin paylanması

Giriş qazı						Çıxış qazı					
avqust			fevral			avqust			fevral		
$P_{min.i} - P_{max.i}, \text{psi}$	$P_{2g.or}, \text{psi}$	T_{2g}	$P_{min.i} - P_{max.i}, \text{psi}$	$P_{2g.or}, \text{psi}$	T_{2g}	$P_{min.i} - P_{max.i}, \text{psi}$	$P_{2ç.or.}, \text{psi}$	$T_{2ç}$	$P_{min.i} - P_{max.i}, \text{psi}$	$P_{2ç.or.}, \text{psi}$	$T_{2ç.}$
246-250	248	7	228-240	234,0	6	701-710	705,5	2	720-735	727,5	6
251-255	253	10	241-253	247,0	46	711-720	715,5	0	736-751	743,5	5
256-260	258	4	254-266	260,0	278	721-730	725,5	3	752-767	759,5	17
261-265	263	17	267-279	273,0	298	731-740	735,5	0	768-783	775,5	151
266-270	268	150	280-292	286,0	20	741-750	745,5	0	784-799	791,5	190
271-275	273	335	293-305	299,0	1	751-760	755,5	5	800-815	807,5	222
276-280	278	195				761-770	765,5	11	816-831	823,5	64
281-285	283	14				771-780	775,5	30			
286-290	288	0				781-790	785,5	105			
291-295	293	0				791-800	795,5	198			
296-300	298	1				801-810	805,5	265			
						811-820	815,5	92			



Şəkil 4.

2-ci pillə kompressorların məhsuldarlığı (gün ərzində sıxdığı qazın miqdarı) yay və qış aylarında qeydə alınmış və nəzərə çarpan fərq təhlil edilmişdir.

Qazturbimli kompressor stansiyasının 2-ci pillə kompressorlarının avqust və fevral aylarında məhsuldarlığının (çıkış qazının miqdarı) intervallar ($Q_{\min.i} - Q_{\max.i}$) üzrə paylanması və hər intervala düşən təsadüfi məhsuldarlıqların orta miqdarları Q_{2a} , eləcə də məhsuldarlıqların (sıxılmış qaz miqdarlarını) sayları cədvəldə 6-da verilmişdir. İkinci pillə kompressorların avqust və fevral aylarında məhsuldarlığının dəyişmə intervalları ilə hər intervala düşən məhsuldarlıq sayları arasında asılılıq şəkil 5-də əks olunub.

Məlumatların təhlili nəticəsində müəyyən olur:

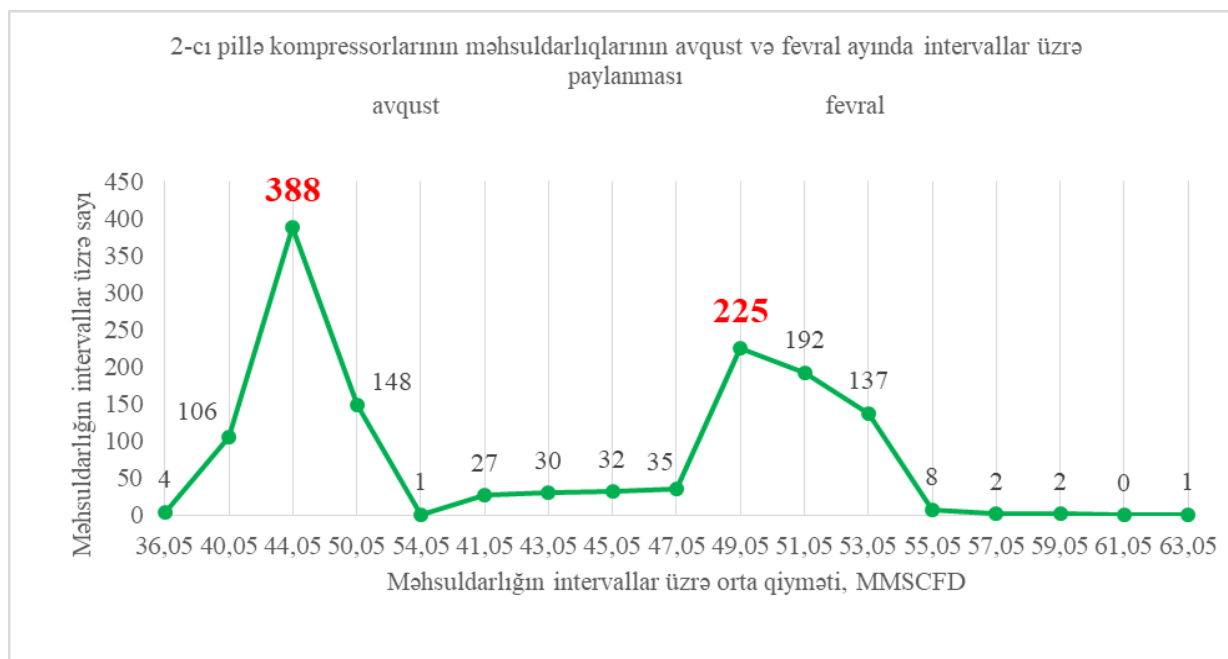
1. Avqust ayında kompressorların məhsuldarlığı (hər bir kompressora düşən məhsuldarlıq) 34,1 MMSCFD ilə 56,0 MMSCFD arasında dəyişir. Qeydə alınmış 647 məhsuldarlıqdan 42,1-46,0 MMSCFD (orta 44,05 MMSCFD – 1,245 mln. m^3 /gün) məhsuldarlığı 388 dəfə təsadüf edir. Kompressorların məhsuldarlığının (vahid zaman müddətində sıxdığı qazın miqdarının) müəyyən hədlər daxilində dəyişməsi bir sıra səbəblərlə əlaqədardır. Məhsuldarlıq səviyyəsini beş zonaya bölmək olar: alçaq səviyyə – 38,0-a qədər, orta səviyyələr – 38,1-42; 42,1-46; 46,1-52 və yüksək səviyyə – 52,1-dən yuxarı. Məhsuldarlığın alçaq səviyyəsində kompressorlar dayanaqsız işlədiyindən məhsuldarlığın müxtəlif miqdarları az hallarda rast gəlinir. Göründüyü kimi, 38,0-a qədər səviyyələrində məhsuldarlıq cəmi 4 dəfə, yüksək səviyyəli – 52,1-dən artıq məhsuldarlıq isə 1 dəfə rast gəlib.
2. Fevral ayında kompressorların məhsuldarlığının 40,1 MMSCFD ilə 64,0 MMSCFD arasında dəyişir. Qeydə alınmış 691 məhsuldarlıqdan 48,1-50,0 MMSCFD (orta 49,05 MMSCFD - 1,386 mln. m^3 /gün) məhsuldarlığı 225 dəfə, 50,1-52,0 MMSCFD (orta 51,05

MMSCFD - 1,442 mln. m³/gün) 192 dəfə, 52,1-54,0 MMSCFD (orta 53,05 MMSCFD - 1,499 mln. m³/gün) 137 dəfə təsadüf edir.

3. Şəkildən görünür ki, fevral ayında paylanma, avqust ayındakı paylanmadan fərqlənir.

Cədvəl 6. 2-ci pillə kompressorların avqust və fevral ayında məhsuldarlığının intervallar üzrə paylanması

avqust			fevral		
$Q_{\min.i} - Q_{\max.i}$, MMSCFD	Q_{2a} , MMSCFD	T_{1s}	$Q_{\min.i} - Q_{\max.i}$, MMSCFD	Q_{2a} , MMSCFD	T_{1s}
34,1-38,0	36,05	4	40,1-42	41,05	27
38,1-42,0	40,05	106	42,1-44	43,05	30
42,1-46,0	44,05	388	44,1-46	45,05	32
46,1-52,0	50,05	148	46,1-48	47,05	35
52,1-56,0	54,05	1	48,1-50	49,05	225
			50,1-52	51,05	192
			52,1-54	53,05	137
			54,1-56	55,05	8
			56,1-58	57,05	2
			58,8-60	59,05	2
			60,1-62	61,05	0
			62,1-64	63,05	1



Şəkil 5.



Beləliklə, alınmış nəticələrin müqayisəsi və parametrlərin kompressor stansiyasının iş rejimi və səmərəliliyinə təsirini öyrənmək üçün vahid intervalın orta qiymətinə uyğun göstəricinin maksimal sayının (C) dəyişməsinə baxaq. Cədvəl 7-də bu parametrlərin dəyişməsi verilir.

Cədvəl 7. Vahid intervalın orta qiymətinə uyğun göstəricinin maksimal ölçmələr sayının dəyişməsi.

Göstəricilər	1-ci pillə						2-ci pillə					
	fevral			avqust			fevral			avqust		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Giriş qazının təzyiqi, psi	406	58	7	325	67,5	4,8	298	273	1,1	335	263	1,3
Çıxış qazının təzyiqi, psi	382	285	1,3	332	288	1,2	222	807	0,3	265	805	0,3
Mühitin temperaturu, °F	-	-	-	-	-	-	235	42	5,6	291	80	3,6
Məhsuldarlıq, MMSCF/D	266	40	6,7	413	34	12,1	225	49	4,6	398	44	9,1

A - göstəricilərin sayı; B – intervalın orta qiyməti; $C = A/B$.

Göründüyü kimi, istər birinci, istərsə də ikinci pillə kompressorların vahid intervalın orta qiymətinə düşən maksimal məhsuldarlıqlarının ölçmələr sayı fevral ayında avqust ayına nisbətən 2 dəfəyə yaxın azdır.

Bu da kompressor stansiyasının optimal iş rejimində işləməsinə təmin edən tədbirlərin aparılmasını tələb edir.

Aparılmış təhlillər aşağıdakı nəticələri əldə etməyə imkan verir:

1. Birinci pillə qazturbini kompressorlarda yay mövsümündə kompressor üçün müsbət təsiredici faktor olan giriş təzyiqinin qış mövsümünə nisbətən 16,4% (58 psi-dən 67,5 psi-dək) artması, lakin mənfi təsiredici faktorlar olan çıxış təzyiqinin yalnız 0,9% (285 psi-dən 288 psi-dək) və ətraf mühit temperaturunun 36 °F (42 °F-dən 80,5 °F-dək) artması fonunda məhsuldarlıq 15,2% (40,15 MMSCFD-dən 34,05 MMSCFD-dək) azalmışdır.
2. İkinci pillə qazturbini kompressorlarda yay mövsümündə kompressor üçün müsbət təsiredici faktor olan giriş təzyiqinin qış mövsümünə nisbətən dəyişməməsi (hər iki halda 273 psi), mənfi təsiredici faktor olan çıxış təzyiqinin yalnız 0,2% (807,5 psi-dən 805,5 psi-dək) azalması və ətraf mühit temperaturunun 36 °F (42 °F-dən 80,5 °F-dək) artması fonunda məhsuldarlıq 10,1% (49,05 MMSCFD-dən 44,05 MMSCFD-dək) azalmışdır. Beləliklə, yay mövsümündə qazturbini kompressorların məhsuldarlığının 15,2% azalmasının 10,1%-i mühit temperaturunun artması ilə bağlıdır, qalan 5,1%-i texnoloji proseslərin təşkili ilə bağlıdır. Mədən şəraitində bu amili nəzərə alaraq qazın nəql sistemində düzgün texnoloji rejimin seçilməsi külli miqdarda qazın itirilməsinin qarşısını almağa imkan verir.



Yuxarıda verilmiş təhlilə əsaslanaraq aşağıdakı texnoloji prosedurların həyata keçirilməsi ilə qazturbini kompressor stansiyasının texniki göstəricilərini ciddi şəkildə yaxşılaşdırmaq mümkündür:

1. 2-ci pillə qazturbini kompressorlarda yay və qış mövsümlərində kompressorun giriş və çıxış təzyiqlərinin dəyişməməsi fonunda məhsuldarlığın 10,1% azalması yay mövsümündə artıq yüklənmə səbəbindən qaz turbinlərinin dövrlər sayının nominal 15000 dövr/dəq-dən avtomatik olaraq azalması və bununla əlaqəli turbinin gücünün azalması ilə bağlıdır.
2. Hər turbinin gündəlik 30 min m³ qazı yanacaq sərf etdiyini, stansiyada gündəlik 360 min m³ qazın yanacağa işlədilən qazın 2-ci pillə qazturbini kompressorların çıxışından götürüldüyünü və bu turbinlərin artıq yüklənməsini nəzərə alaraq, yanacaq qazının digər mənbədən götürülməsi daha faydalıdır. Stansiyanın bütün turbinlərini 1-ci pillə kompressorların çıxışından qidalandırmaq mümkündür. Bu halda stansiyanın pillələrarası kollektorunun yükü azaldılmaqla 1-ci pillə kompressorların məhsuldarlığının artımına və 2-ci pillə kompressorların sıxdığı qazın bütövlükdə çıxış nəql kəmərinə yönəldilməsinə imkan yaranır. Aparılan texnoloji əməliyyatın aparılması nəticəsində kompressor stansiyası vasitəsilə əlavə olaraq gündəlik 200-250 min m³ qazın nəqli təmin oluna bilər, yəni stansiyanın ümumi məhsuldarlığını 3-4% artırmaq olar.

Nəticə: 1. Qazturbini kompressor stansiyasında fərqli ətraf mühit temperaturlarında texnoloji parametrlərin dəyişməsi statistik üsullarla təhlil edilmiş və dominant göstəricilər müəyyən edilmişdir.

2. Tədqiqat prosesində alınmış nəticələrdən istifadə edərək kompressor stansiyasının məhsuldarlığını 3-4% artırmağa imkan verən texnoloji prosedur təklif edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Osnovy pererabotki prirodnogo gaza : per. s angl. / A. Dzh. Kidni, U. R. Parrish, D. Makkartni. Sankt-Peterburg, «Professii», 2014. 664 s.
2. Petrukhin V.V. Petrukhin S.V. Spravochnik po gazopromyslovomu oborudovaniyu. Moskva, «Infra-Inzheneriya», 2010, 928 s.
3. Zaporozhets E.E. Promyslovaia podgotovka neftiannykh i prirodnykh gazov. Moskva, «RGU nefti i gaza», 2016, 417 s.



STUDY OF TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF SLAP PARTS FROM PLASTIC MATERIALS WORKING IN OIL-MINING EQUIPMENT

Aytan Movsumova

Azerbaijan State Oil and Industrial University, II year master's degree, Faculty of Petroleum Mechanics, Department of Materials Science and Processing Technologies. E-mail:ayten.movsumova@bk.ru

ABSTRACT

This article is devoted to the study of the technology of preparation of smooth parts prepared of plastic materials working in oil-field equipment. The strength of smooth part sin oil-field equipment,the collection of plastic parts, as well as complex properties are studied.

Due to the fact that the components of plastic materials have high performance indicators,the usual processing methods are used by preparing them in various constructions. This shows that in the chemical environment,the items prepared of plastic materilas are electrically conductive,heat-resistant additives. This problem is especially important in the use of structures made of plastic materilas,which are widely used in oilfield equipment,and parts made of diferent types of heterogeneous materials.Their quality is formed in the process of design and construction.

Ensuring the quality of components made of thermoplastic and thermosetting material sin the production process can be considered a topical issue.If we look at the pros and cons of the plastic materials quality management sector:

It is possible to point out to the interested parties whether the existence of processing facilities has not been initiated for collection and segregation. On the downside, the existing standarts do not meet internaitonal standards and we can note that there are technological problems.

Plastic materials are superior to metal sin many respects. Their quality indicators,the accuracy,strength,level of cleanliness,ensure reliability and durability.

The production and acquisition of new types of plastic mass is in the focus of attention of many research centers in the world's leading countries. Soviet scientists were the first to invert endless screwredcers made of plastic.

These examples are 10 times cheaper than in previous years, and 5-6 times light. For example,in Russia Karajoyev plastic plant,Lyubucevsk plastic plant and etc.such as large plastic plants are currently operating.

Currently, the indrustry cannot be imagined without plastic mass.We can call the twentieth century the polymer century. The appliciation of plastic materials of plastic materials has many advantages in industry.For example,duet o its low weight and thermal and electrical conductivity,it is used in industries in developed countires. They also have high static and dynamic properties. The advantage of the dynamic feature is the application of plastic material sin areas such as radio engineering and electrical engineering.

Examples of areas where smooth parts made of plastics are applied include machine building, aviation, petrochemistry, missile technology and instrument making. Smooth parts made of plastic materials have high reliability, durability and longevity.In developed countries, 40-50 percent of the materials used in mechanical engineering,instrument making and other industries are plastics of various brands,Plastics are easy to-process,low-cost and durable parts. Smooth parts made of plastics have high reliability, durability and longevity. The article analyzes the operation of plastic



mass components, the analysis of the technology of production of smooth parts made of plastic materials used in oilfield equipment, as well as their strength and reliability.

Keywords: Plastic material, quality indicators, thermoset materials, performance indicators.

NEFT-MƏDƏN AVADANLIQLARINDA İŞLƏYƏN PLASTİK MATERIALLARDAN HAZIRLANAN HAMAR HİSSƏLƏRİN HAZIRLANMA TEXNOLOGİYASININ TƏDQIQI

Aytən Mövsümova

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, II kurs magistrantı, Neft mexanika fakültəsi, Materialşünaslıq və emal texnologiyaları kafedrası, E-mail: ayten.movsumova@bk.ru

XÜLASƏ

Bu məqalə neft-mədən avadanlıqlarında işləyən plastik materiallardan hazırlanan hamar hissələrin hazırlanma texnologiyasının tədqiqinə həsr olunmuşdur. Neft-mədən avadanlıqlarında hamar hissələrin möhkəmliyi, plastik hissələrin yığılması eləcə də, kompleks xassələri öyrənilmişdir.

Plastik materiallardan olan hissələr yüksək istimar göstəricilərinə malik olduğu üçün, onları müxtəlif konstruksiyada hazırlayarkən, adi emal metodları istifadə olunur. Bu onu göstərir ki, kimyəvi mühitdə plastik materiallardan hazırlanan detallar elektik keçiriciliyə, istiliyə davamlı hissələrdir. Termoplastik və termoreaktiv materiallardan hazırlanan hissələrin istehsal prosesində keyfiyyətinin təmin olunması aktual məsələ hesab edilə bilər. Bu problem, əsasən, neft-mədən avadanlıqlarında çox istifadə olunan plastik materiallardan hazırlanan konstruksiyalar və müxtəlif tipli heterogen materiallardan hazırlanan detalların istifadəsində xüsusilə əhəmiyyətlidir. Onların keyfiyyəti konstruksiyanın işlənməsi və hazırlanması prosesində formalaşır.

Plastik materialların keyfiyyətinin idarə olunması sektorunun müsbət və mənfi tərəflərinə nəzər yetirək:

Müsbət tərəflərə təkrar emal müəssisələrinin mövcudluğu toplanılma və çeşidlənmə təşəbbüsünün olmasını qeyd etmək olar. Mənfi tərəflərə isə, mövcud standartların beynəlxalq tərəflərə uyğun olmaması və texnoloji problemlərin mövcudluğunun qeyd etmək olar.

Plastik materiallar metallarla müqayisədə bir çox keyfiyyətlərinə görə daha üstündür. Onların keyfiyyət göstəriciləri, yəni, dəqiqliyi, möhkəmliyi səthi təmizliyi özünü doğrultaraq, etibarlılığı və dayanıqlığı təmin edir.

Plastik kütlələrin istehsalı və yeni növlərinin alınması dünyanın qabaqcıl ölkələrinin bir çox tədqiqat mərkəzlərinin diqqətindədir. Sovet alimləri ilk dəfə plastik materialdan hazırlanan sonsuz vint reduktorlarını ixtira etmişdilər. Həmin nümunələr əvvəlki illərlə müqayisədə 10 dəfə ucuz, 5-6 dəfə isə yüngüldür. Məsələn, Rusiyada Karaçoyev plasmas zavodu, Lyubuçevsk plasmas zavodu və s. kimi böyük plasmas zavodları hal-hazırda fəaliyyət göstərirlər.

Hal-hazırda sənayeni plastik kütləsiz təsəvvür etmək olmaz. XX əsri polimer əsri adlandırılabilir. Plastik materialların tətbiqinin sənaye sahələrində üstünlükləri çoxdur. Məsələn, kiçik çəkiddə olması və istilik və elektik keçiriciliyinə malik olmasına görə, dünyanın inkişaf etmiş ölkələrinin sənaye sahələrində tətbiq edilir. Həmçinin onlar yüksək statik və dinamik



xüsusiyyətlərə malikdirlər. Dinamik xüsusiyyətin üstünlüyü plastik materialların raditexnika və elektrotexnika kimi sahələrdə tətbiq olunmasındadır.

Plastik materiallardan hazırlanan hamar hissələrin tətbiq edildiyi sahələrə maşınqayırma, aviasiya, neft-kimya, raket texnologiyası və cihazqayırma kimi sahələri nümunə göstərmək olar. İnkişaf etmiş ölkələrdə maşınqayırma, cihazqayırma və digər sənaye sahələrində istifadə olunan materialların 40-50 faizini müxtəlif markalardan olan plastik kütlələr təşkil edir. Plastik kütlələr asan emal olunan, emal zamanı az xərc tələb edən və eyni zamanda möhkəmliyi də, kifayət qədər olan hissələrdir. Plastik materiallardan hazırlanan hamar hissəli detalların etibarlılığı, dayanıqlığı və uzunömürlüyü çoxdur. Məqalədə, plastik kütlədən olan hissələrin istismar göstəricilərinin öyrənilməsi, neft-mədən avadanlıqlarında işləyən plastik materiallardan hazırlanan hamar hissələrin hazırlanma texnologiyasının təhlili eləcə də, onların möhkəmliyi və etibarlılığı araşdırılmışdır.

Açar sözlər: Plastik material, keyfiyyət göstəriciləri, termoreaktiv materiallar, istismar göstəriciləri.

Giriş: Plastik materiallardan hazırlanan maşın və avadanlıqlarının keyfiyyət baxımından problemləri olduğuna görə, bu problemlər istismar müddəti ərzində öyrənilməsi vacibdir. Buna baxmayaraq, hamar hissələrin kompleks xassələri neft-mədən avadanlıqlarının plastik hissələrinin möhkəmliyi yetərinə öyrənilməmişdir. Bu səbəbdən də, neft-qaz sənayesinin maşın və qurğularında istifadə olunan termoplastik və termoreaktiv materiallardan istehsal olunan hissələrin keyfiyyətinin öyrənilməsi aktual problemdir.

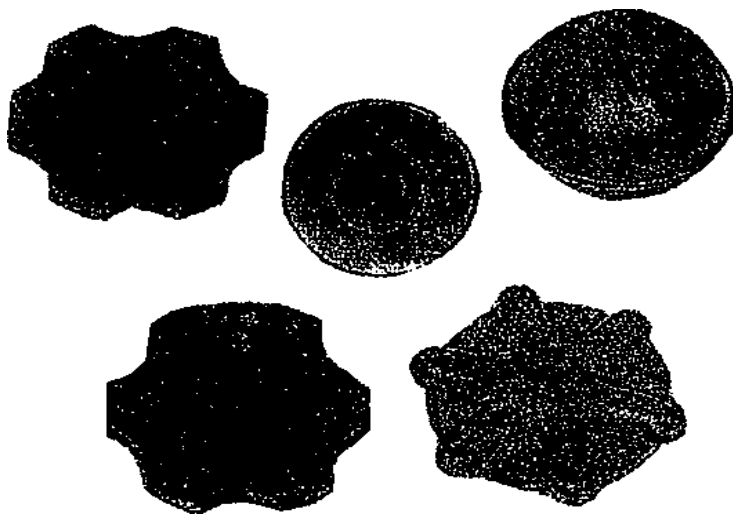
İstehsal prosesində hazır detallarda aşkarlanan qüsurları və ya materialın bəzi parametrlərində yaranan qüsurların aradan qaldırılması mümkün olmazsa, texnoloji rejimləri dəyişməklə vaxtında bu problemləri aradan qaldırmaq olar. Plastik kütlədən olan hissələrin texnoloji prosesi fərqlidir. Belə ki, mürəkkəb alətlər ölçü üçün olan qurğu və cihazlar dəzgah-tərtibat-alət-detalları sistemində ardıcılığı düzgün seçən zaman texnoloji prosesdə tərtibatlar önəmli deyil. Plastik materiallardan hazırlanan hissələr verilən tələblərə uyğun olaraq, layihələndirilmiş qalıblarda texnoloji rejimlər ilə tənzimlənir. Plastik materialdan olan hissələr xarici görünüşünə görə oxşar olsalar da, texnologiya baxımından onlar bir sinifə aid edilmir[1].

Məsələnin qoyuluşu: Neft-mədən avadanlıqlarında olan plastik kütlələr yüksək istismar göstəricilərinə malik olduğuna görə, sadə emal metodları (tökmə, presləmə) tətbiq etməklə müxtəlif konstruksiyalı detalların hazırlanmasında geniş tətbiq olunurlar.

Neft sənayesi üçün avadanlıq istehsal edə müəssisələrdə plastik kütlədən müxtəlif konstruksiyalı hissələr hazırlanır. Bunlara nümunə olaraq, qapaq, dəstək, reduktorların yağqaytaranlarını və qasnaq tipli hissələri misal göstərmək olar. Konstruksiyalarına görə plastik kütlədən hazırlanan detallar dişli çarxlar, dairələr və yivli hissələr sinifinə aid etmək olar.

Plastik kütlələrdən hazırlanan hissələr üçün tətbiq olunan texnologiya prosesləri fərqlidir. Çünki dəzgah-tərtibat-alət-detalları, mürəkkəb alətlər, bazalaşdırma prinsipinə və ölçülərin dəqiq seçilməsi prosesinə ehtiyac qalmır. Sadalanan tələblər, plastik materiallardan hazırlanmış hissələr üçün texnoloji rejimi yerinə yetirməklə əldə etdiyimiz proseslərdir.

Plastik kütlədən hazırlanan hissələr texnoloji rejim nəzərə alınmaqla düzgün layihə edilmiş press-qalıblarda və tökmə maşınlarında yerinə yetirilir.[2]



Şəkil 1. Plastik kütlələrdən hazırlanan neft avadanlığı hissələri

Həll üsulları: Hal-hazırda tökmə üsulu və presləmə ilə istehsal olunan plastik materiallardan olan hissələrin dəqiqlik keyfiyyəti mexaniki üsulla emal olunandan dəqiqlik keyfiyyətindən daha yüksəkdir. Plastik detalların mexaniki yolla emalı həm çətin həm də emal zamanı üst qat yonulduğuna görə materialın bir hissəsi təxminən 10 faizi itkiyə gedir. Bu səbəbdən də, plastik materiallardan hazırlanan maşın və avadanlıqların detallarının keyfiyyət məsələsində problemlər yaranır. Neft-mədən avadanlıqlarının plastik materialdan hazırlanmış detallarının keyfiyyətini və davamlılığını təyin edən zaman istifadə olunan üsullar konstruktiv, texnoloji və istismar olaraq üç yerə bölünür [3,4].

Konstruktiv üsul detalların səmərəli işlənməsini eləcə də, materialın konstruktor tərəfindən düzgün seçilməsini nəzərdə tutur. Plastik hissələrin keyfiyyətini və davamlılığını artırmaq üçün konstruktiv üsulda sürtünməyə davamlılığı göstərmək olar. Yumşaq plastiklər bərk termoplastik materiallar, termoreaktivlərlə müqayisədə istismar zamanı daha çox sürtünməyə məruz qalırlar.

Neft-mədən avadanlıqlarının istismar şəraitini nəzərə almaqla, plastik detalların əsas göstəricilərinin yaxşılaşdırılması üzrə kompleks şəkildə görülən işlər istismar üsuluna daxildir. İstismar üsulunda abrazivin ölçüsü və məhsuldarlığı artdığı üçün bərk plastiklərin sürtünməyə davamlılığı azalır.

Plastik materiallardan hazırlanan detalların istehsalının fərqləndirici xüsusiyyəti, həmin materialın istehsal rejimindən asılıdır. Bu səbəbə görə də, plastik materiallardan hazırlanan detalların keyfiyyətinin artırılmasını, təmin etmək məqsədi ilə texnoloji üsuldan istifadə etmək daha əhəmiyyətli hesab edilir.

Nəticə. Neft-mədən avadanlıqlarında işləyən plastik kütlədən olan hissələrin və onlara qoyulan tələblərin, hazır hissələrin hazırlanma texnologiyasının təhlili aparılmış nəticədə metallarla müqayisədə onların çəkisinin 7-8 dəfə az, iqtisadi cəhətdən 10 dəfəyə qədər ucuz olması, bunda iqtisadi cəhətdən səmərəli olduğu müəyyən olunmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Karimov C.Ə Mashınqayırma. Bakı, Chashıoglu, 2007, 507 s.



2. Bronfeld Q.B., Mixaylov A.V. Modelirovanie processa upravleniya kačestvom izdeliy iz plastmass. V kn.: Kachestvo plastmass i nadejnost izqotavlivaemıx iz nix izdeliy. L-LDNTTP, 1976
3. Kerimov D.A. İssledovanie točnisti izqotovleniya detaley mašin iz termoreaktivlıx plastmass pri pressovanii v vakuume. Dessertasiya kand.texn.nauk., Baku, AeİNEFTEXİM im.M.Azizbekova 1971
4. Kerimov D.A. Kurbanova S.K. Osnovı konstruirovaniya plastmassovıx detaley i press-form. Baku: İzd-vo <<Elm>>, 1997, 504 s.



DEFORMATION DURABILITY - ADJUSTABLE BUFFERING BARRIER OF THE BOTTOM HOLE AREA

Alesker Jabarov

SOCAR, "Azneft" Production Association, "Absheronneft" Oil and Gas Production Department, Deputy Chief of Oil and Gas Production Department № 4, ASOIU, Gas-Oil-Mining Faculty, Email: cabarov1978@mail.ru

The final stage of development and operation of oil fields is accompanied by many problems, one of which is the most characteristic, the complications due to the intensive flow of sand from the reservoir to the bottom hole. As the liquid seeps through the rocks from poor collector properties, its skeleton collapses in the bottom hole zone and sand grains begin to flow into the bottom hole. Sand particles accumulate in the bottom hole zone and formation of sand plugs which reduces the productivity of the well and in most cases completely stops its operation.

The formation of sand plugs is more pronounced in the final stages of field development. At the moment, due to the sand plugs in the wells, they often stop for repairs, which reduces of the time between repairs and increases the over-all operating costs. Therefore, one of the most pressing issues facing oil workers is to study the causes of sand plugs, to investigate the processes taking place in the plug zone and to develop effective methods to combat sand by analyzing the operation of such wells. If the sand completely closes the filter of the production casing and as a result the flow of liquid to the bottom hole is completely stopped, such a complication can be eliminated by either washing the bottom hole or strengthening the well hole zone. However, in many cases this technology does not work or is not cost-effective.

At present, the measures taken against oil accumulation in oil wells, sand in the well hole zone (using small sized lifting pipes, mounting of special tails, injection of liquid into the annulus, mounting of sand anchors at the entry of deep well pump, strengthening of the well hole zone, etc.) are somewhat justified and still does not give the desired result. Due to the problems caused by the sand plug, the repair time of the wells is reduced and the operating costs continue to increase.

Colmatization of mechanical mixtures in the wellbore area, contamination of the wellbore, increased vibrations and more intensive wear of the equipment inside the well create serious complications.

Despite the widespread use of rod depth pumps, their operation in sand wells is complicated. As a result, the voltage on the rods and the electric motor increases, the rods are stretched, broken, the pliers are idle, the electric motor is overloaded, and so on. occurs.

If the reservoir consists of grains of sand and brittle sandstones, then in such wells there is an intensive occurrence of sand. Grains of sand increase the number of routine and workover operations in the well, gradually reducing oil production. This creates various deformations and difficulties in the production line. The pipeline has been undergoing major repairs for a long time.

To avoid this, the technology of measures is carried out in the following sequence:

- The aggregate is mixed with cement powder and water to prepare the grouting slurry;
- A special volume of cement slurry, calculated using the pumping unit, is pumped into the hole and stored there until complete solidification;
- The solution applied to the layer hardens and cements the grains of sand together.

As a result of the measure, the grains of sand at the bottom of the well are strengthened with each other, and the number of sand manifestations in the well is reduced.



If a sand plug forms in the filtering part of the well, the lower part of the installation experiences more back pressure than the upper part. For this reason, the outflow of fluid from the lower parts of the reservoir occurs at a pressure lower than the pressure in the well. A sharp decrease in the flow rate of the well occurs due to the accumulation of sand grains in the well and the formation of sand plugs in the pipes of the elevator. The length of pipes covered with sand plugs increases many times. Thus, due to the fact that the permeability of the sand plug is several times higher than the permeability of the reservoir, due to the large difference in the cross-sectional area of the perforated part of the well and the pipe, hydraulic losses during the movement of liquid (oil) through the sand plug are comparable to possible.

During the entire life of the wells, the wellbore area is subject to shocks and periodic loads, which affects the quality of the sand barrier created in this area. In this regard, the issue of developing special buffering systems for wells subject to significant dynamic loads, which can ensure the integrity of the cement barrier in the wellbore area, is relevant. Experimental studies have been conducted in the laboratory to create a more efficient fastening technology in the wellbore area. As a result of laboratory studies, cement, natural zeolite $(Na, K, Ca, Mg) \cdot Ca[Al_6 \cdot Si_{30} \cdot O_{72}] \cdot 20 H_2O$ and chloride as a material that prevents the collapse of the cement barrier in the wellbore area and limits the appearance of sand in an aqueous solution of acid (HCl) was proposed.

Keywords: sand, pump, mechanical particles, coagulation, nanoparticles, hydrochloric acid, deformation resistance, dynamic loads

DEFORMASIYA DAYANIQLIĞI - TƏNZİMLƏNƏN QUYUDIBİ ƏTRAFI SAHƏDƏ TAMPONAJ SƏDDİ

Ələsgər Cabarov

SOCAR, "Azneft" İstehsalat Birliyi, "Abşeronneft" Neft və Qazçıxarma İdarəsi, 4 sayılı neft və qazçıxarma sahəsinin rəis müavini, ADNSU, QNMF, II kurs, Email: cabarov1978@mail.ru)

XÜLASƏ

Neft yataqlarının işlənməsinin və istismarının son mərhələsi bir çox problemlərlə müşayiət olunur ki, onlardan da biri və ən çox xarakterik olanı laydan quyudibinə gələn intensiv qum axını ilə bağlı yaranan mürəkkəbləşmələrdir. Zəif dayanıqlı kollektor xüsusiyyətlərinə malik süxurlardan maye süzülərkən layın quyudibi zonasında onun skeleti dağılır və bu zaman quyudibinə qum dənəciklərinin axını başlayır. Qum dənəcikləri quyudibi zonada yığılaraq quyunun məhsuldarlığını azaldan və əksər hallarda onun işini tamamilə dayandıran qum tıxaclarının yaranmasına gətirib çıxarır.

Qum tıxaclarının əmələ gəlməsi yataqların işlənməsinin son mərhələsində özünü daha qabarıq biruzə verir. Bu zaman quyularda qum tıxacı səbəbindən onların tez-tez təmirə dayanması hadisəsi baş verir ki, bu da təmirarası müddətin azalmasına və ümumilikdə istismar xərclərinin artmasına səbəb olur. Ona görə də qum tıxaclarının əmələ gəlmə səbəblərinin dəqiq öyrənilməsi, tıxac əmələ gələn zonada baş verən proseslərin tədqiq edilməsi və belə quyuların işini təhlil edərək quma qarşı səmərəli mübarizə üsullarının işlənilib hazırlanması neftçilərin qarşısında duran



ən aktual məsələlərdən biridir. Əgər qum istismar kəmərinin süzgəc hissəsini tam bağlayıbsa və nəticədə quyudibinə maye axını təmamilə kəsilibsə, belə mürəkkəbləşməni ya quyunu yumaq və ya quyudibi zonanı möhkəmləndirməsilə aradan qaldırmaq mümkündür. Lakin bir çox hallarda bu texnologiya da nəticə vermir və ya tətbiqi iqtisadi cəhətdən səmərəli olmur.

Hazırda neft mədənlərində qumun quyudibi zonada yığılmasına qarşı görülən tədbirlər (kiçik ölçülü qaldırıcı borulardan istifadə, xüsusi quyruquqların buraxılması, boruarxası fəzaya maye vurulması, dərinlik nasos üsulu ilə istismar olan quyularda nasosun qəbulunda qum lövbərlərinin yerləşdirilməsi, quyudibi zonanın möhkəmləndirilməsi və sairə) müəyyən qədər özünü doğrultsa da, yenə də istənilən nəticəni vermir. Hələ də qum tıxacının yaratdığı problemlərə görə quyuların təmirarası müddəti azalır və istismar xərcləri artmaqda davam edir.

Mexaniki qarışıqların layın quyudibi sahəsində kolmatasiyası, quyudibinin çirklənməsi, titrəmələrin artması və quyu daxili avadanlığın daha intensiv yeyilməsi ciddi mürəkkəbləşmələr yaradır.

Ştanqlı dərinlik nasoslarının geniş tətbiq olunmasına baxmayaraq, onların qum təzahürlü quyularda istismarı zamanı mürəkkəbləşmələr yaranır. Nəticədə ştanqlara və elektrik mühərikinə düşən gərginlik artır, ştanqların gərilməsi, sınması, mancanaq dəzgahının boş işləməsi, elektrik mühərrikinin yüklənməsi, sıradan çıxması və s. baş verir.

Məhsuldar lay qum dənəciklərindən və kövrək qum daşlarından ibarətdirsə, onda belə quyularda intensiv qum təzahürləri baş verir. Qum dənəcikləri quyuda cari və əsaslı təmir işlərinin sayını artırır, neft hasilatını getdikcə azaldır. Bununla da istismar kəmərinə müxtəlif deformasiyalar və çətinliklər yaradır. İstismar kəmərinə isə uzun müddət əsaslı təmir işlərinin aparılması ilə davam edir. Bunların qarşısını almaq məqsədilə tədbirlər texnologiyası aşağıda göstərilən ardıcılıqla aparılır:

- aqreqatda sement tozu ilə su qarışdırılaraq tompanaj məhlulu hazırlanır;
- vurucu aqreqatı vasitəsilə hesablanmış xüsusi həcmdə tompanaj məhlulu quyudibinə vurulur və orada tam bərkiyə kimi saxlanılır;
- laya vurulmuş tompanaj məhlulu bərkiyir və qum dənəciklərini bir-birinə sementləyir.

Tədbirin nəticəsi olaraq quyudibidə qum dənəcikləri bir-biri ilə möhkəmləndirilir, quyuda qum təzahürlərinin sayı azalır.

Quyunun süzgəc hissəsində qum tıxacı əmələ gələrsə, istismar obyektinin aşağı hissəsi, yuxarı hissəyə nisbətən böyük əks təzyiq altında olur. Bu səbəbdən məhsuldar layın aşağı hissələrindən maye axını, quyuda yaranan təzyiqə nisbətən daha kiçik təzyiqdə baş verir. Quyuların debitinin kəskin azalması quyuda qum dənəciklərinin toplanması və lift borularında qum tıxacının yaranması baş verir. Qum tıxacı ilə tutulan boruların uzunluğu dəfələrlə artır. Beləliklə qum tıxacının keçiriciyinin kollektorun keçiriciliyindən bir neçə dəfə çox olması, quyunun perforasiya olunmuş hissəsinin yan səthinin və borunun en kəsiyi sahələrində olan böyük fərqə görə, mayenin (neftin) qum tıxacından keçərək hərəkət etməsi vaxtı yaranan hidravlik itkilər layda yaranan itkilərlə müqayisə edilə və bəzən də çox ola bilər.

Quyuların bütün istismar dövrü ərzində quyudibi sahə zərbə və dövrü yüklərə məruz qalır, bu da bu sahədə yaradılmış quma qarşı səddin keyfiyyətinə təsir göstərir. Bununla əlaqədar olaraq, quyudibi sahədə sement səddinin bütövlüyünü təmin edə bilən, əhəmiyyətli dinamik yüklərə məruz qalan quyular üçün nəzərdə tutulmuş xüsusi tamponaj sistemlərinin işlənilməsi hazırlanması məsələsi aktuallaşır. Laboratoriya şəraitində quyudibi sahədə daha səmərəli bərkitmə texnologiyasını yaratmaq məqsədilə eksperimental tədqiqatlar aparılmışdır. Laboratoriya tədqiqatları nəticəsində quyudibi sahədə sement səddinin dağılmasının qarşısını alan və qum



təzahürünü məhdudlaşdıran material kimi sementdən, təbii seolitdən $(Na, K, Ca, Mg) \cdot Ca[Al_6 \cdot Si_{30} \cdot O_{72}] \cdot 20 H_2O$ və xlorid turşusunun (HCl) sulu məhlulu təklif edilmişdir.

Açar sözlər: qum, nasos, mexanili hissəciklər, koaqulyasiya, nano-hissəciklər, xlorid turşusu, deformasiya dayanıqlığı, dinamik yüklər

Giriş: Azərbaycan Respublikasında az hasilatlı, qum təzahürlü neft quyularının davamlı artım tendensiyası müşahidə olunur, belə ki, neft yataqlarının əhəmiyyət hissəsi hal-hazırda işlənmənin son mərhələsindədir. Belə quyular əsasən Abşeron yarımadasında yerləşir. Az hasilatlı quyular çıxarılan mayelər adətən yüksək özlülük və mexaniki qarışıqlarla (qum) xarakterizə olunur. Bundan başqa, qaldırıcı borularla qaldırılan mayenin kiçik sürəti qum çökmə prosesini sürətləndirir.

Belə istismar şərtləri quyularda quyudaxili avadanlıqların sürətlə sıradan çıxmasına – son nəticədə neftçıxarmanın rentabelliyyənin aşağı düşməsinə səbəb olur. Azərbaycanın neft-qaz kompleksinin inkişaf problemlərindən biri uzun müddət işlənmədə olan neft yataqlarında cəmlənmiş kifayət miqdarda çıxarıla bilən qalıq neft ehtiyatının mənimsənilməsidir. Hazırda neft sənayesinin inkişaf mərhələsi yataqların işlənilmə şəraitinin mürəkkəbliyi ilə xarakterizə olunur. Səbəb isə neftin strukturunun və kollektorların xüsusiyyətinin dəyişməsi ilə əlaqədar yataqlardakı ehtiyatın çətin çıxanla bilən ehtiyata çevrilməsidir. Nəticədə çıxarılan neftin həcmının aşağı düşməsi, sulaşmanın kəskin şəkildə artması və böyük sayda yüksək məhsuldarlıqlı yataqların son işlənilmə dövrünə keçməsi baş verir.

Ümumilikdə, tükənməkdə olan neft yataqlarında az hasilatlı neft quyularında iqtisadi baxımdan və neft mədən avadanlığının səmərəliliyini artırmaq vacibdir. Quyu flüidinin yüksək sulaşma dərəcəsi bir qayda olaraq, korroziya aktivliyini artırır, qumun olması da həmçinin, qum çökmə sürətinin neftsiz-özlü mayelərlə müqayisədə artması səbəbindən qum tıxacının yaranması üçün əlverişli şərait yaradır. Quyu məhsulunda qum şəklində mexaniki qarışıqların çoxluğu quyu avadanlığının aşınmasını artırır. Belə halda quyu məhsulunda kiçik axın sürətlərində qaldırıcı borularda və dərinlik nasosunda qumun həcmi konsentrasiyası artır.

Məsələnin qoyuluşu: Abşeron yarımadası yataqlarında ən geniş yayılmış istismar növü quyuların dərinlik nasosları ilə əsasən də - ştanqlı dərinlik nasosları ilə istismar üsuludur. “Azneft” İstehsalat Birliyinin quyu ehtiyatının 80%-dən çoxu nasos aqreqatları ilə istismar olunur, ona görə də onların köməyi ilə neft hasilatının texnika və texnologiyasının təkmilləşdirilməsi məsələləri son dərəcə aktualdır. Ştanqlı dərinlik nasoslarının geniş tətbiq olunmasına baxmayaraq, onların qum təzahürlü quyularda istismarı zamanı mürəkkəbləşmələr yaranır.

Quyuların bütün istismar dövrü ərzində quyudibi sahə zərbə və dövrü yüklərə məruz qalır, bu da bu sahədə yaradılmış quma qarşı səddin keyfiyyətinə təsir göstərir. Bununla əlaqədar olaraq, quyudibi sahədə sement səddinin bütövlüyünü təmin edə bilən, əhəmiyyətli dinamik yüklərə məruz qalan quyular üçün nəzərdə tutulmuş xüsusi tamponaj sistemlərinin işlənilmə hazırlanması məsələsi aktuallaşır.

Geoloji-texniki tədbirlərdə istifadə olunan sementlər aşağı deformasiya müqaviməti ilə xarakterizə olunur, bunun nəticəsində quyudibi sahədə yaradılmış sement daşı dinamik yüklərə tab gətirə bilmir. Layın təkrar açılması, quyunun tamamlanması və hidravlik yarıma (hidravlik yarıma) kimi əməliyyatlar güclü dinamik yüklər yaradır və bu da sement daşının dağılmasına



səbəb olur. Nəticədə, perforasiya və hidravlik yarılmaların təsirindən sonra quyu zolağında sement baryeri tamamilə məhv edilə bilər. Hər il hidravlik yarılmaların aparıldığı quyuların sayında artım müşahidə olunur. Bu baxımdan, intensiv qum hasilatı olan yataqlarda əhəmiyyətli dinamik yüklərə məruz qalan quyular üçün nəzərdə tutulmuş xüsusi tamponaj sistemlərinin işlənilib hazırlanması məsələsi aktuallaşır.

Həll üsulları: Yuxarıda göstərilən çatışmazlıqları nəzərə alaraq, laboratoriya şəraitində quyudibi sahədə daha səmərəli bərkitmə texnologiyasını yaratmaq məqsədilə eksperimental tədqiqatlar aparılmışdır.

Laboratoriya tədqiqatları nəticəsində quyudibi sahədə sement səddinin dağılmasının qarşısını alan və qum təzahürünü məhdudlaşdıran material kimi sementdən, təbii seoliddən $(Na, K, Ca, Mg) \cdot Ca[Al_6 \cdot Si_{30} \cdot O_{72}] \cdot 20 H_2O$ və xlorid turşusunun (HCl) sulu məhlulu təklif edilmişdir.

Bu material yüksək möhkəmlik xüsusiyyətlərinə malik sorbsiya, ion mübadiləçi və katalitik material kimi xarakterizə olunur. Sement klinkerinin HCl ilə mübadiləsi nəticəsində davamlı və keçirici beton səddin əmələ gəlməsinə səbəb olan bir sıra kimyəvi və fiziki-kimyəvi proseslərlə xarakterizə olunan hidratasiya və hidrolitik dissosiasiya reaksiyaları baş verir. Quyudibinə vurulma prosesində qazın buraxılması və yaradılmış maneədə əlavə məsamələrin əmələ gəlməsi ilə qarşılıqlı əlaqə yaranır. Quyunun quyudibi sahəsinə vurulan məhlul tədricən bərkiməklə, sabit, eyni dərəcədə möhkəm və izotrop keçirici maneə əmələ gətirir. Hazırlanmış məhlul və ondan əmələ gələn sement daşı yüksək təzyiq və temperaturda, həmçinin qrunt suları ilə filtrasiya eroziyası zamanı öz sabitliyini saxlayır. Laboratoriya təcrübələri göstərmişdir ki, xlorid turşusunun miqdarından asılı olaraq sement daşının möhkəmlik parametrlərində dəyişikliklər baş verir. Tədqiqatın nəticələri şəkil 1 və 2-də göstərilmişdir.

Sement daşının möhkəmliyinin nano-seolitin miqdarından asılılığının riyazi modeli kvadrat tənliklərlə yaxşı təsvir edilmişdir:

$$\text{sıxılmaya möhkəmlik } y = -0,04x^2 + 0,3x + 6,4$$

$$\text{əyilməyə möhkəmlik } y = -0,003x^2 + 0,01x + 1,3$$

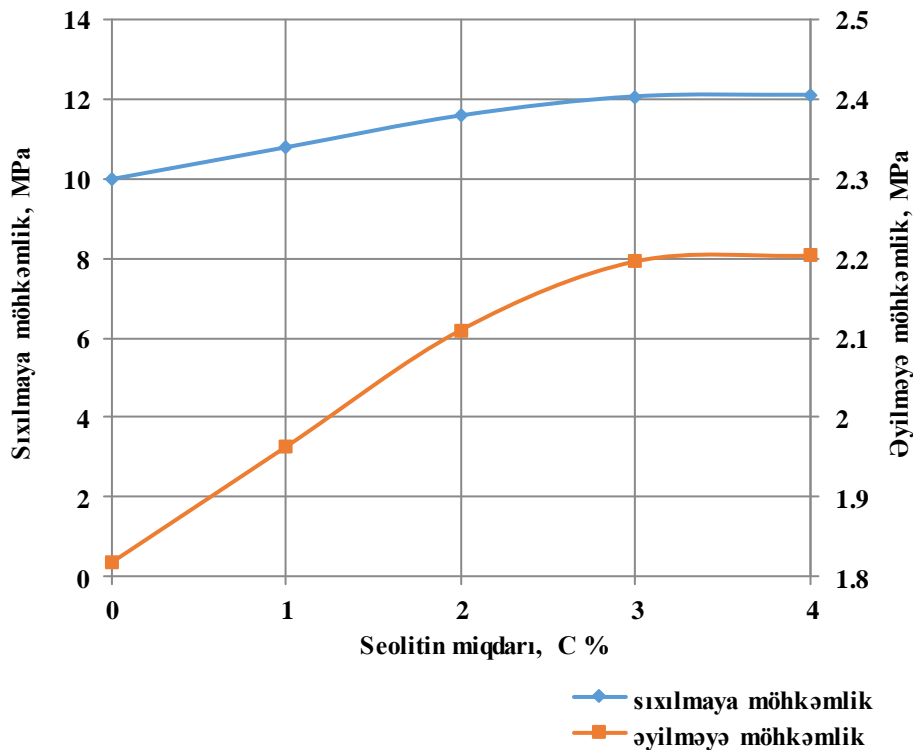
Sement daşının möhkəmliyinin HCl miqdarından asılılığının riyazi modeli kvadrat tənliklərlə yaxşı təsvir edilmişdir:

$$\text{sıxılmaya möhkəmlik } y = -0,13x^2 + 1,08x + 9,95$$

$$\text{əyilməyə möhkəmlik } y = -0,024x^2 + 0,196x + 1,81$$

Xlorid turşusunun HCl miqdarının 9%-dən çox artması ilə fiziki və mexaniki xüsusiyyətlərin tədricən pisləşməsi baş verir və HCl miqdarının 11%-dən çox olduqda, yapışmayan parçalanan kütlə əmələ gəlir.

Laboratoriya tədqiqatları nəticəsində sementdən, nano-seoliddən və 7-8% HCl məhlulundan ibarət yüksək möhkəmlik xüsusiyyətlərinə malik bərkitmə üçün kompozisiya təklif edilmişdir.



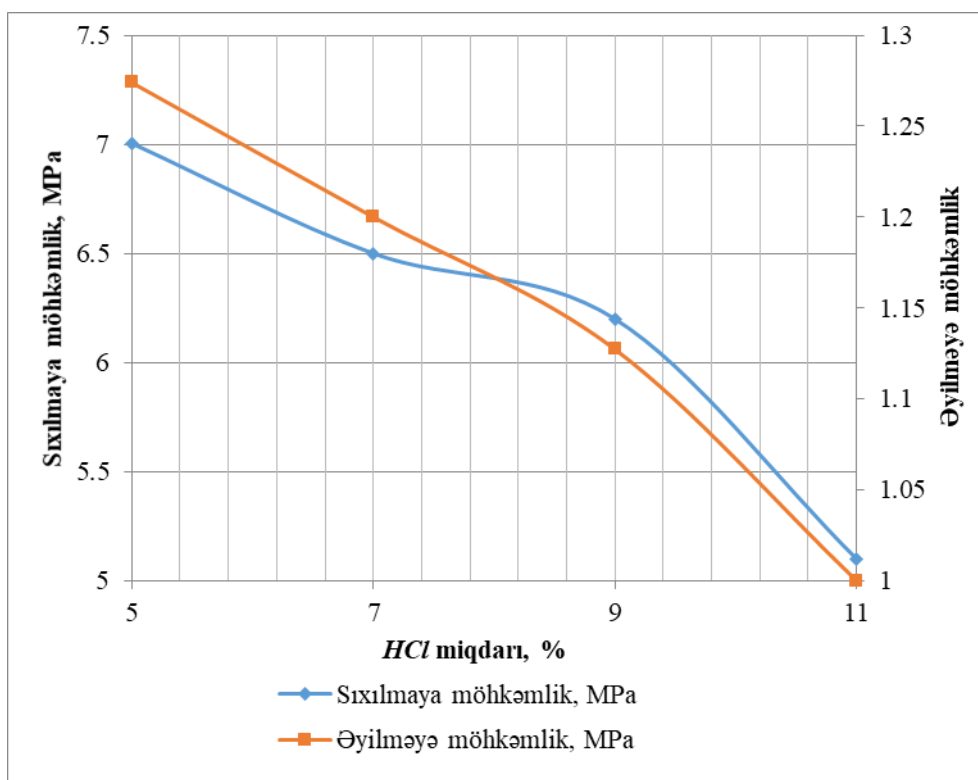
Şəkil 1. Sement daşının sıxılmaya və əyilməyə möhkəmliyinin nano-seolitin miqdarından asılılığı

İstifadə olunan əlavənin miqdarı quru *HCl*-nin çəkisinin 3-dən 5%-ə qədərdir. Texnoloji proses zamanı bu komponentlərin qarışdırılması ilə alınan sement məhlulu quyudibi sahədə boş və zəif sementlənmiş süxuru möhkəmləndirir, mexaniki qarışıqların axınının qarşısını alır və yüksək dərəcədə məhdudlaşdırır.

Nəticə: 1. Təbii nano-seolit əlavə edilməklə turşu əsasında hazırlanan və fiziki-mexaniki xassələri tənzimlənən tamponaj səddi süxurların bərkidilməsi üzrə işlərin texnologiyasının tələblərinə cavab verir.

2. 7-8% *HCl* məhlulu əsasında sement məhlulunda 3-5%-li nano-seolit əlavəsinin istifadəsi xlorid turşusunun aqressiv təsir müddətini azaldır və suspenziyanın məsamələrə daha dərinə nüfuz etməsinə və bərkidilmə effektivliyini yaxşılaşdırmağa imkan verir.

3. Bundan əlavə, nano-seolitin əlavə edilməsi sement daşının fiziki və mexaniki parametrlərinin yaxşılaşmasına səbəb olur ki, bu da öz növbəsində quma qarşı maneəni deformasiya dayanıqlı və dinamik yüklərə tab gətirə bilən edir.



Şəkil 2. Sement daşının sıxılmaya və əyilməyə möhkəmliyinin *HCl* turşusunun miqdarından asılılığı

ƏDƏBİYYAT

1. Suleimanov B.A., Veliev E.F. O vliianii granulometricheskogo sostava i nanorazmernykh dobavok na kachestvo izoliachii zatrubnovo prostranstva v prochesse cementirovaniia skvazhin / SOCAR Proceedings - 2016. (№6), 4–10 s.
2. Grigorev A.Y. Vlaianie nanokarbonatnykh dobavok na povyshenie prochnosti tompanazhnogo materiala / sbornik XII Mezhdunarodnoe nauchno-prakticheskoy konferenchii moladikh uchonyx «Aktualnye problemy nauki i tekhniki». Ufa - 2019.
3. Nevill A.M. Svoystva betona / Sokrashyonny per. s angl. k.t.n V.D.Parfiunova i T.Y.İakub. İzdatelstvo literatury po stroitelstvu. Moskva - 1972., 344 s.
4. Raikhel V., Konrad D. Beton: B 2-kh ch. ch. 1. Svoystva. Proektirovanie. İspytatanie. / pod red. V. B. Ratinova. Stroyizdat. Moskva – 1979, 111 s.



STUDY OF THE EFFECT OF ADDITIVES ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF CRUDE OILS AND ASPHALTENE-RESIN-PARAFINE COMPOUNDS

¹Vali Nurullayev, ²Byybala Usubaliyev, ³Gusein Gurbanov, ⁴Zeynab Abdullayeva, ⁵Hasanova Matanat

¹Cand. Tech. Sci., "Management oil pipelines SOCAR", engineer of department "Control Quality",
E-mail: Veliehet1973@mail.ru

²Doctor of Chemical Sciences, ASOIU Scientific-Research Institute "Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry", "Sensor. Lab." Men. E-mail: ubeybala@gmail.com

³Doctor of Chemical Sciences, professor, ASOIU, Head of the department "Oil and gas transportation and storage",
E-mail: ebikib@mail.ru

⁴PhD, ASOIU, Assistant of the department "Oil and gas transportation and storage", E-mail: abddali@yandex.ru

⁵Doctor of Chemical Sciences, ASOIU, Scientific-Research Institute "Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry, Sensor Lab. great researcher, E-mail: shyran@yandex.com

ABSTRACT

Studies of the rheological properties of oil during transportation depending on the content of resinous components and on the intensity of asphaltene-resin-paraffine deposits (ARPD). Exploitation and development of heavy oil fields requires the use of non-traditional methods of their extraction, collection and transportation by pipeline. The rheological properties of the oil are used as the primary source information for design and operation issues during field development and subsequent pipeline transportation. In practice, chemical, thermal and mechanical methods are often used together to clean the ARPD. In this case, the technological and economic effect is achieved as a result of the complete elimination of ARPD and the acceleration of the process. It is important to follow safety rules when using chemical methods in combination with mechanical and thermal methods. One of the main tasks of rheological research is to determine the relationship between the force acting on the environment under study and the deformation forces that occur under the influence of this force. The results of experimental studies of low-paraffinic and high-paraffinic oils show that the presence in the oil of a dispersed system of asphaltenes and resins can lead to depressant effects. In the process of completing the graduation qualification work were overview of ARPD, mechanism of formation and factors, influencing the formation of ARPD. Detailed description is given existing ARPD control technologies with results of pilot tests at various fields and presented comparative analysis of control methods. The study revealed the most effective technologies for prevention and removal of asphalt-resin-paraffin sediments, as well as proposed improvement of one of the methods combating ARPD. The conclusion concluded on the prospects of application technologies during operation of complicated well stock Azerbaijani. These technologies are useful for fields with high content of asphalt-resin-paraffin substances in oil, which leads to a decrease in production of well products. Effective viscosity and tensile strength were measured in a rotary rheometer REOTEST-2 using a measuring system in accordance with GOST 26581-85. The results of electron microscopic studies of the oil sample extracted from the Balakhani field show that only with the addition of BAF-1 reagent, the asphaltene-resin-paraffin associations are completely dissolved and dissolved in the volume of oil. According to the obtained results, it was found that asphaltene-resinous components are natural depressants that reduce the crystallization temperature of paraffin depending on the type of oil.



Difron-4201 and BAF-1 were used in different proportions as additives in the article. BAF-1 and Difron 4201 reagents were added to the 1:1:1 ratio of paraffin-resin-asphaltene mixture in Balakhani heavy oil, respectively, in a 1:1 ratio of Difron 4201 and BAF-1 reagents.

As a result of the 1:1 ratio of Difron 4201 and BAF-1 reagents to the mixture, the uniform distribution of parasite-resin-asphaltene associates was observed, which is one of the main conditions for improving the oil relog. The effect of Difron-4201 and BAF-1 additives on the properties of the oil sample extracted from the higher paraffin Bulla field was studied.

Difron-4201 and BAF-1 composites consisting of a 1:1 mixture were found to be more effective among the studied ARD additives, which reduces the freezing temperature of the oil sample in the range of 200-800 kg/ton. The optimal density of Difron-4201 and BAF-1 composites was determined to be 600 kg/ton. Similar studies were conducted on Balakhani heavy and Surakhani oil samples.

After exposure of BAF-1 and Difron-4201 to resin-asphaltene-paraffin compounds separated from Bulla and Balakhani oil samples by their additives, their electron microscopic studies were studied.

According to the research, it is more expedient to use a composite made of a mixture of reagents BAF-1 and Difron-4201 to improve the rheological properties of paraffin, resin, asphaltene oils.

Keywords: viscosity, asphaltene, resin, paraffin, association, additive, Difron-4201, BAF-1.

AŞQARLARIN NEFTLƏRİN REOLOJİ XASSƏLƏRİNƏ VƏ ASFALTEN-QATRAN-PARAFİN BİRLƏŞMƏLƏRİNƏ TƏSİRİNİN TƏDQIQI

¹Vəli Nurullayev, ²Bəybala Usubaliyev, ³Hüseyn Qurbanov

¹Texnika elmlər namizədi, "SOCAR Neft Kəmərləri İdarəsi", "Keyfiyyət Nəzarət Şöbə"- in böyük mühəndisi,

E-mail: Veliehet1973@mail.ru

²Kimya elmləri doktoru, ADNSU-nun nəzdində "NQGPvə K" ETİ", Sensorlar laboratoriyasının müdiri,

E-mail : ubeybala@gmail.com

Kimya elmləri doktoru, professor. ADNSU, "Neftin, qazın nəqli və saxlanması" kafedrasının müdiri,

Email : ebikib@mail.ru

⁴Zeynəb Abdullayeva

Dissertant, ADNSU, "Neftin, qazın nəqli və saxlanması" kafedrasının assistenti. E-mail : abddali@yandex.ru

⁵Mətanət Həsənova Mətanət Maxsud qızı, kimya elmləri namizədi, dosent. ADNSU-nun nəzdində "NQGP və k, ETİ

"Sensorlar laboratoriyasının böyük elmi işçi, E-mail : shyran@yandex.com

XÜLASƏ

Nəql zamanı neftlərin reoloji xassələri qatran komponentlərinin miqdarından və asfalten-qatran-parafin çöküntülərinin (AQPC) çökmə intensivliyindən asılı olaraq tədqiq edilmişdir. Ağır neft yataqlarının istismarı və işlənməsi onların laydan çıxarılmasına, toplanmasına və boru kəməri ilə nəql olunmasına qeyri ənənəvi üsulların tətbiqini tələb edir. Neftlərin reoloji xassələri, yataqların işlənməsi və sonradan boru kəməri ilə nəqli zamanı layihələndirmə və istismar məsələlərinin həlli üçün əsas ilkin məlumatlar kimi istifadə edilir. Praktikada tez-tez AQPC-nin təmizlənməsi üçün kimyəvi, istilik və mexaniki üsullar birlikdə tətbiq edilir. Bu halda AQPC-nin tam kənarlaşdırılması və prosesin sürətlənməsi nəticəsində texnoloji və



iqtisadi səmərəyə nail olunur. Kimyəvi üsulların mexaniki və istilik üsulları ilə birlikdə istifadəsi zamanı təhlükəsizlik texnikası qaydalarına riayət olunması vacibdir. Reoloji tədqiqatların əsas məsələlərindən biri, tədqiq olunan mühitə təsir qüvvəsilə, bu qüvvənin təsiri altında meydana çıxan deformasiya qüvvələri arasındakı qarşılıqlı əlaqənin təyini.

Az parafinli və yüksək parafinli neftlərin eksperimental tədqiqatlarının nəticələri göstərir ki, neftdə asfalten və qatran dispers sistemlərinin olması depressiya effektlərinin yaranmasına gətirə bilər. Məqalədə neftlərin təsnifatlarına uyğun AQPÇ yaranma mexanizmi təhlil edilmişdir. Müxtəlif yataqlardan çıxarılan neftlərin əmələ gətirdikləri AQPÇ tərkibinə və quruluşuna uyğun müqayisəli analizləri hazırlanmış və onların aradan qaldırılmasının səmərəli üsulu təklif olunmuşdur. Effektiv özlülük və sürüşmə gərginliyi, ГОСТ 26581-85 standartının tələblərinə uyğun, PEOTECT-2 rotasion reometrində ölçülmüşdür. Balaxanı yatağından çıxarılan neftin elektron mikroskopik tədqiqatlarının nəticələri göstərmişdir ki, təkcə BAF-1 reagentini əlavə etməklə asfalten-qatran-parafin assosiatları dağılaraq, neftin bütün həcmində həll olur. Alınmış nəticələrə əsasən müəyyən edilmişdir ki, asfalten-qatran komponentləri neftin tipindən asılı olaraq parafinlərin kristallaşma temperaturunu aşağı salan təbii depressorlardır. Məqalədə aşqarlar kimi Difron-4201 və BAF-1-in ayr-ayrı nisbətlərindən istifadə edilmişdir. Balaxanı ağır neftinin tərkibində olan parafin-qatran-asfalten qarışığının 1:1:1 nisbətində olan kütləsinə BAF-1 və Difron 4201 reagentləri ayr-ayrılıqda Difron 4201 və BAF-1 reagentlərinin 1:1 nisbətində kompoziti əlavə edilmişdir. Difron 4201 və BAF-1 reagentlərinin 1:1 nisbətində kompozitinin qarışıqğa təsiri nəticəsində parafin-qatran-asfaltenin əmələ gətirdiyi assosiatların eyni formada paylanması müşahidə edilmişdir ki, bu da neftin reologiyasının yaxşılaşmasını göstərən əsas şərtlərdəndir. Difron-4201 və BAF-1 aşqarlarının daha yüksək parafinli Bulla yatağından hasil olunan neft nümunəsinin xassələrinə təsiri də öyrənilmişdir. Tədqiq olunan AQPÇ-yə qarşı aşqarlar arasında daha effektivlisi 1:1 nisbətində qarışıqdan ibarət olan Difron-4201 və BAF-1 kompoziti olduğu müəyyən edilmişdir, bu da 200-800 kq/ton qatılıq intervalında neft nümunəsinin donma temperaturunu aşağı salır. Difron-4201 və BAF-1 kompozitinin optimal qatılığının 600 kq/ton olduğu müəyyən edilmişdir.

Oxşar tədqiqatlar Balaxanı ağır və Suraxanı neft nümunələri üzərində də aparılmışdır. BAF-1 və Difron-4201 aşqarları ilə Bulla və Balaxanı neft nümunələrindən ayrılmış qatran-asfalten-parafin birləşmələrinə təsirindən sonra onların elektron mikroskopik tədqiqatları öyrənilmişdir.

Tədqiqata əsasən parafinli, qatranlı, asfaltenli neftlərin reoloji xassələrinin yaxşılaşdırılması üçün, BAF-1 və Difron-4201 reagentləri qarışıqından hazırlanmış kompozitdən istifadə edilməsi daha məqsədə uyğun hesab edilmişdir.

Açar sözlər: özlülük, asfalten, qatran, parafin, assosiat, aşqar, Difron-4201, BAF-1.

Giriş: Neft- təbii çoxkomponentli maye olub, onun əsasını metan, naften, aromatik və parafin karbohidrogenləri təşkil edir. Neft 1000-ə yaxın xüsusi maddələr qarışıqından ibarət olub, onların əksər hissəsi maye karbohidrogenlər və heteroatomlu üzvi birləşmələrdən, əsasən kükürtlü, azotlu və oksigenli metal üzvi birləşmələrdən, qalan komponentləri isə həll olmuş karbohidrogen qazlarından, sudan, mineral duzlardan, üzvi turşuların duzlarının məhsullarından və s., mexaniki qarışıqlardan ibarətdir. Bütün bu komponentlərin miqdarı neft yataqlarından asılı olaraq geniş intervalda dəyişə bilər. Neftin tərkibinə 425-ə qədər karbohidrogen birləşmələri daxildir [1-4]. Başqa sözlə, neft müxtəlif qaynama temperaturuna malik çoxlu sayda karbohidrogenlərdən və qeyri karbohidrogenlərdən ibarət ola bilər. Ona görə də neftin mütəmadi müraciət olunan xassəsi



müxtəlif temperatur intervalında qaynayan, ayrı-ayrı fraksiyaların miqdarı ilə xarakterizə olunan fraksiya tərkibidir. Komponentlərin belə çox saylı müxtəlifliyi içərisində 300°C-yə qədər adətən, neftin yalnız 50 %-ə qədər kütləsi qaynayır. Qalıq isə yüksək molekululu karbohidrogenlərdən, qatranlardan, asfaltenlərdən, mineral maddələrdən ibarət olur və neft ağırlaşdıqca bu maddələrin miqdarı da artır. Hazırda hasil olunan neftlərin əsas hissəsi, tərkibinə görə ağır neftlər olub, əsasən parafin karbohidrogenlərindən və/və ya qatran-asfalten birləşmələrindən ibarətdir. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, neftdə parafin çox olduqca onun tərkibində qatranlar və asfaltenlər az olur. Həmçinin, belə bir qanunauyğunluq da müşahidə edilir ki, neftin geoloji yaşı çox olduqca onun tərkibində parafinlər çox olur. Yüksək parafinli neftlər həm də onların tərkibində kükürdün, vanadiumun və nikelin miqdarının aşağı olması ilə xarakterizə olunurlar [5]. Asfalten-qatran-parafin çöküntüləri (AQPC) həm layda, həm də nasos-kompresor borularında, boru kəmərlərində və çənlərdə əmələ gələ bilər.

Ağır neft yataqlarının istismarı və işlənməsi onların laydan çıxarılmasına, toplanmasına və boru kəmərilə nəql olunmasına qeyri ənənəvi üsulların tətbiqini tələb edir.

Son nəticədə onların reoloji xassələrini müxtəlif təsir üsulları ilə tənzimləmək zərurəti ortaya çıxır. Bunları həyata keçirmək üçün isə çöküntülərin əmələ gəlməsinin qarşısını almaq və əmələ gəlmiş çöküntünü təmizləmək üçün müəyyən işlərin görülməsi tələb olunur ki, bu da neftçixarma prosesinin və həmçinin, neftlərin boru kəmərlərilə nəqlinin xərclərini artırır.

Beləliklə, AQPC ilə mübarizə mürəkkəb və çox baha başa gələn olub, neft sənayesinin aktual problemlərindən biri olaraq qalmaqdadır.

Neftlərin asfaltençökməyə qarşı davamlılıq probleminə həsr olunmuş çoxlu sayda məqalələr çap olunmuşdur ki, onlardan birində, neftlərin davamlılıqlarının və asfaltenlərin sabitliyinin yoxlanılması üsullarına böyük diqqət yetirilir.

Hazırda özüllü və yüksək özüllü neftlərin nəqlinin effektivliyinin yüksəldilməsi məsələsi əksər alimlərin işlərində qaldırılır.

Özlülüklü neftlərin nəqlinin effektivliyi üçün əsasən bir neçə üsul istifadə edilir: neftin qızdırılması; karbohidrogen durulaşdırıcılarının tətbiqi; hidronəql; lupinqlər qurğusu qoymaq; boru kəməri boyunca nasos stansiyalarının (NS) sayının artırılması; NS-nın məhsuldarlığının artırılması və aşqarların əlavəsi.

Özlülüklü neftlərin boru kəmərlərilə nəqlinin ən geniş yayılmış üsulu neftlərin əvvəlcədən qızdırılaraq nəql olunması üsuludur. Bu üsul zamanı əvvəlcədən qızdırılmış neft magistral neft kəmərinə daxil olur, sonra o, boru kəməri boyunca müəyyən məsafələrdən bir quraşdırılmış istilik stansiyalarında qızdırılaraq nəql davam etdirilir. İlk məlumat olaraq, boru kəmərinin çox sulu şəraitdən, bataqlıqdan, daimi buzlaq sahələrindən keçən məlumatları götürülür. Arktik iqlimdən savayı inşaat rayonu özünəməxsus geoloji və hidrogeoloji şəraitlər də xarakterizə olunur. Boru kəmərlərinin keçiricilik qabiliyyətini yalnız neftin qızdırılması ilə artırmaq ətraf mühitin təsiri baxımından səmərəli olmur [6-9]. Bununla bağlı olaraq müəlliflər tərəfindən aşqarlardan istifadə olunması təklif olunur. Ona görə də yerli və xarici praktikada müxtəlif aşqarlardan istifadənin yoxlanılması həyata keçirildi. Tətbiq edilən aşqarlar əmtəə formasının tipinə görə iki qrupa bölünürlər: dispersləşdirilmiş və gel kimi [10].

Birinci şəkildə əlavələr polimerin müxtəlif mayelərdə onlarla kimyəvi reaksiyaya daxil olmayan suspenziyadan ibarətdir. Belə mayələr qismində adətən spirtlər, qlikollar və onların efirləri çıxış edir. Belə aşqarlarda aktiv polimerlərin miqdarı 25%-ə qədər çatır. Belə əksturbulentli aşqarlara Necadd 447, Liquid Power, FLO XL, FLO MXA, M-FLOWTREAT, Alfakauçuk-C, Koltek PTN 3170, Turbulent Master 8010 aiddir. Gel aşqarlar (CDR 102, FLO, Necadd 547, Viol, X-PAND,



HIPR) polimerlərin hər hansı bir maye karbohidrogenda (benzin, kerosin və s.) məhlulu şəklində hazırlanmışdır. Belə aşqarlarda aktiv polimer miqdarı 10%-ə qədər olur. Gel aşqarların tətbiqi, onların həllolma sürəti vacib olan proseslərin getdiyi boru kəmərləri üçün xüsusilə əhəmiyyətlidir. Bu şelf yataqlarının, yükləmə və boşaltma terminallarının qısa boru kəmərləri ola bilər.

Son illər neft və qazçıxarma şəraitində mədən boru kəmərlərində tətbiq olunmasına hesablanmış suspenziya-emulsiya aşqarlarının işlənməsi və tətbiqi istiqamətində işlər aparılmaqdadır. Boru kəməri sistemilə nəql olunan neft və neft məhsullarının fiziki-kimyəvi xassələrinin müxtəlifliyi ilə əlaqədar olaraq hər bir halda kimyəvi reagentlərdən istifadə edilməsi, boru kəmərinin fərdi xüsusiyyətidir. Neftlərin reoloji xassələri, yataqların işlənməsi və sonradan boru kəməri ilə nəqli zamanı layihələndirmə və istismar məsələlərinin həlli üçün əsas ilkin məlumatlar kimi istifadə edilir [11, 12].

AQPÇ-nin həllolma effektivliyi baxımından, hər şeydən əvvəl bu tərkiblər təbii xarakterli həlledicilərdən bir qədər fərqlənir, bəzi hallarda isə hətta aşağı effektivli olur. AQPÇ-nin qazkondensat, qaz benzini, sıxışdırılmış neft qazları, yüngül neft kimi təbii xarakterli çıxardıcıları daha geniş yayılmışdır. Belə həlledicilərin dəyəri şübhəsiz ki, onların asan əldə oluna bilməsindədir. Onlar bir qayda olaraq neft rayonlarından alınır və ya çıxarılır, ucuz başa gəlir və neftlərin sonrakı emal proseslərinə təsir göstərmirlər. AQPÇ-nin çıxardıcılarının effektivliyini artırmaq üçün bir çox hallarda karbohidrogen həlledicilərindən və müxtəlif səthi aktiv maddələrdən (SAM) ibarət olan tərkib (3%-ə qədər) təklif olunur ki, onlar həlledicilərin səthi aktivliyini və AQPÇ-nin parçalanma (dağılma) effektivliyi yüksəldir. Belə SAM-a kompozit aşqarları, polialkilbenzol qatranı (PABQ), ağır piroliz qatranı (APQ), katalitik krekinq zamanı alınan termoqazoyl (TQ), etilen və propilen oksidlərinin molekul kütləsi 5000 olan azotlu bloksopolimerləri və fenolformaldehid qatranı aiddir. Suda hazırlanmış həlledicilər kimi OOO “Neftepromxim” istehsalı olan normal və izoquruluşlu, aromatik, parafin karbohidrogenləri qarışığından ibarət olan CHIX-7p-1, yüngül piroliz qatranı və heksan fraksiyalarından ibarət olan karbohidrogen kompoziti CHIX-7p-2, oksialkilləşmiş SAM və aromatik karbohidrogenlərdən, kalsiləşdirilmiş sodanın məhlulu, qələvi və trinatriumfosfat məhlulları, SAM-dan, fosfatlardan, karbonatlardan, sulfatlardan və silikatlardan ibarət kompozitdən istifadə edilir. Həmçinin, fenolformaldehid qatranı əsaslı SAM da tətbiq edilir. Həlledicilər və SAM kompozitlərinin məhlulları yüksək temperaturlarda daha effektiv təsir göstərirlər.

Praktikada tez-tez AQPÇ-nin kənarlaşdırılmasında kimyəvi üsullar, istilik və mexaniki üsullarla birlikdə tətbiq edilir. Bu halda AQPÇ-nin tam kənarlaşdırılması və prosesin sürətlənməsi nəticəsində texnoloji və ekonomik effektdə nail olunur. AQPÇ-nin kənarlaşdırılması üsullarının tətbiqi üçün xüsusi məhdudiyyət yoxdur. Bununla yanaşı kimyəvi üsulların mexaniki və istilik üsulları ilə birlikdə istifadəsi zamanı təhlükəsizlik texnikası qaydalarına riayət olunması vacibdir. Belə çöküntülərin çox parafinləşmiş obyektlərdən intensiv çıxarılması boru kəmərinə parafin tıxaclarının əmələgəlməsinə səbəb ola bilər. Belə obyektləri iki-üç mərhələyə- əvvəlcə adi temperaturda çıxardıcıların köməyiylə, sonra isə qatran-parafin çöküntülərinin tam çıxarılması üçün yüksək temperaturda (60-70°C) təmizlənməsi məqsəduyğundur. Bir qayda olaraq, yüngül karbohidrogen həllediciləri qızdırılmadan istifadə edilir. Müəyyən edilmişdir ki, reagentin əlavəsi AQPÇ-nin SAM-ın parçalamaq (dağıtmaq) effekti göstərməsi hesabına həllolması və dağılması (dispersləşməsi), onun ümumi kütləsinin 10 %-ə qədər artmasına gətirib çıxarır.

AQPÇ-nin həll olma tarazlığının və xırdalanmasının yüksəlməsi üçün sərf olunan həlledicinin optimal kütləsi, onun ümumi kütləsinin 20 %-ni təşkil etməlidir. Hazırda yüksək özlülüklü və parafinli neftlərin fiziki-kimyəvi göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasının ən effektiv yolu, onların



aşağı temperaturlu xassələrini yaxşılaşdıran depressor aşqarlarının tətbiqidir. Bu günə qədər bütün növ neftlər üçün universal depressor aşqarları mövcud deyildir. Tədqiqatlar göstərir ki, hazırda AQPÇ-yə qarşı mübarizə üsulları içərisində ən aktuallarından biri depressor aşqarlarının və inhibitorlarının tətbiqidir.

Məsələnin qoyuluşu: Məlum olduğu kimi, reoloji tədqiqatların əsas məsələlərindən biri, tədqiq olunan mühitə təsir qüvvəsilə, bu qüvvənin təsiri altında meydana çıxan deformasiya qüvvələri arasındakı qarşılıqlı əlaqənin təyininəndən ibarətdir [13, 16].

Bu işin məqsədi aşqarların Azərbaycanın Bulla, Balaxanı ağır və Suraxanı yataqlarından hasil olunan neftlərinin reoloji xassələrinə təsirinin öyrənilməsidir.

Həlli üsulları: İşdə aşqarlar kimi Difron-4201 və BAF-1 markalı reagentlərdən istifadə edilmişdir.

Parafinlərin, asfaltenlərin və qatranların neftlərdən ayrılması ГОСТ 11851-85 və ГОСТ 11858-66 metodikalarına uyğun olaraq həyata keçirilmişdir.

Axıcılığın itməsi və ya bərkimə temperaturu isə CT PK 1530-2006 uyğun olaraq 0,-17 və 34 °C temperaturatları sabit saxlamaq üçün üç kamera ilə təchiz olunmuş «S.D.M. – 530» (Almaniya) qurğusunda təyin edilmişdir.

Effektiv özlülük və hərəkət gərginliyi isə ГОСТ 26581-85 standartına uyğun ölçmə sisteminin istifadəsi ilə PEOTECH-2 rotasiya reometrində ölçülmüşdür.

AQPÇ-nin mikroquruluş tədqiqatları CEOL-6810 LV firmasının SEM (skanədən elektron mikroskop) cihazında aparılmışdır.

İşdə Bulla, Balaxanı ağır və Suraxanı yataqlarından hasil olunan neftlərin əsas fiziki-kimyəvi xarakteristikaları, daha dəqiq desək özlülükləri, bərkimə temperaturatları, parafinin miqdarı və s. öyrənilmişdir (cədvəl 1).

Cədvəldən göründüyü kimi Bulla yatağından hasil olunan neft, Balaxanı ağır və Suraxanı yataqlarından hasil olunmuş neftlərlə müqayisədə yüksək parafinli neftlərə aid edilir.

Cədvəl 1. Bulla, Balaxanı ağır və Suraxanı yataqlarından hasil olunan neftlərin əsas fiziki-kimyəvi xarakteristikaları

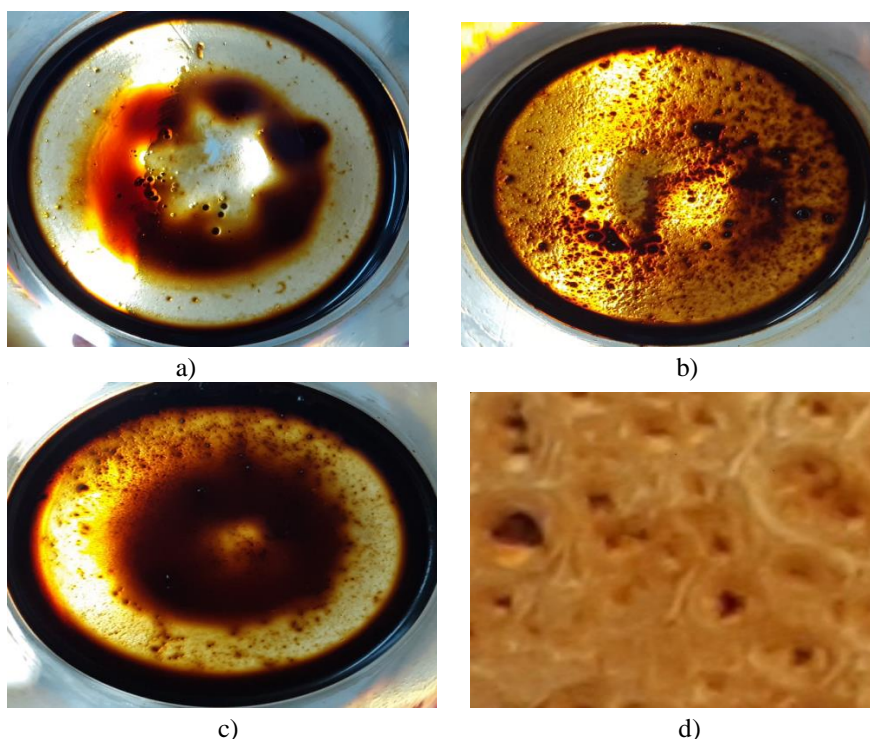
Göstəricilər	Bulla	Balaxanı ağır	Suraxanı
Sıxlıq, 20 °C-də kq/m ³	842,1	921,7	859,3
Suyun miqdarı, % kütlə	0,76	0,21	0,79
Xlorlu duzların miqdarı, mq/l	138,6	38,4	139,5
Mexaniki qarışıqların miqdarı, % kütlə	0,007	0,009	0,008
Qatranın miqdarı, % kütlə	9,6	16,2	14,8
Asfaltenlərin miqdarı, % kütlə	0,22	2,8	2,94
Parafinlərin miqdarı, % kütlə	13,1	0,31	2,73
Bərkimə temperaturu, °C	+12	-33	-21
Özlülük, 20°C mm ² /san	23,2	160,3	20,2
Fraksiya tərkibi:			
Qovmanın ilkin temperaturu, °C	71,5	97,5	78
200 °C-yə qədər, % həcm	24,5	16	21
300 °C-yə qədər, % həcm	44	32,5	40,5
350 °C-yə qədər, % həcm	63	54	61,5

Qaynamanın sonu, °C	341,5	302	328
---------------------	-------	-----	-----

Həmçinin, onu da qeyd etmək lazımdır ki, Suraxanı yatağından hasil olunmuş neft, müsbət bərkimə temperaturuna malikdir ki, bu da onun yüksək parafinli olmasının nəticəsidir.

Məlumdur ki, yüksək parafinli neftlərin nəqli zamanı boru kəmərlərinin daxili divarlarında parafinin çökməsi müşahidə edilir. Bunu aradan qaldırmaq üçün yüksək parafinli neftlərin nəqli zamanı isti nəql üsulu tətbiq edilir. Bu məqsədlə boru xətti boyunca hər 25-150 km-dən bir neft təkrar qızdırılır. Qızdırılma yüksək parafinli neftlərin nəqli prosesinin problemlərini nisbətən həll etsə də, bu onun çıxarılması, nəqli və emalı proseslərini mürəkkəbləşdirir və bahalaşdırır.

Xam neftdən AQPÇ-nin ayrılması prosesini, magistral boru kəmərinə AQPÇ çökməsi prosesinin modelləşdirilməsi qurğusunun köməyiylə tədqiq edilmişdir.



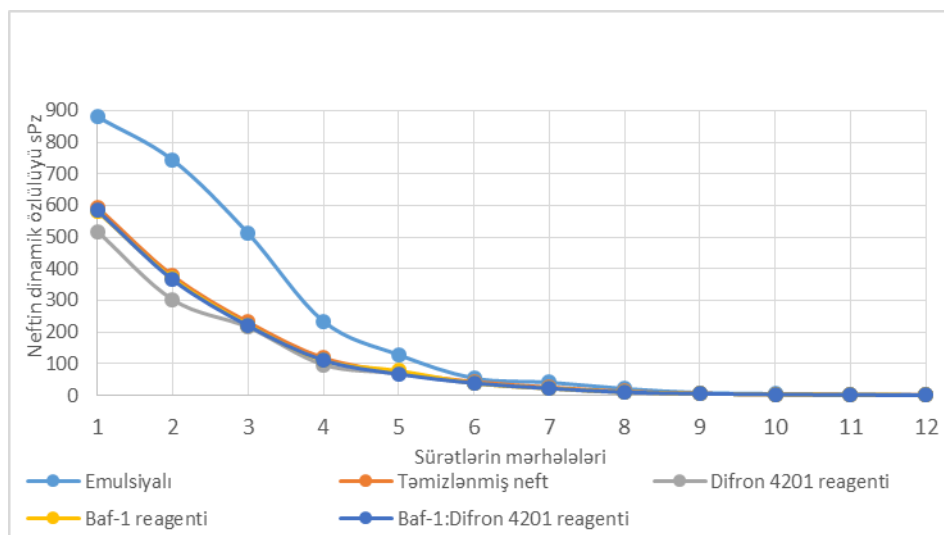
Şəkil 1. a) Balaxanı ağır neftinin tərkibində olan parafin-qatran-asfalten qarışığının (1:1:1 nisbətə), reagentsiz işıq fonunda mikroskopik görünüşü; b) Balaxanı ağır neftinin tərkibində olan parafin-qatran-asfalten qarışığına (1:1:1 nisbətə) BAF-1 reagentini (800qr/ton) vurduqdan sonra işıq fonunda mikroskopik görünüşü; c) Balaxanı ağır neftinin tərkibində olan parafin-qatran-asfalten qarışığına (1:1:1 nisbətə) Difron 4201 reagentini (800qr/ton) vurduqdan sonra işıq fonunda mikroskopik görünüşü; d) Balaxanı ağır neftinin tərkibində olan parafin-qatran-asfalten qarışığına (1:1:1 nisbətə, əvvəlkilərlə müqayisədə daha yaxın məsafədə çəkilmiş fon) Difron 4201+ BAF-1 (1:1) reagent kompozisiyası (800qr/ton) vurduqdan sonra işıq fonunda mikroskopik görünüşü.

Bu halda ayrılan AQPÇ sıx olur ki, bu da onların mexaniki təmizlənməsini çətinləşdirir. Özü də belə AQPÇ-nin tərkibində asfalten-qatran maddələrinin artması baş verir. Özlərinin fiziki hallarına

görə AQPÇ nümunələri daha yumşaq, otaq temperaturunda daha axıcı olurlar və mexaniki olaraq asan təmizlənilirlər (şəkil 1).

Tərəfimizdən Balaxanı ağır neftinin tərkibində olan parafin-qatran-asfalten qarışığının 1:1:1 nisbətində olan kütləsinə BAF-1 və Difron 4201 reagentləri ayr-ayrılıqda Difron 4201 və BAF-1 reagentlərinin 1:1 nisbətində kompoziti əlavə edilmiş və onların işıq fonunda fotosəkli çəkilmişdir (şəkil 1). Fotosəkillərdən BAF-1 reagentinin qarışığa daha yaxşı təsir etdiyi (assosiatların dağılması) daha aydın görünür. Difron 4201 və BAF-1 reagentlərinin 1:1 nisbətində kompozitinin qarışığa təsiri nəticəsində parafin-qatran-asfaltenin əmələ gətirdiyi asosiatların eyni formada paylanması müşahidə edilmişdir ki, bu da neftin relogiyasının yaxşılaşmasını göstərən əsas şərtlərdəndir.

Difron-4201 və BAF-1 aşqarlarının daha yüksək parafinli Bulla yatağından hasil olunan neft nümunəsinin xassələrinə təsirinin nəticələri şəkil-2-də verilmişdir. Tədqiq olunan AQPÇ-yə qarşı aşqarlar arasında daha effektivlisi 1:1 nisbətində qarışıqdan ibarət olan Difron-4201 və BAF-1 kompoziti olduğu müəyyən edilmişdir ki, bu da 200-800 kq/ton qatılıq intervalında neft nümunəsinin bərkimə temperaturunu aşağı salır. Difron-4201 və BAF-1 kompozitinin optimal qatılığının 600 kq/ton olduğu müəyyən edilmişdir.

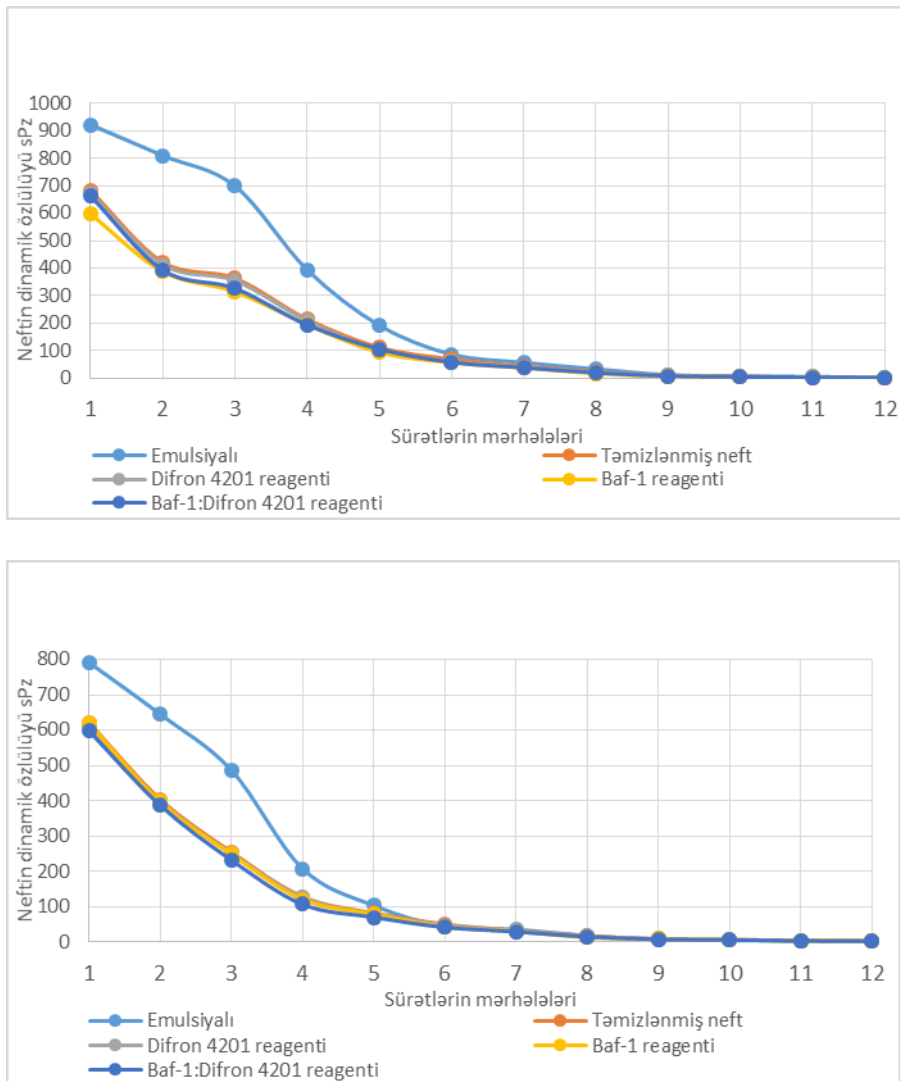


Şəkil 2. Bulla neftinin 20 °C temperaturda reagentlə (0,8 kq/t) və reagentsiz, dinamiki özlülüyünün müxtəlif sürət mərhələlərində dəyişməsi (1-12, 0.333; 0.6; 1; 1.8; 3; 5.4; 9; 16.2; 27; 48.6; 81; 145.8 s⁻¹ sürət qradientinə uyğundur).

Qrafikdən də göründüyü kimi reagentlərin qatılığının sonrakı artımı neftin donma temperaturuna və özlülüyünə təsir etmir. Həmçinin qrafikdən o da görünür ki, neftin özlülüyünün daha çox aşağı düşməsi BAF-1 aşqarının təsiri altında baş verir.

Oxşar tədqiqatlar Balaxanı ağır və Suraxanı neft nümunələri üzərində də aparılmışdır. Tədqiqatların nəticələri uyğun olaraq şəkil-3 və 4-də verilmişdir.

Şəkil 3. Balaxanı ağır neftinin 20 °C temperaturda reagentlə (0,8 kq/t) və reagentsiz, dinamiki özlülüyünün müxtəlif sürət mərhələlərində dəyişməsi (1-12, 0.333; 0.6; 1; 1.8; 3; 5.4; 9; 16.2; 27; 48.6; 81; 145.8 s⁻¹ sürət qradientinə uyğundur).

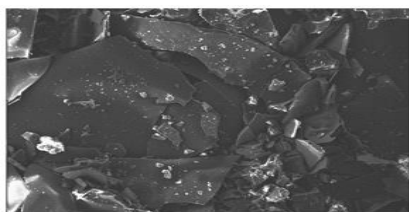


Şəkil-4. Suraxanı neftinin 20 °C temperaturda reagentlə (0,8 kq/t) və reagentsiz, dinamiki özlülüyünün müxtəlif sürət mərhələlərində dəyişməsi (1-12, 0.333; 0.6; 1; 1.8; 3; 5.4; 9; 16.2; 27; 48.6; 81; 145.8 s⁻¹ sürət qradiyentinə uyğundur).

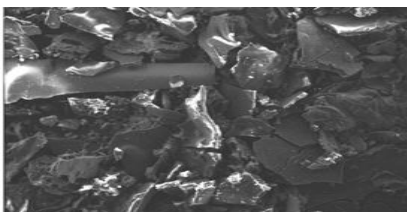
Şəkillərdən görüldüyü kimi Balaxanı ağır və Suraxanı neft nümunələrində də özlülüyn daha aşağı qiyməti BAF-1 reagentinin təsiri altında mümkün olmuşdur.

Beləliklə, sonrakı tədqiqatlar üçün ən effektiv aşqar kimi BAF-1 reagenti seçilmişdir.

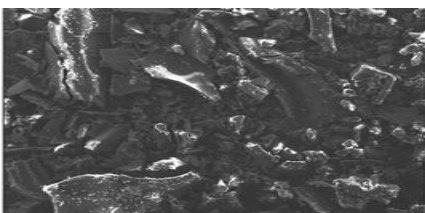
BAF-1 və Difron-4201 aşqarları ilə Bulla və Balaxanı neft nümunələrindən ayrılmış qatran-asfalten-parafin birləşmələrinə təsirindən sonra onların elektron mikroskopik tədqiqatları da aparılmışdır. Tədqiqatların nəticələri şəkil 5-də verilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, neftlərin quruluş özlülüklerinin öyrənilməsi zamanı elektron mikroskopik analizin nəticələri böyük əhəmiyyət kəsb edir.



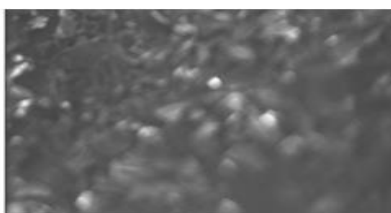
Bulla reagentsiz



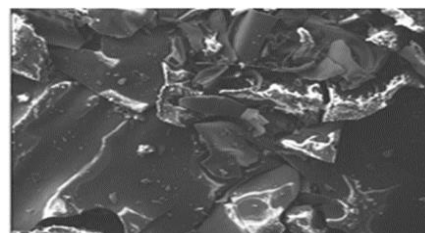
Bulla BAF-1



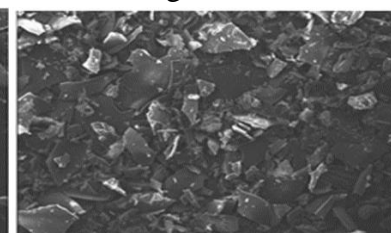
Bulla Difron-4201



Balaxanı reagentsiz



Balaxanı Difron-4201



Balaxanı BAF-1

Şəkil-5. Qatran-asfalten-parafin birləşmələrinin elektron mikroskopik tədqiqatlarının nəticələri.

Şəkildən görüldüyü kimi Bulla yatağından hasil olunan neft nümunəsinə ayrı-ayrılıqda BAF-1 və Difron-4201 reagentləri ilə təsir etdikdə qatran-asfalten-parafin assosiatlarının (çöküntülərinin) dağılması o qədər də müşahidə olunmur. Ona görə ki, BAF-1 reagentinin əlavəsindən sonra assosiat nisbətən dağılsa da parafin faktoru onun tam dağılmasına imkan vermir. Ayrılıqda Difron-4201 əlavəsindən sonra parafin faktoru aradan götürülsə də qatran faktorunun qalması assosiatın tam dağılmasına imkan vermir. Odur ki, çoxparafinli neftlərin reoloji xassələrinin yaxşılaşdırılması istiqamətində aparılan işlər zamanı parafin faktorunu aradan qaldıraraq, assosiatların tam dağılmasını təmin etmək üçün bu iki reagentin birlikdə- kompozit halında istifadəsi hökmən təmin olunmalıdır.

Balaxanı yatağından hasil olunan neft nümunəsinin elektron mikroskopik tədqiqatlarının nəticəsi isə göstərir ki, təkcə BAF-1 reagentinin əlavəsi ilə asfalten-qatran-parafin assosiatları tamamilə dağılaraq, neftin həcmində həll olur (şəkil 5 Balaxanı BAF-1).

Nəticə: 1. Çoxparafinli neftlərin reoloji xassələrinin yaxşılaşdırılması istiqamətində aparılan tədbirlər zamanı parafin faktorunu aradan qaldırmaq və assosiatların tam dağılmasını təmin etmək üçün BAF-1 və Difron-4201 reagentləri qarışığından hazırlanmış kompozitdən istifadə hökmən təmin olunmalıdır.

2. Azparafinli və parafinsiz neftlərin reoloji xassələrinin yaxşılaşdırılması zamanı isə BAF-1 reagentinin tək istifadəsi kifayətdir.

**ƏDƏBİYYAT**

1. Musser B. J., Kilpatrick P. K. Molecular Characterization of Wax Isolated from a Variety of Crude Oils // *Energy Fuels*. 1998. №12. P. 715–725
2. Mehrabian H., Bellucci M. A., Walsh M. R., Trout B. L. Effect of Salt on Antiagglomerant Surface Adsorption in Natural Gas Hydrates // *J. Phys. Chem.* 2018. №122. P. 12839–12849
3. Redelius P. Bitumen Solubility Model Using Hansen Solubility Parameter // *Energy Fuels*. 2004. №18. P. 1087–1092
4. Garcia M. C. Crude Oil Wax Crystallization. The Effect of Heavy n-Paraffins and Flocculated Asphaltenes // *Energy Fuels*. 2000. №14. P. 1043–1048
5. Carbognani L., DeLima L., Orea M., Ehrmann U. Studies on Large Crude Oil Alkanes. II. Isolation and Characterization of Aromatic Waxes and Waxy Asphaltenes // *Pet. Sci. Technol.* 2000. №18. P. 607–634
6. Nurullayev V. H., Usubaliyev B. T., Taghiyev D. B. The Study on the Reduction of the Viscosity of Transported Heavy Crude Oil by Fe (II) and Fe (III) Complexes with Phthalic Acid // *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*. 2019. Vol. 38 №6. P. 135-140
7. Nurullayev V. H., Ismayilov G. G., Usubaliyev B. T. Influence of hydrodynamic cavitation on the rheological properties and microstructure of formulated crude oil // *World Scientific News*. 2018. №91. P. 44-58
8. Nassar N. N. Asphaltene Adsorption onto Alumina Nanoparticles: Kinetics and Thermodynamic Studies // *Energy Fuels*. 2010. №24. P. 4116–4122
9. Nurullayev V. H. The Theoretical analysis of crude oil vapour pressure and cavitation technologies studying of physical and chemical properties of transported oil in the course of cavitation // *Science and applied engineering quarterly*. 2014. №5 P. 23-29.
10. Andersen S. I., Jensen J. O., Speight J. G. X-Ray Diffraction of Subfractions of Petroleum Asphaltenes // *Energy Fuels*. 2005. №19. P. 2371– 2377
11. Adams, J. J. Asphaltene Adsorption, a Literature Review // *Energy Fuels*. 2014. №28. P. 2831–2856
12. Hassanpouryouzband A., Joonaki E., Taghikhani V., Bozorgmehry Boozarjomehry R., Chapoy A., Tohidi B. New TwoDimensional Particle-Scale Model To Simulate Asphaltene Deposition in Wellbores and Pipelines // *Energy Fuels*. 2017. №32. P. 2661–2672
13. Hasanvand M. Z., Montazeri M., Salehzadeh M., Amiri M., Fathinasab M. A Literature Review of Asphaltene Entity, Precipitation, and Deposition: Introducing Recent Models of Deposition in the Well Column // *J. Oil, Gas Petrochem. Sci.* 2018. №1. P. 83–89
14. Wang S., Liu J., Zhang L., Xu Z., Masliyah J. Colloidal Interactions between Asphaltene Surfaces in Toluene // *Energy Fuels*. 2009. №23. P. 862–869
15. Taheri-Shakib J., Keshavarz V., Kazemzadeh E., Hosseini S. A., Rajabi-Kochi M., Salimidelshad Y., Naderi H., Bakhtiari H. A. Experimental and Mathematical Model Evaluation of Asphaltene Fractionation Based on Adsorption in Porous Media: Part 1. Calcite Reservoir Rock // *J. Pet. Sci. Eng.* 2019. №177. P. 24–40



16. Ameri Mahabadian, M., Chapoy A., Tohidi B. A New Thermodynamic Model for Paraffin Precipitation in Highly Asymmetric Systems at High Pressure Conditions // Ind. Eng. Chem. Res. 2016. №55. P.10208–10217



STUDY OF TOXICITY OF L-THYROXIN IMMOBILIZED CHITOSAN AND THE NATURE OF DRUG-POLYMER INTERACTION

Samira Safaraliyeva

ANAS Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after acad. M. Nagiyev, Department of Nanostructured metal-polymer catalysist, Researcher, E-mail: safaraliyeva2017@mail.ru

ABSTRACT

It is known that L-thyroxine is used as a hormone substitute after goiter surgery. L-thyroxine contains sodium salt of levothyroxine, a synthetic substitute for the hormone of thyroxine. Absorption of the drug from the gastrointestinal tract is 48-79%. Its maximum concentration in plasma is reached after about 6 hours after acceptance. Levothyroxine, which is delivered mainly in combination with plasma proteins, is used in the liver, brain and muscles. Monoiodination of approximately 80% of sodium levothyroxine in various tissues occurs with the formation of triiodothyronine and inactive products. The half-life of the drug is 6-7 days. Approximately 15% of the drug is excreted unchanged by the kidneys and bile and in combination with conjugates. Frequent use of the drug is accompanied by an increase in its side effects. In this regard, it is necessary to create new forms in the blood that regulate the long-term therapeutic concentration of the drug. Polymer carriers play a very important role at this stage. In order to overcome these shortcomings, in recent years, the synthesis of hydrogels based on natural and synthetic polymers and immobilization of drugs and delivery to the appropriate organs are among the modern methods. Thus, the loading of the active drug to the polymer carrier safes its therapeutic concentration in the blood.

For this purpose, a combination of L-thyroxine with a chitosan polymer was designed and the toxicity of the new drug form was extensively studied in mice in vivo. There are very few studies in the literature on the use of L-thyroxine in combination with polymer based hydrogels. The study also examined the pharmacological basis of the complex of the L-thyroxine with a biological polymer, the possibility of its use in the treatment of hypothyroidism and the toxicity of the obtained L-thyroxine polymer. The nature of the physical and chemical interactions between L-thyroxine and chitosan has been identified by infrared spectroscopy. Samples - chitosan and chitosan complex with L-thyroxine were recorded on a Nicolet 6700 (USA) spectroscopic instrument in the range of 4000-400 cm^{-1} . The molecular electron spectra of the liquid solutions of the samples, which are a highly sensitive method, were compared on a UV-Vis device in the range of 180-600 nm. Chitosan is a linear cationite-type polyaminosaccharide obtained from the deacetylation of chitin. Chitin is separated from mollusks, crustaceans and insects, which are layers of some chitin. Chitosan is composed of β -(1,4)-2-amino-2-deoxy-D-glucosamine and β -(1,4)-N-acetyl D-glucosamine residues. L-thyroxine, a hormone substitute, is a chemically organic molecule that contains 4 -J groups along with $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$ and $-\text{OH}$ groups. Toxicity of the L-thyroxine polymer compound at an initial dose of 5 mg/kg was studied. Two hours after use, sedation, grouping and grooming were observed in animals. According to the results, the application of L-thyroxine polymer did not cause any sedation and was proved to be non-toxic. When the mixture was first injected into animals, they were poisoned. Therefore, gastric juice, not CH_3COOH , was used as a solvent. During the experiment, a solution of L-thyroxine dissolved in 0.4 ml of gastric juice was injected into the abdomen of animals, and after 5-10 minutes they did



not show any serious adverse reactions. In animals, sedation, grouping, and locomotion predominated.

In the spectrum of the mixture of chitosan and L-thyroxine, 1643 and 1584 cm^{-1} adsorption bands were subjected to chemical shift and were observed in the region of 1635 and 1544 cm^{-1} , respectively. Observation of a wide adsorption band around 3500 cm^{-1} is associated with an increase in hydrogen bonds in the system. A high-intensity peak is observed at 1544 cm^{-1} , which involves electrostatic interactions. 1397 cm^{-1} characterizes the peak chitosan-L-thyroxine complex with changes in the region, which shows the interaction between the drug and chitosan. The mechanism of this type of interaction and the molecular structure of the product has also been confirmed by UV-Vis electron spectroscopy. In the UV-Vis spectrum of chitosan, a characteristic peak is observed for the $>\text{C}=\text{O}$ carbonyl groups of non-deacetylated fragments around 208 nm. As can be seen, an intense peak around 250 nm, characteristic of the chitosan macromolecule, is observed, resulting in a change in the electron density in the polymer chains. This leads to a change in the shape of the spectrum and thus, it causes the formation of a wide absorption band in the region of 200-300 nm. If we look at the UV-Vis spectrum of L-thyroxine, a characteristic low-intensity band is observed in the range of 208-265 nm, which belongs to the aromatic cycle or phenyl group. In addition, the fact that the absorption band of the C-J group at 260 nm, together with the absorption bands of the other groups - COOH and $>\text{C}=\text{O}$, enter the same area and form a broad spectrum, shows both immobilization and interaction. In the UV-Vis spectrum of chitosan-L-thyroxine also occurs the formation of a broad absorption band around 300 nm, which is not observed in chitosan. This indicates a strong interaction of functional groups between the drug and chitosan. Such chemical shifts in the UV-Vis spectrum with bathochromic and hypsochromic effects are due to the occurrence of electrostatic attraction forces as well as hydrogen bonds between drugs and polymer macromolecules. This manifests itself both in the change in the shape of the spectrum and in the formation of a second adsorption at 300 nm. The attraction of the drug to the polysaccharide macromolecule due to functional groups causes changes in the electron density of both the chitosan and the L-thyroxine molecule. In our opinion, the method we have used to increase the effectiveness of L-thyroxine, which is widely used in the treatment of hypothyroidism, will increase the possibility of its application to humans in the future to solve this problem.

Keywords: chitosan; levothyroxine; immobilized; interaction; toxicity; in vivo; mice.

L-TİROKSİN İMMOBİLİZƏ OLUNMUŞ XİTOZANIN TOKSİKLİYİNİN TƏDQIQI VƏ PREPARAT-POLİMER QARŞILIQLI TƏSİRİNİN TƏBİƏTİ

Samirə Səfəraliyeva

AMEA akad. M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu, Nanostrukturlaşdırılmış metal-polimer katalizatorları laboratoriyası, elmi işçi, E-mail: safaraliyeva2017@mail.ru

XÜLASƏ

Məlumdur ki, zob xəstəliyi son illərdə bütün dünya ölkələrində olduğu kimi bu bölgələrdə də zob xəstəliklərinin sayı artmışdır. Zob əməliyyatından sonra hormon əvəzedicisi kimi müalicə məqsədilə L-tiroksin preparatından istifadə edilir. L-tiroksin preparatının tərkibi tiroksin



hormonunun sintetik əvəzedicisi olan levotiroksinin natrium duzundan ibarətdir. Preparatın tez-tez qəbulu isə onun yan təsirlərin artması ilə müşayiət olunur. Bu baxımdan qanda preparatın uzun müddət müalicəvi qatılığını tənzimləyən və yan təsirləri azaldılmış yeni formalarını yaratmaq lazımdır. Bu mərhələdə polimer daşıyıcıların çox böyük rolu var. Bu çatışmazlıqların aradan qaldırılması məqsədilə son illərdə təbii və sintetik polimerlər əsasında hidrogellərin alınması və onlara dərman preparatlarının immobilizə olunması və lazımi orqanlara çatdırılması müasir kimya və tibb sahəsində geniş yer tutur. Belə ki, aktiv preparatın polimer daşıyıcıya bərkidilməsi onun qan dövranındakı dövr etmə ömrünü və müalicə qatılığını təsir dozasında saxlayır. Ədəbiyyat araşdırmalarına görə L-tiroksinin polimerlər ilə birlikdə istifadə edilməsi ilə bağlı çox aztədqiqat işləri məlumdur. Tədqiqatda L-tiroksin preparatının bioaktiv polimer olan xitozan ilə kompleksinin farmakoloji əsasları araşdırılmış, biopolimerin və preparatın miqdarının onun təsir müddətinə təsiri öyrənilmiş, L-tiroksin preparatının xitozan polimeri ilə birləşməsinin hipotireozun müalicəsi istiqamətində istifadəsinin mümkünlüyü və əldə olunan L-tiroksin konyukatinin toksikliyi araşdırılmışdır. L-tiroksin ilə xitozan arasında qarşılıqlı təsirə səbəb olan fiziki və kimyəvi əlaqələrin təbiəti nümunələrin infraqırmızı spektroskopiyaya üsulu ilə identifikasiya edilmişdir. Nümunələr-xitozan və xitozanın L-tiroksin ilə kompleksinin spektrləri $4000-400\text{ sm}^{-1}$ oblastında Nicolet 6700 (ABŞ) cihazında qeydə alınmışdır. Nümunələrin duru məhlullarının yüksək həssaslı metod olan molekulyar elektron spektrləri UV-Vis cihazında $180-600\text{ nm}$ oblastında müqayisə edilmişdir.

Qələvi şəraitdə deasetilləşmə reaksiyası ilə xitindən əldə edilən kationit tip polimer olan xitozan aşağı toksiklikliyi, antioksidant, antibakterial, antifungal və iltihab əleyhinə xüsusiyyətləri ilə fərqlənir. Xitozan xətti quruluşlu kationit tip poliaminosaxarid olub xitin deasetilləşməsindən alınır. Xitin isə bəzi xitin təbəqəsi olan molyuska, xərcəngkimilər, həşəratlardan ayrılır. Xitozan β -(1,4)-2-amino-2-deoksi-D-qlükozamin və β -(1,4)-N-asetil D-qlükozamin qalıqlarından qurulmuşdur. Hormon əvəzedicisi olan L-tiroksin tərkibində $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$ və $-\text{OH}$ qrupu ilə yanaşı 4 ədəd $-\text{J}$ qrupu saxlayan kimyəvi reaksiyaya qabil mürəkkəb quruluşlu üzvi maddədir.

İlkin doza olaraq 5 mq/kg dozada L-tiroksin/polimer birləşməsinin toksikliyi öyrənilmişdir. Tətbiqdən 2 saat sonra heyvanlarda sedasiya, qruplaşma və qürminq müşahidə olunmuşdur. Təcrübə zamanı siçanların durumu, davranışı, lokomasiya, və qürminq reaksiyaları nəzarətdə saxlanılmışdır. Nəticələrə əsasən L-tiroksin/polimer kompleksinin tətbiqi heç bir sedasiyaya səbəb olmamış, toksik olmadığı sübuta yetirilmişdir. İlkin olaraq qarışıq heyvanlara yeridildikdə onlarda zəhərlənmə müşahidə olunmuşdur. Bunun üçün həlledici olaraq CH_3COOH deyil, mədə şirəsindən istifadə olunmuşdur. Eksperiment zamanı L-tiroksin preparatını 0.4 ml mədə şirəsində həll olmuş məhlulu heyvanların qarın boşluğuna yeridilmiş və 5-10 dəqiqədən sonra onlarda ciddi mənfi reaksiyalar qeyd olunmamışdır. Heyvanlarda sedasiya, qruplaşma və lokomasiya üstünlük təşkil edirdi.

Xitozan ilə L-tiroksin qarışığının spektrində isə 1643 və 1584 sm^{-1} adsorbsiya zolaqları kimyəvi sürüşməyə məruz qalmış və uyğun olaraq 1635 və 1544 sm^{-1} oblastında müşahidə olunmuşlar. 3500 sm^{-1} ətrafı geniş adsorbsiya zolağının müşahidə olunması sistemdə hidrogen rabitələrinin artması ilə əlaqədardır. 1544 sm^{-1} -də yüksək intensivlikli pik müşahidə olunur ki, bu isə elektrostatik qarşılıqlı təsiri ehtiva edir. 1397 sm^{-1} oblastındakı dəyişiklikə məruz qalan pik xitozan-L-tiroksin kompleksini xarakterizə edir hansı ki, preparat ilə xitozan arasında qarşılıqlı təsiri göstərir.

Yüksək həssaslı metodu tətbiq etməklə bu polisaxarid makromolekulunda baş verən dəyişikliyi müəyyən etmək mümkün olmuşdur. L-tiroksinin UB spektrində 208 nm ətrafında



deasetilləşməmiş fraqmentlərə aid $>C=O$ karbonil qruplarına xarakterik pik müşahidə olunur. Dərman maddəsinin polisaxarid makromolekulu ilə funksional qruplar hesabına yaxınlaşması həm xitozanın, həm də L-tioksinsin molekulunun elektron sıxlığının dəyişməsinə səbəb olur. Xitozanın sistemə daxil olması zəncirdə karbonil qruplarındakı elektron sıxlığına xas udulmanı göstərən intensiv pikin müşahidə olunması ilə nəticələnir. Xitozan ilə L-tioksinsin preparatı arasındakı kimyəvi əlaqələnmə nümunənin molekulyar elektron spektrinə təsir edir.

Açar sözlər: xitozan; levotiroksinsin; immobilizə; qarşılıqlı təsir; toksiklik; in vivo; siçanlar.

Giriş: Məlumdur ki, zob xəstəliyi ölkəmiz üçün aktual problemlərdən biridir və Respublikamızın bir sıra dağ və dağətəyi bölgələri (Naxçıvan, Şəki, Qax, Oguz, Qəbələ, Zaqatala, Balakən) endemik ur bölgələridir. Son illərdə bütün dünya ölkələrində olduğu kimi bu bölgələrdə də zob xəstəliklərinin sayı artmışdır. Zob əməliyyatından sonra hormon əvəzedicisi kimi müalicə məqsədilə L-tioksinsin preparatından istifadə edilir. L-tioksinsin preparatının tərkibi tiroksinsin hormonunun sintetik əvəzedicisi olan levotiroksinsin natrium duzundan ibarətdir [1-3]. Preparatın mədə bağırsaq traktından absorbsiyası 48-79% təşkil edir. Plazmada onun maksimal miqdarına təxminən 6 saat sonra nail olunur. Əsasən plazma zülalları ilə birləşmiş şəkildə daşınan levotiroksinsin qaraciyərdə, beyində və əzələlərdə sərf olunur. Müxtəlif toxumalarda natrium-levotiroksinsin təxminən 80%-nin monodeyodinasiyası triyodtironin və aktiv olmayan məhsulların əmələ gəlməsi ilə baş verir. Preparatın yarımparçalanma dövrü 6-7 gündür. Qəbul edilən preparatın təxminən 15%-i böyrəklər və öd ilə dəyişməmiş formada və konyuqatlarla birləşmiş şəkildə xaric olur [4]. Bu preparat isə sonradan bir çox çətinliklər yaradır. Preparatın tez-tez qəbulu isə onun yan təsirlərin artması ilə müşayiət olunur. Bu baxımdan qanda preparatın uzun müddət müalicəvi qatılığını tənzimləyən və yan təsirləri azaldılmış yeni formalarını yaratmaq lazımdır. Bu mərhələdə polimer daşıyıcıların çox böyük rolu var [5].

Adətən dərman preparatları xəstə orqanlara təsir etməklə yanaşı, orqanizmin digər hissələrinə də əlavə təsir edərək, kəskin zəhərlənmə, allergiya və kanserogen təsir də göstərilir. Bütün bunlar orqanizmə mənfi təsir edərək, müalicə effektivini azalda bilər. Bundan başqa dərman maddələri orqanizmdən tez yuyularaq xaric olunur. Bu çatışmazlıqların aradan qaldırılması məqsədilə son illərdə təbii və sintetik polimerlər əsasında hidrogellərin alınması və onlara dərman preparatlarının immobilizə olunması və lazımi orqanlara çatdırılması müasir kimya və tibb sahəsində geniş yer tutur [6,13].

Məsələnin qoyuluşu: Mədə-bağırsaq traktında bəzi dərmanların stabilliyinin itirilməsi kimi problemlərini aradan qaldırmaq, dərmanın sorulmasına nəzarət etmək, transmukozal absorbsiyanı artırmaq və həmçinin dərmanın təsir effektivliyini artırmaq üçün fərqli strategiyalar tətbiq edilməkdədir. Belə ki, aktiv preparatın polimer daşıyıcıya bərkidilməsi onun qan dövranındakı dövr etmə ömrünü və müalicə qatılığını təsir dozasında saxlayır. Bu məqsədlə tədqiqat işində L-tioksinsin xitozan polimeri ilə birləşməsindən ibarət olan L-tioksinsin polimerindən istifadə olunmuş, tətbiq olunan yeni preparat formasının toksikliyi siçanlar üzərində yoxlanılmışdır.

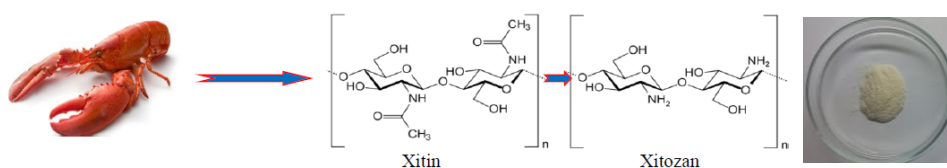
Ədəbiyyat araşdırmalarına görə L-tioksinsin polimerlər ilə birlikdə istifadə edilməsi ilə bağlı çox az tədqiqat işləri məlumdur. Tədqiqatda L-tioksinsin preparatının bioaktiv polimer olan xitozan ilə kompleksinin farmakoloji əsasları araşdırılmış, biopolimerin və preparatın miqdarının onun təsir müddətinə təsiri öyrənilmiş, L-tioksinsin preparatının xitozan polimeri ilə birləşməsinin hipotireozun müalicəsi istiqamətində istifadəsinin mümkünlüyü və əldə olunan L-tioksinsin konyukatının toksikliyi araşdırılmışdır.



Həll üsulları: Analitik tərəzidə 8 mq L-tiroksin toz şəklində çəkilib üzünə 19 ml spirt əlavə edilir (A məhlulu). Qarışıq tam həll olandan sonra A məhlulundan 1 ml götürüb üzünə 16 ml spirt əlavə edilib durulaşdırılır (B məhlul). Polimer kimi 5 mq xitozan analitik tərəzidə çəkilib 2 ml-lik buksə tökülür və üzünə 1.5 ml B məhlulu əlavə olunur. 24 saat otaq temperaturunda saxlanılır və növbəti gün üzünə 1 ml su və 1 ml mədə şirəsi əlavə edilərək qarışıq tam həll edilir. L-tiroksin polimer birləşməsinin 5 mq/kq dozada toksikliyi olmaması maddənin 10 mq/kq dozada da siçanlarda dözümlülüynün öyrənilməsi zəruriyyətini yaratdı. Bu məqsədlə 0.8 ml L-tiroksin 10 mq/qr xitozan məhlulunda immobilizə edilir. Qarışığın tam həll olması üçün üzünə 1 ml CH_3COOH əlavə edilir. Təcrübədə heyvanlar 4 qrupa bölünmüşlər. 1-ci qrupa (nəzarət qrupuna) aid olan heyvanlara 0.4 ml 0.9% li NaCl məhlulu yeridilmişdir. 2-ci qrupa L-tiroksin polimer (0.0004 qr), 3-cü qrupa 0.6 ml L-tiroksin polimer (0.0008 qr) artan dozalarda 10 ml suda həll etdikdən sonra alınan məhlul şəklində heyvanlara yeridilmiş və siçanların davranışı izlənilmişdir.

L-tiroksin ilə xitozan arasında qarşılıqlı təsirə səbəb olan fiziki və kimyəvi əlaqələrin təbiəti nümunələrin infraqırmızı spektroskopiyaya üsulu ilə identifikasiya edilmişdir. Nümunələr-xitozan və xitozanın L-tiroksin ilə kompleksinin spektrləri $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$ oblastında Nicolet 6700 (ABŞ) cihazında qeydə alınmışdır. Nümunələrin duru məhlullarının yüksək həssaslı metod olan molekulyar elektron spektrləri UV-Vis cihazında $180\text{--}600\text{ nm}$ oblastında müqayisə edilmişdir.

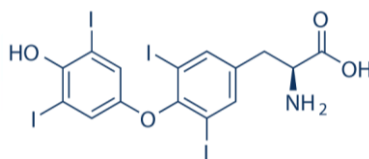
Nəticə: Qələvi şəraitdə deasetilləşmə reaksiyası ilə xitindən əldə edilən kationit tip polimer olan xitozan aşağı toksiklikliyi, antioksidant, antibakterial, antifungal və iltihab əleyhinə xüsusiyyətləri ilə fərqlənir [7]. Son illərdə xitozanın yara da daxil olmaqla geniş çeşidli əczaçılıq, biotibbi və biotexnoloji sahələrdə istifadəsinin artmasını göstərən tədqiqat işlərinə rast gəlinir [8]. Xitozan xətti quruluşlu kationit tip poliaminosaxarid olub xitin deasetilləşməsindən alınır. Xitin isə bəzi xitin təbəqəsi olan molyuska, xərcəngkimilər, həşəratlardan ayrılır. Xitozan $\beta\text{-(1,4)-2-amino-2-deoksi-D-qlükozamin}$ və $\beta\text{-(1,4)-N-asetil D-qlükozamin}$ qalıqlarından (Şəkil 1) qurulmuşdur [9].



Şəkil 1. Xitin və xitozanın kimyəvi strukturu

Toksiki olmaması, biodegradasiya və sümük adgeziyası xitozanın biotexnologiyada gen və dərman immobilizə olunmasında, eləcə də antibakterial metal nanohissəciklərinin stabilləşdirilməsində tətbiqinə əsas verir [10].

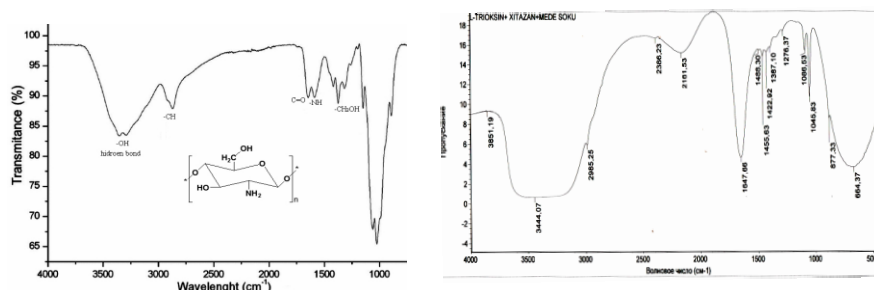
Hormon əvəzedicisi olan L-trioksin tərkibində -NH_2 , -COOH və -OH qrupu ilə yanaşı 4 ədəd -J qrupu saxlayan kimyəvi reaksiyaya qabil mürəkkəb quruluşlu üzvi maddədir (Şəkil 2) [11].



Şəkil 2. L-trioksinin kimyəvi quruluşu

Tədqiqatda hipotireoz modeli fonunda aparılmış müxtəlif dozada levotiroksin/polimer ilə müalicənin təsirinin eksperimentdə tədqiqi və alınmış nəticələr haqqında məlumat verilmişdir. Bu məqsədlə 80 baş (18-22 q) cinsi xətti bəlli olmayan ağ siçanlar üzərində 8 qrupda, hər qrupda 6 ədəd ağ siçan olmaqla tədqiqatlar aparılmış, maddələri yeritməklə onların kəskin toksikliyi öyrənilmişdir. İlk doza olaraq 5 mq/kg dozada L-tiroksin/polimer birləşməsinin toksikliyi öyrənilmişdir. Tətbiqdən 2 saat sonra heyvanlarda sedasiya, qruplaşma və qürminq müşahidə olunmuşdur. Təcrübə zamanı siçanların durumu, davranışı, lokomasiya, və qürminq reaksiyaları nəzarətdə saxlanılmışdır. Nəticələrə əsasən L-tiroksin/polimer kompleksinin tətbiqi heç bir sedasiyaya səbəb olmamış, toksik olmadığı sübuta yetirilmişdir. İlk olaraq qarışıq heyvanlara yeridildikdə onlarda zəhərlənmə müşahidə olunmuşdur. Bunun üçün həlledici olaraq CH_3COOH deyil, mədə şirəsindən istifadə olunmuşdur. Eksperiment zamanı L-tiroksin preparatını 0.4 ml mədə şirəsində həll olmuş məhlulu heyvanların qarın boşluğuna yeridilmişdir. Öyrənilən preparat/xitozan qarışımı 3-cü qrupda 0.6 ml L-tiroksin/polimer (0.0006 mq), və 4-cü qrupda 0.8 ml L-tiroksin/polimer (0.0008 mq) artan dozalarda siçanlara yeridilmiş və 5- 10 dəqiqədən sonra onlarda ciddi mənfi reaksiyalar qeyd olunmamışdır. Heyvanlarda sedasiya, qruplaşma və lokomasiya üstünlük təşkil edirdi.

Xitozan makromolekulu ilə L-tiroksin arasında homogen sistem yaradılan zaman təbii ki, onları təşkil edən kimyəvi funksional qruplar arasında qarşılıqlı təsir baş verir. Hansı ki, bu qarşılıqlı təsir sistemin kompleks halında mövcudluğunu təmin edir və xassələrin birlikdə effektivliyinə gətirib çıxarır. Polimer ilə L-tiroksin arasındakı qarşılıqlı əlaqənin tipi xassələri tənzimləməyə imkan verir ki, bu baxımdan obyektlərin İQ spektrini (Şəkil 3) təhlil etmək zəruridir. Hər iki maddənin tərkibinə nəzər salsaq kimyəvi rabitə yaradacaq aktiv funksional qrupları müəyyən edə bilərik. Xitozan üçün bunlar $-\text{NH}_2$, $-\text{CH}_2\text{OH}$, $-\text{OH}$ və müəyyən qədər $\text{C}=\text{O}$ və $-\text{NH}-$ qruplarıdır.

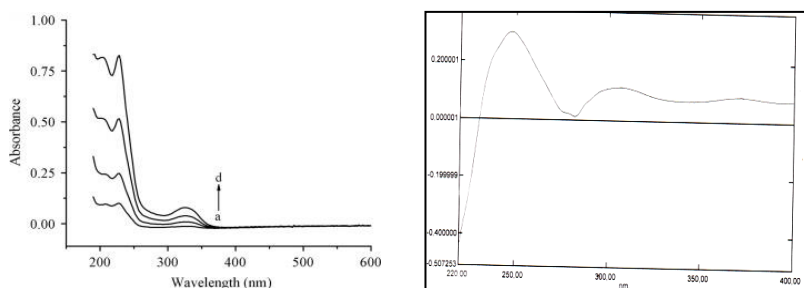


Şəkil 3. Xitozan və L-tiroksin/xitozan kompleksinin İQ spektri



Spektrdə xitozan üçün 3354 və 3294 cm^{-1} oblastında uyğun olaraq O-H və N-H qrupları üçün rabitələrin vibrasiyasına xas piklər görünür. 2876 cm^{-1} -dəki adsorbsiya zolağı alifatik C-H rabitəsinin kimyəvi sürüşməsini, 1643 və 1584 cm^{-1} oblastındakı piklər uyğun olaraq C=O və N-H rabitəsinə, 1419 , 1376 və 1318 cm^{-1} intensivlikləri isə alifatik C-H kimyəvi rabitəsinə, 1061 və 1026 cm^{-1} adsorbsiya zolağı isə C-O rabitəsinə xasdır [12]. Xitozan ilə L-tiroksin qarışığının spektrində isə 1643 və 1584 cm^{-1} adsorbsiya zolaqları kimyəvi sürüşməyə məruz qalmış və uyğun olaraq 1635 və 1544 cm^{-1} oblastında müşahidə olunmuşlar. 3500 cm^{-1} ətrafı geniş adsorbsiya zolağının müşahidə olunması sistemdə hidrogen rabitələrinin artması ilə əlaqədardır. 1544 cm^{-1} -də yüksək intensivlikli pik müşahidə olunur ki, bu isə elektrostatik qarşılıqlı təsiri ehtiva edir. 1397 cm^{-1} oblastındakı dəyişikliyə məruz qalan pik xitozan-L-tiroksin kompleksini xarakterizə edir hansı ki, preparat ilə xitozan arasında qarşılıqlı təsiri göstərir.

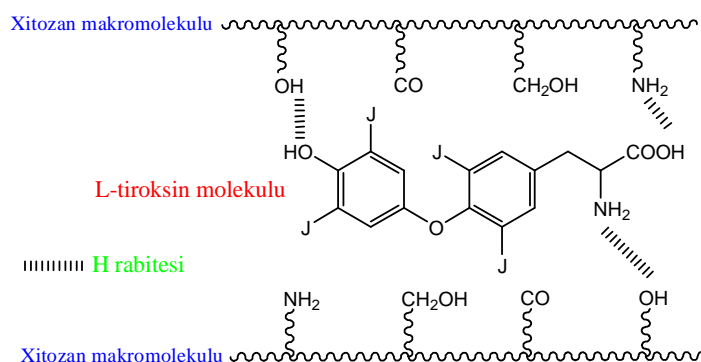
Bu tip qarşılıqlı təsirin mexanizmi və məhsulun molekulyar strukturu UV-Vis elektron spektroskopiyaya üsulu ilə də təsdiq edilmişdir (Şəkil 4). Yüksək həssaslı metodu tətbiq etməklə bu polisaxarid makromolekulunda baş verən dəyişikliyi müəyyən etmək mümkün olmuşdur. Nümunələrin cüzi həll olmuş 0.01 - 0.001% -li məhlulları hazırlanmış, ultrabənövşəyi zonada tədqiqi aparılmış və elektron spektrləri qeydə alınmışdır.



Şəkil 4. L-tiroksin məhlulunun və xitozan/L-tiroksin kompleksinin UV-Vis spektri

L-tiroksinin UV spektrində 208 nm ətrafında deasetilləşməmiş fraqmentlərə aid $>\text{C}=\text{O}$ karbonil qruplarına xarakterik pik müşahidə olunur. Dərman maddəsinin polisaxarid makromolekulu ilə funksional qruplar hesabına yaxınlaşması həm xitozanın, həm də L-tiroksin molekulyarının elektron sıxlığının dəyişməsinə səbəb olur. Göründüyü kimi xitozan makromolekuluna xarakterik 250 nm ətrafında intensiv pik müşahidə olunur ki, nəticədə zəncirlərdə elektron sıxlığı dəyişir. Bu özünü spektrin formasında dəyişikliyə gətirib çıxarır. Belə ki, 200 - 300 nm oblastında enli adsorbsiya zolağının əmələ gəlməsinə səbəb olur. L-tiroksinin UV-Vis spektrinə nəzər yetirsək 208 - 265 nm aralığında xarakterik kiçik intensivlikli zolaq müşahidə olunur ki, bu da aromatik nüvəyə yaxud fenil qrupuna aiddir. Bundan başqa C-J qrupuna aid 260 nm -də olan adsorbsiya zolağının digər – COOH və $>\text{C}=\text{O}$ qruplarının udma zolaqları birlikdə eyni oblasta daxil olaraq enli spektr əmələ gətirməsi həm immobilizə olunmanı, həm də qarşılıqlı təsiri göstərir. Həmçinin *xitozan-L-tiroksinin* UV-Vis spektrində 300 nm ətrafında enli udma zolağının formalaşması baş verir hansı ki, bu zolaq xitozanda müşahidə olunmur. Bu preparat ilə *xitozan* arasında funksional qrupların güclü qarşılıqlı əlaqədə olduğunu sübut edir. UV-Vis spektrdə batoxrom və hipsoxrom effektlərlə müşahidə olunan belə kimyəvi sürüşmələr dərman maddələri ilə polimer makromolekulları arasında hidrogen rabitəsi ilə yanaşı, elektrostatik cəzbətmə qüvvələrinin də baş verməsi ilə də

əlaqədardır. Bu tip kimyəvi sürüşmələr əsasən hidrogen rabitəsinə xarakterikdir və əldə olunan nəticələrə əsasən xitozan makromolekulu ilə L-tioksosin molekulu arasındakı qarşılıqlı təsiri sxematik olaraq aşağıdakı kimi təsvir etmək olar.



Şəkil 5. L-tioksosin ilə xitozan makromolekulu arasındakı hidrogen rabitəsinin sxematik təsviri

Bu həm spektrin formasının dəyişilməsində, həm də 300 nm-də ikinci adsorbsiya udulmasının meydana gəlməsində özünü göstərir. Xitozanın sistemə daxil olması zəncirdə karbonil qruplarındakı elektron sıxlığına xas udulmanı göstərən intensiv pikin müşahidə olunması ilə nəticələnir [14-16]. Xitozan ilə L-tioksosin preparatı arasındakı kimyəvi əlaqələnmə nümunənin molekulyar elektron spektrinə təsir edir.

Xülasə: Yeni sintez edilmiş L-tioksosin polimer birləşməsini siçanların qarın boşluğuna yeritdikdən sonra ilk saatlarda heç bir ciddi reaksiya müşahidə olunmamışdır. Bir-iki saatdan sonra heyvanlarda sedasiya, qruplaşma və qürminq müşahidə olunmuşdur. Siçanlar su və qidanı sərbəst qəbul etdikdən sonra gün ərzində normal vəziyyətdə qalmış, davranış, lokomosiya və qürminq reaksiyaları pozulmamışdır. Müasir üsullardan istifadə edilməklə əldə olunan xitozan/L-tioksosin formulu heyvanlarda kənar təsir nümayiş etdirməməsi preparatın toksiki təsirinin olmadığını sübut edir. Fikrimizcə, hipotireozun müalicəsində geniş istifadə olunan L-tioksosin preparatının təsir effektivliyini artırmaq məqsədilə tətbiq etdiyimiz metodika gələcəkdə bu problemin həllində insanlar üzərində tətbiq edilmə imkanlarını artıracaq.

Dəstək: Təqdim olunan elmi tədqiqat işi Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun “Qrant № EIF-GAT-5-2020-3(37)-12/04/4-M-04” maliyyə yardımı ilə yerinə yetirilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Fliers E, Demeneix B, Bhaseen A, Brix T.H. European Thyroid Association (ETA) and Thyroid Federation International (TFI) joint position statement on the inter- changeability of levothyroxine products in EU countries. Eur Thyroid J., 2018, 7, p.238–242.
2. Jonklaas J, Bianco A.C, Bauer A.J, Burman K.D, Cappola A.R, Celi F.S, Cooper D.S, Kim B.W, Peeters R.P, Rosenthal M.S, Sawka A.M. American Thyroid Association Task Force on Thyroid Hormone Replacement, Guidelines for the treatment of hypothyroidism:



- prepared by the American Thyroid Association task force on thyroid hormone replacement. *Thyroid* 2014, 24, p.1670–1751.
3. Brix K, Qatato M, Szumska J et al. “Thyroglobulin Storage, Processing and Degradation for Thyroid Hormone Liberation”. “In” Luster M, Duntas LH, Wartofsky L, Hrsg. *The Thyroid and Its Diseases: A Comprehensive Guide for the Clinician*. Cham: Springer International Publishing; 2019, p.25–48.
 4. Tanguay M, Girard J, Scarsi C, Mautone G, Larouche R. Pharmacokinetics and comparative bioavailability of a thyroxine sodium oral solution and soft capsule. *Clin Pharm. Drug Dev.* 2019; 8:521–8.
 5. Sh.Z. Tapdigov, S.F. Safaraliyeva, P. Theato, N.A. Zeynalov, D.B. Tagiyev, M.G. Raucci, and M.X. Hasanova. Synthesis of N,N-Diethyl, N-Methyl Chitosan Chloride with Certain Quaternization Degree and Molecular Spectroscopic and Thermo-Morphological Study of the Alkylation. *Journal of Biomimetics, Biomaterials and Biomedical Engineering*, 2018, Vol. 39, pp 77-88.
 6. Sarkar, Sanjib; Das, Dibyendu; Dutta, Prachurjya; Kalita, Jatin; Wann, Sawlang Borsingh; Manna, Prasenjit. Chitosan: A promising therapeutic agent and effective drug delivery system in managing diabetes mellitus. *Carbohydrate Polymers*, 2020, 116594.
 7. Lingyun, C. Synthesis and pH sensitivity of carboxymethyl chitosan based polyampholyte hydrogel for protein carrier matrices / Zhigang, T., Yumin, D. // *Biomaterials*, - 2004, 25, -p.3725–3732.
 8. Davis, K.A. Controlled release from crosslinked degradable networks / Anseth, K.S. // *Critical Review Therapeutic Drug Carrer Systems* // 2002, 19, -p.385–423.
 9. Kumar, M.N.V.R. Chitosan chemistry and pharmaceutical perspectives / Muzzarelli, R.A.A., Muzzareilli, C. [et al.] // *Chemical Review*, - 2004, 104, - p.6017–684.
 10. Roberts, G. Chitin Chemistry. –Springer, - 1992, - p. 350.
 11. Hennessey, J.V. The emergence of levothyroxine as a treatment for hypothyroidism // *Endocrine*, - 2017, 55, - p.6–18.
 12. Peers, S.; Montembault, A.; Ladavière, C. Chitosan hydrogels for sustained drug delivery. *Journal of Controlled Release*, 2020, (326), p.150-163.
 13. Sh.Z. Tapdigov. A Drug-Loaded Gel Based on Graft Radical co-Polymerization of N-Vinylpyrrolidone and 4-Vinylpyridine with Chitosan. *Cellulose Chemistry and Technology*, 2020, Vol. 54 (5-6), p.429-438.
 14. Sh.Z. Tapdigov, N.A. Zeynalov, S.F. Humbatova, J.A. Nagiev, A. Isazadeh, M. Hasanova, S. Safaraliyeva. Content of arabinogalactan from cherry gum (*prunus avium*) and as a polymer carrier for immobilization of trypsin // *Asian Journal of Chemistry*, 2015, vol.28, No 1, p.189-193.
 15. S.F. Humbatova, Sh.Z. Tapdigov, N.A. Zeynalov, D.B. Taghiyev, S.M. Mammedova. Chitosan Polymer Composite material Containing of Silver Nanoparticle // *Digest J. of nanomaterials and Biostructures*, 2016, V.11, No1, p.39-44.
 16. Sh.Z. Tapdigov. The bonding nature of the chemical interaction between trypsin and chitosan based carriers in immobilization process depend on entrapped method: A Review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2021, Vol.183, p.1676-1696.

INVESTIGATION OF CARBON GAS IN OIL TRANSFORMERS

¹Vahid Bodurov, ²Maryam Giyasi Atrafi

¹CBM Engineering, Field service engineer, master student of “Electromechanical” chair,

Email: vbodurov@cbmes.com,

²Azerbaijan State Oil Industry University, Assistant, Ph.D. student of “Electromechanical” chair,

Email: maryam.etrafigiyasi.e@asoiu.edu.az,

ABSTRACT

By their structure and design, transformers are devices that are reliable in operation and easy to maintain. In the operation of transformers, the main factors are timely inspection, performance of current and major repairs, as well as the necessary preventive tests. One of the important conditions for the correct use of this device is the correct introduction of the temperature regime and observance to the allowed overloading.

Monitoring the condition of the oil is fundamental to the correct operation of the transformer. During the period of use, the oil ages and it loses its original properties. In addition to the deterioration of the properties of the oil due to aging, there is also a change in its properties under abnormal operating conditions of the transformer. So with local heating, build-up of insulation between the steel sheets of the magnetic circuit, poor contact in the tap changer or at the winding terminals under the transformer cover, and with turn short circuits in the windings, oil decomposes.

Transformer oil has at least three functions in transformers. Task of transformer oil in oil-filled transformers cooling function, extinguishing the arc, and providing insulation is the main [1].

The appearance of defects caused by both electrical and thermal faults is accompanied by the formation of gases, and their further dissolution in transformer oil. In addition to normal operation, during the operation of the transformer, local thermal overheating (of an insulated conductor, core, etc.) and electrical discharges (partial, spark and arc discharges) can occur. Such defects lead to the destruction of insulation, physical wear and tear, and irreversible damage to the active part of the transformer.

To determine the state of oil-filled electrical equipment, gases are used: hydrogen (H₂), methane (CH₄), ethane (C₂H₆), ethylene (C₂H₄), acetylene (C₂H₂), carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂). In addition to the above gases, oxygen (O₂) and nitrogen (N) are also present, and their concentration varies depending on the tightness of the transformer tank and gases such as propane, butane, butene and others can be released. The study of these gases for diagnostic purposes is not widespread [2].

In this regard, the method of analysis of gases dissolved in oil (DGR) has proven itself all over the world. The main advantage of this method is the timely diagnosis of the malfunction, identification of the nature and control of the defect, which leads to lower economic costs and time savings. Fault diagnostics can be performed using various methods, such as: the ratio of pairs of gas concentrations using the Duval triangle, Japanese ETRA, monogram method, etc. The most important tool for diagnosing the condition of a transformer is observing the evolution of gases by comparing different analyzes of the amount of dissolved gases and understanding this information.



The Duval Triangle Method is based on the existing IEC 60599 Gas Ratio Method. Within this triangle there are six potential damage zones. Zones include partial discharges, electrical and thermal damage. The use of this triangle method is based on three main gases (CH_4 , C_2H_4 and C_2H_2). Firstly the concentration levels of these gases are calculated. Then lines are drawn along three sides of an equilateral triangle: on each side, the relative value of a certain gas is laid, which can vary from 0 to 100% clockwise. The sum of the values of the concentrations of these gases is taken as 100. When drawing the boundaries of the zones of defects, the lines are drawn parallel to the lagging side of the triangle. The considered method not only clearly shows the "location" of the defect, but also allows you to observe the trajectory of its development [3].

The oil analysis results reflect the overall condition of the transformer. For this analysis, the oils are sent to a laboratory for testing. The most important indicators are the rate of formation of the total amount of combustible gases and individual gases. Carrying out timely sampling makes it possible to track the dynamics of malfunctions and take appropriate decisions in time.

To obtain more reliable results, you must follow the sampling rules, store the samples and transport the samples to the analysis site correctly.

Some gases dissolved in transformer oil (ethylene and acetylene) may indicate overheating in the contacts of switching devices, heating of the shield attachment points and bushing pins, short-circuiting of the winding conductors and other defects.

The main goal of this article is to solve the problem associated with the extraction of hydrocarbon gases from oil, and to correct the interpretation based on the obtained data [4].

Keywords: DGR, Duval triangle, transformer oil, gas discharges.

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ В МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ

¹Вахид Бодуров, ²Марьям Гияси Атрафи

¹CBM Engineering, Инженер по эксплуатации, магистр каф. «Электромеханика», Email: vbodurov@cbmes.com,

²Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Ассистент, докторант каф. «Электромеханика», Email: maryam.etrafigiyasi.e@asoju.edu.az,

РЕЗЮМЕ

Трансформаторы по своему строению и конструкции являются аппаратами, надежными в работе и удобными в обслуживании. В эксплуатации трансформаторов основными факторами являются своевременный осмотр, выполнение текущих и капитальных ремонтов, а также необходимые профилактические испытания. Одним из важных условий правильного использования этого аппарата является правильное введение температурного режима и соблюдение допускаемых перегрузок.

Основное значение в правильной эксплуатации трансформатора имеет наблюдение за состоянием масла. В период использования происходит старение масла, и оно теряет свои первоначальные свойства. Кроме ухудшения свойств масла из-за старения, наблюдается также изменения его свойств при ненормальных режимах работы трансформатора. Так при местных нагревах, наращении изоляции между стальными листами магнитопровода,



плохом контакте в переключателе ответвлений или на выводах обмоток под крышкой трансформатора и при витковых замыканиях в обмотках происходит разложение масла.

Трансформаторное масло выполняет, как минимум, три функции в трансформаторах. Функция охлаждения, гашения дуги, и обеспечения изоляции является главной задачей трансформаторного масла в маслонаполненных трансформаторах. [1]

Появление дефектов вызванные как электрическими, так и термическими неисправностями сопровождается образованием газов, и в дальнейшем растворением их в трансформаторном масле. Помимо нормального режима работы, в ходе эксплуатации трансформатора могут возникать локальные термические перегревы (изолированного проводника, сердечника и т.д.) и электрические разряды (частичные, искровые и дуговые разряды). Такие дефекты приводят к разрушению изоляции, физическому износу и необратимому повреждению активной части трансформатора.

Для определения состояния маслонаполненного электрооборудования используются газы: водород (H_2), метан (CH_4), этан (C_2H_6), этилен (C_2H_4), ацетилен (C_2H_2), угарный газ (CO), углекислый газ (CO_2). Кроме вышеперечисленных газов, также присутствуют кислород (O_2) и азот (N), а их концентрация изменяется в зависимости от герметичности бака трансформатора и могут выделяться такие газы как пропан, бутан, бутен и другие. Исследование этих газов в диагностических целях не получило широкого распространения [2].

Внимательное обследование растворенных в масле газов, а также других свойств масла, дает наиболее точную и подробную информацию о состоянии трансформатора. В связи с этим, во всем мире зарекомендовала себя методика анализа растворенных в масле газов (АРГ). Основным преимуществом такого метода является своевременная диагностика неисправности, выявления природы и контроль дефекта что приводит к меньшим экономическим затратам и экономии времени. Диагностика неисправностей может производиться по различным методикам, такие как: отношение пар концентраций газов использование треугольника Дюваля, японского ETRA, монограммный метод и т.д. Важнейшим инструментом диагностики состояния трансформатора является наблюдение за эволюцией газов путем сравнения разных анализов количества растворенных газов и понимание этой информации.

Метод треугольника Дюваля разработан на основе существующего метода соотношений газов IEC 60599. Внутри этого треугольника есть шесть потенциальных зон повреждений. Зоны включают в себя частичные разряды, электрические и тепловые повреждения. Использование этого метода треугольника основано на трех основных газах (CH_4 , C_2H_4 и C_2H_2). Сначала рассчитывают уровни концентрации этих газов. Потом проводят линии вдоль трех сторон равностороннего треугольника: на каждой стороне откладывают относительное значение определенного газа, которое может меняться от 0 до 100 % по часовой стрелке. При условии что сумма значений концентраций этих газов принимается за 100. При нанесении границ зон дефектов линии проводятся параллельно отстающей стороне треугольника. Рассматриваемый метод не только наглядно показывает «расположение» дефекта, также позволяет наблюдать за траекторией его развития [3].

Результаты анализа масла отражает состояние трансформатора в целом. Для этого анализа образцы масел отправляют в лабораторию на испытания. Наиболее важными индикаторами являются скорость образования общего количества горючих газов и отдельных газов.



Проведение своевременного отбора проб дает возможность проследить за динамикой неисправностей и вовремя принять соответствующие меры.

Некоторые газы, растворенные в трансформаторном масле (этилен и ацетилен), могут свидетельствовать о перегревах в контактах переключающих устройств, нагреве мест крепления электростатического экрана и шпилек проходных изоляторов, замыкании проводников обмотки и других дефектах.

Для получения более достоверных результатов нужно следовать правилам отбора проб, хранить пробы правильно и выполнить транспортировку проб в место проведения анализа.

По сравнению с другими методами преимуществом этого метода является то, что образцы можно отобрать в любое время, то есть под напряжением.

Основной целью, данной статьи является решение проблемы, связанные с экстракцией углеводородных газов из масла, и коррекцией интерпретации по полученным данным [4].

Ключевые слова: АРГ, треугольника Дюваля, трансформаторное масло, разряды в газах.

Введение: Большие силовые трансформаторы являются основными устройствами любой энергосистемы. Их надежность не только влияет на доступность электрической энергии для поставляемой области, но также влияет на экономическую работу предприятия.

Отказы силовых трансформаторов является проблемным по основным 3-ем причинам:

- Отказ силовых трансформаторов приводит к эксплуатационным проблемам в различных системах
- Отсутствие запасного трансформатора в большинстве коммунальных служб
- Различные виды тепловых и электрических нагрузок приводят к старению трансформатора и подвергают его неисправности

Изоляция силовых трансформаторов представляет собой комбинацию как жидкого трансформаторного масла, так и твердой пропитанной целлюлозы. Ухудшение изоляции и старение - две основные причины зарождающихся неисправностей. [5]

Основными причинами старения и ухудшения изоляции являются тепловые напряжения, электрические напряжения, механические напряжения и влага. Оценить процесс старения и ухудшение состояния целлюлозного материала трансформаторного масла, позволяет измерения степени полимеризации и анализа фурана. Определение степени полимеризации (DP) целлюлозы является стандартным методом количественной оценки деградации целлюлозы. Значение DP указывает на среднюю длину полимера молекул целлюлозы.

Когда целлюлоза стареет под воздействием термического напряжения, молекулярные цепи разрываются. В результате старения бумага становится хрупкой и теряет свою механическую стабильность. Метод эффективен для количественного измерения теплового старения. Основным недостатком является необходимость взятия образца бумаги из трансформатора.

Это действие является интрузивным, поскольку его может выполнять только квалифицированный обслуживающий персонал, а трансформатор должен быть выведен из эксплуатации. Образец не может быть взят изнутри обмотки и обычно берется с одного из сильноточных выводов в верхней части трансформатора.

В целлюлозных материалах при старении, вызванном термическим напряжением, в качестве продукта деградации образуются фурановые соединения. Эти соединения



представляют собой семейство химических веществ, различающихся по стабильности и скорости образования.

Поскольку эти соединения растворяются в масле, их можно обнаружить и изучить с помощью стандартных аналитических методов.

Наблюдаемые зависимости между ДР и различными концентрациями фурановых соединений позволяют косвенно измерить старение целлюлозы. Однако измерения осложняются тем, что различные фураны, производимые различными бумагами, а концентрация зависит от массового соотношения между маслом и целлюлозой. [6]

Применяются следующие виды диэлектрических изоляционных жидкостей в трансформаторах:

- Минеральные масла
- Кремнийорганические диэлектрические жидкости (Силиконовые)
- Синтетические масла
- Органические простые эфиры

Синтетические масла: Примером синтетического трансформаторного масла может служить MIDEЛ 7131, выполненный на основе сложного эфира. Основным преимуществами таких масел является:

1. Высокие диэлектрические свойства
2. Отсутствие токсичных веществ, а следовательно, и экологическая безопасность
3. Разлагаемые масла.
4. Обладает самой низкой вязкостью среди горючих жидкостей
5. Большой срок службы

Разложение масел такого вида происходит с выделением углекислого газа

Силиконовые масла: Основным производителем такого вида масла является DowCorning (США). В таких маслах углеводородные связи заменены более крепкими молекулярными связями на основе Si-O. Основным преимуществом такого вида масле является низкая горючесть, высокая температурная стойкость. К недостаткам можно отнести: наличие защитной оболочки согласно NEC 45023, высокая стоимость, несовместимость с некоторыми материалами (Например ПВХ). [7]

Органические простые эфиры: Примером такого масла может служить марка FR3. Такие виды масел также называются растительными маслами. Несмотря на то, что данный вид масле уже несколько десятилетий используется в трансформаторах, информации об дефектах с такими трансформаторами довольно-таки мало.

Минеральные масла: Данный вид является самым распространённым видом масла. Получаются они в основном путем переработки нефтяных соединений. В таких типах масел молекулы содержат группы CH_3 , CH_2 , CH которые соединятся C-C молекулярной связью.

Основным преимуществами таких масле является:

1. Нетоксичная и разлагающаяся жидкость. Также легко утилизируется или перерабатывается
2. Длительный срок службы



3. При низких температурах обладает низкой вязкостью
4. Стоимость обслуживания низкая
5. Себе стоимость трансформатора с таким маслом выходит ниже чем у остальных видов масел.

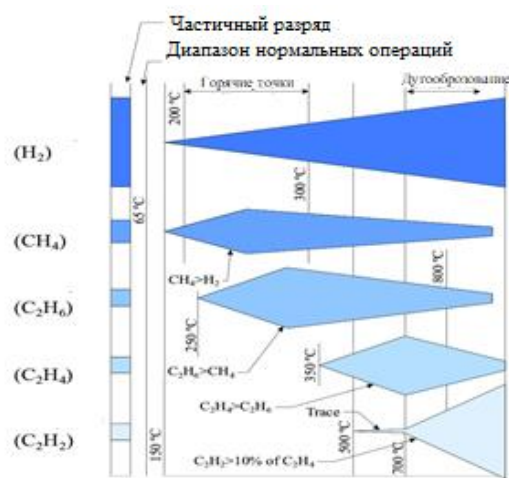
Мы выяснили что методом анализа фурановых соединений можно довольно точно предположить состояние изоляции. Однако анализ растворенных газов (АРГ) является более лучшим методом оценки состояния трансформатора. Углеводородные Газы образуются в результате тепловых и электрических напряжений. Необходимо отделять нормальный уровень генерации газов от чрезмерного, так как учитывается что некоторое газообразование происходит в результате естественного процесса старения трансформатора. Так как нормальное газообразование в большей части находится в зависимости от конструктивных особенностей, от типа трансформатора и характера нагрузки которое используется изоляционном материалом, с целью определения ненормального состояния трансформатора используются общепринятые показатели газообразования для всех типов трансформаторов [8].

Постановка задачи: Основные газы, которые появляются в трансформаторах является водород (H_2), метан (CH_4), этан (C_2H_6), этилен (C_2H_4) и ацетилен (C_2H_2). Данные вышеуказанные газы имеют собственную температуру образования как показано на рисунке ниже (Рис 1.) Водород и метан начинают генерироваться при температуре $150\text{ }^{\circ}C$ в относительно небольших количествах. Генерация водорода увеличиваться с повышением температуры. Образование малых концентраций этана с происходит при достижении температуры около $250\text{ }^{\circ}C$. Генерация этилена начинается при температуре $350\text{ }^{\circ}C$. Ацетилена начинает выделяться при температуре между 500 и $700\text{ }^{\circ}C$. В прошлом считалось, что присутствие лишь следовых количеств ацетилена указывает на температуру не менее $700\text{ }^{\circ}C$, однако новые открытия позволили сделать вывод, что термический разлом (горячая точка) при температуре $500\text{ }^{\circ}C$ может привести к образованию следовых количеств (несколько ppm). Появление более крупных концентраций ацетилена, происходит только при достижении температуры выше $700\text{ }^{\circ}C$, например при дуговом разряде [9].

В диапазоне от 200 до $300\text{ }^{\circ}C$ производство метана превышает генерацию водорода. Начиная с температуры $275\text{ }^{\circ}C$ и выше, производство этана превышает генерацию метана. При температуре около $450\text{ }^{\circ}C$ производство водорода превышает производство всех других газов до температуры $750-800\text{ }^{\circ}C$, при которой образуется большее количество ацетилена.

Термическое разложение целлюлозных материалов также начинается при температуре около $100\text{ }^{\circ}C$ или ниже и приводит к образованию монооксида углерода (CO), диоксида углерода (CO_2), водорода (H_2), метана (CH_4) и кислорода (O_2). Поэтому крайне важно эксплуатировать трансформаторы при температуре ниже $90\text{ }^{\circ}C$ (Рис.1).

Рисунок 1. Образование горючих газов в зависимости от температур.



Заметка: В случае с РПН, картинка выглядит другим образом [10]. Ниже предоставлена таблица сравнения концентрации в бездефектном трансформаторе и его РПН (Таб.1).

Как мы видим концентрации газов в РПН в несколько раз превышают граничные концентрации для трансформатора. Однако это связано с работой самого РПН. В РПН происходит постоянный процесс искрение при переключении с одной обмотки на другую. В результате этого процесса в его баке образуется высокая концентрация водорода и ацетилена. Для оценки РПН используют специальный треугольник Дюваля, в котором обозначены области нормального режима его работы.

В старых трансформаторах бак РПН и самого трансформатора был объединенным в результате чего получали перетекание некоторого количества ацетилена в основной бак, а впоследствии и ошибочная диагностика трансформатора.

Таблица 1. Список газов растворенных в РПН.

ГАЗ	Граничные значения		Аббревиатура	Результаты в ppm	
	Пр-е	Оп-сть		Трансформатор	РПН
Водород	100	700	H2	22	1845
Диоксид углерода	2500	4000	CO2	2184	3401
Моноксид углерода	350	570	CO	264	331
Этилен	50	100	C2H4	0	98
Этан	65	100	C2H6	3	22
Метан	120	400	CH4	10	29
Ацетилен	2	5	C2H2	0.1	349
Сумма горючих газов	700	1900	TDCG	299	2674

Методы решения: Был произведен расчет и диагностика трансформаторного масла. Был выбран трехфазный трансформатор со следующими данными:

Напряжение ВН/НН : 35/6,3 кВ

Мощность : 25 МВА

Тип масла: Минеральное

Год Производства: 2017



При отборе пробы влажность составляла 48%, а температура окружающей среды 22.5. Точка отбора была нижняя, и трансформатор был в рабочем состоянии. Были получены следующие данные (Таб.2 и Таб.3).

Таблица 2. Отношения пар концентраций газов.

Отношение концентраций характерных газов		
C ₂ H ₂ /C ₂ H ₄	CH ₄ /H ₂	C ₂ H ₄ /C ₂ H ₆
0.004	2.353	4.833

Таблица 3. Список газов растворенных в трансформаторном масле

ГАЗ	Граничные значения	Аббревиатура	Результаты в ррп Трансформатор
Водород	100	H ₂	17
Диоксид углерода	8000	CO ₂	1549
Моноксид углерода	600	CO	30
Этилен	100	C ₂ H ₄	261
Этан	50	C ₂ H ₆	54
Метан	100	CH ₄	40
Ацетилен	10	C ₂ H ₂	1
Сумма горючих газов	960	TDCG	403

Так как значения этилена и этана превышают граничные значения будем проводить диагностику по РД 34.46.303-98.

Такие значения, согласно РД, указывают на дефект высокой температуры. Типичные примеры таких неисправностей является: Горячая точка в сердечнике; перегрев меди из-за вихревых токов, плохих контактов; циркулирующие токи в сердечнике или баке.

Недостатком этого метода является неполная иллюстрация дефекта. При определенных концентрациях газа дефект может быть не выявлен. Решением данной проблемы, можно считать использование и сравнение многих методов диагностики между собой. На рисунке выше указаны вопросительным знаком такие отношения пар концентраций газов при котором дефекты не могут быть выявлены.

В таком случае используем методику Дюваля [11]. В начале строится равносторонний треугольник, и на каждой его стороне откладываем относительные концентрации значения газа, равные от 0 до 100%. При этом сумма всех концентраций газов приравнивается к 100%, а процентное содержание определяется от этой суммы. Нанесение зон дефектов, производится путем проведения параллельной линии к отстающей стороне нашего треугольника, то есть если мы берем точку на стороне газа метана (CH₄) то его прямая проходит параллельно стороне (C₂H₂) и т.д. для других сторон. Ниже приведена таблица координат границ дефектных зон.

Таблица 4. Список газов полученные в результате опыта.

Дефект	Сторона треугольника	Точка, %
Э1	CH ₄	98
Э3	C ₂ H ₄	23
	C ₂ H ₂	13
Э4	C ₂ H ₄	23,4
	C ₂ H ₂	13,29
ЭТ	C ₂ H ₄	40,5
	C ₂ H ₂	4,13,15,29
Т2	C ₂ H ₄	20
	C ₂ H ₂	40
Т3	C ₂ H ₄	20,5
	C ₂ H ₂	4
Т4	C ₂ H ₄	50
	C ₂ H ₂	15

В результате вышеуказанный построений и таблицы (Таб. 4) получаем треугольник Дюваля (Рис. 2) с нанесенными на нем зонами дефектов. В нашем случае расчет будет иметь следующий вид:

Для метана:

$$\text{CH}_4 = \frac{0,004}{0,004 + 0,0261 + 0,0001} * 100 = 13,24$$

Для этилена:

$$\text{C}_2\text{H}_4 = \frac{0,0261}{0,004 + 0,0261 + 0,0001} * 100 = 86,42$$

Для ацетилена:

$$\text{C}_2\text{H}_2 = \frac{0,0001}{0,004 + 0,0261 + 0,0001} * 100 = 0,33$$

По полученным данным получаем треугольник с дефектом Т4, что подтверждается дефектом, указанным в документе РД 34.46.303-98.

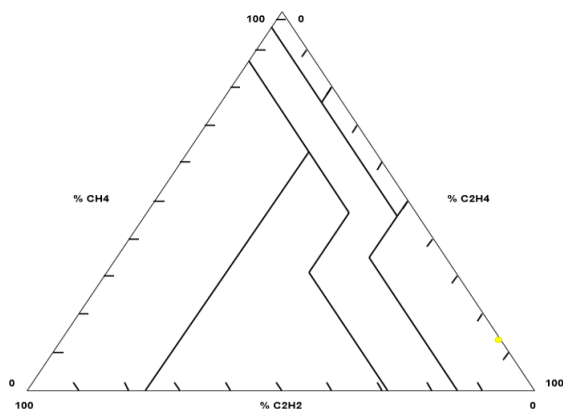




Рисунок 2. Полученный треугольник Дюваля. Т4- термические неисправности в диапазоне температуры, $T > 700$.

Заключение: Вышеуказанные способы анализа диагностики трансформатора по развивающемуся в нем газам, являются довольно точными методами обнаружения неисправностей трансформатора. Однако создание более новых методов интерпретации данных продолжатся и в настоящее время. Основной проблемой является что различные методы могут противоречить друг другу, что является большим минусом в выборе какой либо методик диагностики. В таких случаях я предлагаю использовать метод анализа генерации газов, сущность которого заключается в постоянном отборе пробы масла, с дальнейшим сравнением результатов анализов. Преимущество такого метода является наглядность развития газов, и прогнозирование появления дефекта что во много раз уменьшает экономические затраты на трансформатор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kitaev V.E. *Elektricheskiye mashini* / V.E. Kitaev, Yu.M. Korkhov, V.K.Svirin - Moscow: Higher School, 1978-98 s
2. M. Duval and L. Lamarre, "The duval pentagon-a new complimentary tool for the interpretation of dissolved gas analysis in transformers," *IEEE Electrical Insulation Magazine*, vol. 30, no. 6, pp. 9–12, 2014.
3. M. Duval, "Use of pentagons and triangles for the interpretation of DGA in electrical equipment," in *Proceedings of TechCon North America Conference*, Albuquerque, NM, Mexico, February 2016.
4. IEEE Std C57.104-1991 / IEEE Guid for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers
5. <https://silovoytransformator.ru/stati/preimuschestva-i-nedostatki-izolyacii.htm>
6. Smirnov, M.A. *Ocenka sostoyaniya transformatorov po analizu rastvorennix qazov v masle* / M.A. Smirnov, N.P. Fufurin // *Ekspluatatsiya i sovershenstvovaniye vysokovoltnix apparatov i transformatorov* / M.A. Smirnov, N.P. Fufurin // *Proceedings of VNIIE*. - M.: Energy. - 1976.
7. <https://silovoytransformator.ru/stati/preimuschestva-i-nedostatki-izolyacii.htm>
8. William H. Bartley, "Analysis of Transformer Failures", paper IMIA-WGP 33 (03), International Association of Engineering Insurers, 2003
9. <https://electricenergyonline.com/energy/magazine/913/article/Guest-Editorial-Understanding-Dissolved-Gas-Analysis-DGA-Techniques-and-Interpretations.htm>
10. RD 153-34.0-46.302-00 *Metodicheskiye ukazaniya po diagnostike razvivayushixsa deffektov transformatornogo oborudovaniya po rezultatam xromatograficheskogo analiza qazov rastvorennix v masle*.
11. M. Duval and J. Dukarm, "Improving the Reliability of Transformer Gas-in-Oil Diagnosis", *IEEE Elec. Insul. Mag.*, Vol.21, No.4, pp. 21-27, 2005.



DEVELOPMENT OF PRIORITIES AND PROSPECTS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN AZERBAIJAN

Saleh Afandiyev¹, Mustafa Hamidov², İsmailov Rauf³

¹Azerbaijan Scientific-Research and Design-Prospecting Power Engineering Institute, "Perspective development the electricity", Ph.D. in Technology.

²Azerbaijan State University of Oil and Industry, Associate professor of department of "Elektrical Engineering", Ph.D. in Technology.

³Ministry of Energy of the Republic of Azerbaijan, "Department of Elektrical Engineering and Energy Efficiency", sektor manager, candidate for a Ph.D. in Technology.

ABSTRACT

The Republic of Azerbaijan is among the countries with a fairly high potential for renewable energy sources (RES). According to preliminary estimates, the total potential of the country's economically viable and technically usable BEMs is 26,940 MW, including 3,000 MW for wind energy, 23,040 MW for solar energy, 380 MW for bioenergy and 520 MW for mountain rivers[1]. At present, the country is using this potential to some extent. Over the past seven years, the production of energy from BEMs in Azerbaijan has increased many times. According to the Ministry of Energy, wind and solar power plants generated 408 million kWh of electricity in Azerbaijan in 2013-2019. Thus, in 2013, these stations produced only 1.6 million kWh of electricity. In 2019 this figure was 149 million. kWh, which is an increase of 93 times in the last 7 years.

At present, Azerbaijan's total power generation capacity is 7,516 MW, and the capacity of renewable energy power plants, including large hydropower plants, is 1,278 MW, which is 17% of the total capacity, including 1,135 MW of hydropower capacity (22 HPP, 12 small hydroelectric power plants), wind power capacity 66 MW (5 plants, 1 hybrid), bioenergy capacity 38 MW (2 plants, 1 hybrid), solar power capacity 40 MW (9 plants, 1 hybrid). One hybrid power plant (Gobustan) is equipped with wind - 2.7 MW, solar - 3 MW and bioenergy - 1 MW. There are 2 solar power plants with a total capacity of 27 MW in the Nakhchivan Autonomous Republic. The installed capacity of renewable energy sources, excluding large hydropower plants, in 2020 was 168.3 MW, which is 2.2% of the total electricity generation capacity.

In 2020, the country's electricity production amounted to 25.8 billion kWh. During this period, electricity production was 24.3 billion kWh at thermal power plants and 1,069.5 million kWh at hydro power plants and 343.55 mln. kWh at other sources (WPP, SPP and Waste-to-Power). During the year, 96.1 mln. kWh of power generated at WPPs, 46.9 million kWh in solar power plants, 200.6 million kWh at the Solid Waste Incineration Plant. Electricity generated by RES accounted for about 6% of total production. In 2014, a Memorandum of Understanding was signed with the State Agency and the Ministry of Energy of the Islamic Republic of Iran, as well as in 2015 between the State Administration of Energy of the People's Republic of China.

The main goal is to increase the country's renewable energy investment capacity to 30% by 2030 [3]. Within the framework of pilot projects on RES (wind and solar), the project "Strengthening the network to support renewable energy projects in Azerbaijan" was implemented with the involvement of an international consulting company in connection with the connection of power plants to the power grid and the integration of BEMs into the power grid. According to a report prepared by VPC, in order to achieve the 30% target, new renewable power plants with an



installed capacity of 1,500 MW must be installed, which will increase the total capacity to 440 MW in 2020-2022 and 460 MW in 2023-2025. MW, 600 MW in 2026-2030, it was considered expedient to integrate into the network in 3 periods. At the same time, along with public investment, measures are being taken to launch new production facilities at the expense of private and foreign investment..

On January 9, 2021, the Ministry of Energy of Azerbaijan and ACWA Power of Saudi Arabia and Masdar of the United Arab Emirates signed executive agreements on the implementation of pilot projects on renewable energy. According to the agreements, pilot projects will be implemented in Azerbaijan with ACWA Power for the construction of 240 MW wind farms, and with Masdar for the construction of 200 MW solar power plants. In total, about 1.4 billion kWh/year of electricity is forecasted to be produced by wind and solar energy projects.

These companies will invest about \$ 400 million in pilot projects in the field of renewable energy in Azerbaijan. The projects will take about 2 years to implement and will be implemented in stages. The commissioning of these production facilities will save 300 million cubic meters of gas per year, which is equal to 10% of gas consumption in Azerbaijan. The development of alternative energy sources will also increase the country's export potential due to the saved gas.

Azerbaijan cooperates with the following international organizations on the application of BEMs: Azerbaijan State Agency for Alternative Renewable Energy Sources, European Economic Commission of the UN, UNDP, European Union, World Bank, Asian Development Bank, German KfW Bank, France's International Development Agency, US Development Agency, Economic Cooperation Organization, Black Sea Economic Cooperation Organization, Japan International Cooperation Agency, Korea International Cooperation Agency, European Interstate Oil and Gas Transport Program, etc. as well as Germany, Turkey, France, Iran, Lithuania, UAE, Sweden and others.

Keywords: renewable energy sources (RES), wind power plant (WPP), solar power plant (SPP), bioenergy station, hybrid station, integration.

AZƏRBAYCANDA BEM-lərin TƏTBİQİNİN MÖVCUD VƏZİYYƏTİ VƏ PRİTSPEKTİV İNKİŞAF PRİORİTETLƏRİ

¹Saleh Əfəndiyev, ²Mustafa Həmidov, ³Rauf İsmayilov

¹Azərbaycan Elmi-Tədqiqat və Layihə-Axtarış Energetika İnstitutu, "Elektroenergetikanın perspektiv inkişaf şöbəsi", aparıcı eimi işçi, texnika elmləri namizədi. Email: saleh.afandiyev@azerenerji.gov.az

²Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, "Elektroenergetika" kafedrası, dosent, texnika elmləri namizədi, Email: mustafa.hemidov1946@mail.ru

³Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyi, "Elektroenergetika və enerjisəmərəlilik şöbəsi", sektor müdiri, dissertant, Email: raufismayilov82@mail.ru

XÜLASƏ

Azərbaycan Respublikası bərpa olunan enerji mənbələri (BEM) üzrə kifayət qədər yüksək potensiala malik olan ölkələr sırasındadır. İlk hesablamalara görə ölkəmizin iqtisadi cəhətdən əlverişli və eyni zamanda texniki baxımdan istifadəsi mümkün olan BEM-lərin ümumi potensialı 26 940 MVt, o cümlədən, külək enerjisi üzrə 3 000 MVt, günəş enerjisi üzrə 23 040 MVt, bioenerji üzrə 380 MVt, dağ çayları üzrə 520 MVt həcmində qiymətləndirilir [1]. Hazırda ölkə



sözügədən potensialdan müəyyən qədər istifadə edir. Son 7 ildə Azərbaycanda BEM-lərdən alınan enerjinin istehsalı dəfələrlə artıb. Energetika Nazirliyinin məlumatlarına əsasən, 2013-2019-cu illərdə külək və günəş stansiyaları tərəfindən Azərbaycanda 408 mln. kVt-saat elektrik enerjisi istehsal edilib. Belə ki, 2013-cü ildə bu stansiyalar cəmi 1,6 mln. kVt-saat elektrik enerjisi istehsal etmişdirsə, 2019-cu ildə bu göstərici 149 mln. kVt-saat təşkil etmiş, bu da son 7 ildə 93 dəfə artım deməkdir.

Azərbaycanın hazırda ümumi elektrik enerjisi istehsalı gücü 7516 MVt, iri su elektrik stansiyaları daxil olmaqla bərpa olunan enerji mənbələri üzrə elektrik stansiyalarının gücü 1278 MVt-dır ki, bu da ümumi gücün 17%-ni təşkil edir, o.c. hidroenerji gücü 1135 MVt (22 ədəd stansiya, 12-si kiçik su elektrik stansiyası), külək enerjisi gücü 66 MVt (5 stansiya, 1-i hibrid), bioenerji gücü 38 MVt (2 stansiya, 1-i hibrid), günəş enerjisi gücü 40 MVt (9 stansiya, 1-i hibrid) təşkil edir. 1 ədəd hibrid elektrik stansiyasında (Qobustan) külək – 2,7 MVt, günəş – 3 MVt və bioenerji – 1 MVt əsaslı qurğular quraşdırılıb. Naxçıvan Muxtar Respublikasında ümumi gücü 27 MVt olan 2 günəş elektrik stansiyası fəaliyyət göstərir. İri su elektrik stansiyaları daxil edilmədən bərpa olunan enerji mənbələri üzrə qoyuluş gücü 2020-ci ildə 168,3 MVt olmaqla ümumi elektrik enerjisi istehsalı gücünün 2,2%-ni təşkil edib.

2020-ci il ərzində respublikada elektrik enerjisinin istehsalı 25,8 milyard kVt·st təşkil edib. Bu dövrdə elektrik enerjisinin istehsalı İES-lərdə 24,3 milyard kVt·st, SES-lərdə 1069,5 mln. kVt·st, digər mənbələr (KES, GES və BMTYZ) üzrə isə 343,55 mln. kVt·st olub. İl ərzində külək elektrik stansiyalarında 96,1 mln. kVt·st, Günəş Elektrik Stansiyalarında 46,9 mln. kVt·st, Bərk Məişət Tullantılarının Yandırılması Zavodunda 200,6 mln. kVt·st elektrik enerjisi istehsal edilib. BEM-lərin hesabına istehsal olunmuş elektrik enerjisi ümumi istehsalın təqribən 6%-ni təşkil edib. 2014-cü ildə Dövlər Agentliyi ilə İran İslam Respublikasının Energetika Nazirliyi arasında, həmçinin, 2015-ci ildə Çin Xalq Respublikasının Energetika üzrə Dövlət İdarəsi arasında Anlaşma Memorandumu imzalanmışdır.

2030-cu ilə qədər ölkənin ümumi enerji balansında bərpa olunan enerji üzrə qoyuluş gücünün 30%-ə çatdırılması əsas hədəf kimi müəyyən edilmişdir [3]. BEM-lər (külək və günəş) üzrə pilot layihələr çərçivəsində elektrik stansiyalarının elektrik enerjisi şəbəkəsinə qoşulması, BEM-lərin elektrik enerjisi şəbəkəsinə inteqrasiyası ilə əlaqədar beynəlxalq məsləhətçi şirkət cəlb edilməklə "Azərbaycanda bərpa olunan enerji layihələrinin dəstəklənməsi üçün şəbəkənin gücləndirilməsi" layihəsi həyata keçirilib. "VPC" şirkəti tərəfindən hazırlanmış hesabat əsasən, qarşıya qoyulmuş 30% hədəfinə nail olmaq üçün, 1500 MVt qoyuluş gücündə yeni bərpa olunan enerji stansiyaları quraşdırılmalıdır ki, bu ümumi gücün də 2020-2022-ci illərdə 440 MVt, 2023-2025-ci illərdə 460 MVt, 2026-2030-cu illərdə 600 MVt olmaqla 3 dövrdə şəbəkəyə inteqrasiyası məqsədəuyğun hesab edilmişdir. Eyni zamanda bu hədəf üzrə dövlət investisiyası ilə yanaşı, özəl, o cümlədən xarici investisiya hesabına yeni istehsal güclərinin istifadəyə verilməsi istiqamətində tədbirlər həyata keçirilir.

2021-ci il yanvarın 9-da Azərbaycanın Energetika Nazirliyi ilə Səudiyyə Ərəbistanının "ACWA Power" və Birləşmiş Ərəb Əmirliklərinin "Masdar" şirkətləri arasında bərpa olunan enerji üzrə pilot layihələrin reallaşdırılmasına dair icra müqavilələri imzalanıb. Müqavilələrə əsasən, "ACWA Power" şirkəti ilə Azərbaycanda 240 MVt gücündə külək, "Masdar" şirkəti ilə isə 200 MVt-lıq günəş stansiyalarının tikintisi ilə bağlı pilot layihələr icra ediləcək. Külək və günəş enerjisi layihələri üzrə ümumilikdə, ildə təxminən 1,4 mlrd. kVt-saat elektrik enerjisinin istehsalı proqnozlaşdırılır.



Bu şirkətlər Azərbaycanda bərpa olunan enerji sahəsində həyata keçirəcək pilot layihələr çərçivəsində 400 mln. ABŞ dollarına yaxın sərmayə yatıracaq. Layihələrin reallaşdırılması 2 ilə yaxın vaxt aparacaq və mərhələli qaydada icra olunacaq. Sözügedən istehsalat güclərinin istifadəyə verilməsi ildə 300 mln. kubmetr qaza qənaət etməyə imkan yaradacaq ki, bu da Azərbaycanda əhali üzrə qaz istehlakının 10%-nə bərabərdir. Alternativ enerji mənbələrinin inkişafı qənaət edilən qaz hesabına ölkənin ixrac potensialının da artırılmasına imkan verəcəkdir. BEM-lərin tətbiqi üzrə Azərbaycan aşağıdakı Beynəlxalq qurumlarla əməkdaşlıq edir: Azərbaycan Alternativ Bərpa olunan Enerji mənbələri üzrə Dövlət Agentliyi BMN-nin Avropa İqtisadi Komossosyası, BMT-nin İnkişaf proqramı, Avropa İttifaqı, Dünya Bankı, Asiya İnkişaf Bankı, Almaniyanın KfW bankı, Fransa-nın Beynəlxalq İnkişaf üzrə Agentliyi, ABŞ-ın İnkişaf Agentliyi, İqtisadi Əməkdaşlıq Təşkilatı, Qara Dəniz İqtisadi Əməkdaşlıq Təşkilatı, Yaponiyanın Beynəlxalq Əməkdaşlıq Agentliyi, Koreya Beynəlxalq Əməkdaşlıq Agentliyi, Avropa Dövlətlərarası Neft və Qaz Nəqliyyat Proqramı və s. eləcə də, Almaniya, Türkiyə, Fransa, İran, Litva, BƏƏ, İsveç və s. ölkələrlə əməkdaşlıq edir. Açar sözlər: bərpa olunan enerji mənbələri (BEM), külək elektrik stansiyası (KES), Günəş elektrik stansiyası (GES), bioenerji stansiyası, hibrid stansiya, integrasiya.

Giriş: Renr Azərbaycan Respublikası bərpa olunan enerji mənbələri (BEM) üzrə kifayət qədər yüksək potensiala malik olan ölkələr sırasındadır. İlk hesablamalara görə ölkəmizin iqtisadi cəhətdən əlverişli və eyni zamanda texniki baxımdan istifadəsi mümkün olan BEM-lərin ümumi potensialı 26 940 MVt, o cümlədən, külək enerjisi üzrə 3 000 MVt, günəş enerjisi üzrə 23 040 MVt, bioenerji üzrə 380 MVt, dağ çayları üzrə 520 MVt həcmində qiymətləndirilir [1]. Hazırda ölkə sözügedən potensialdan müəyyən qədər istifadə edir. Son 7 ildə Azərbaycanda BEM-lərdən alınan enerjinin istehsalı dəfələrlə artıb. Energetika Nazirliyinin məlumatlarına əsasən, 2013-2019-cu illərdə külək və günəş stansiyaları tərəfindən Azərbaycanda 408 mln. kVt-saat elektrik enerjisi istehsal edilib. Belə ki, 2013-cü ildə bu stansiyalar cəmi 1,6 mln. kVt-saat elektrik enerjisi istehsal etmişdirsə, 2019-cu ildə bu göstərici 149 mln. kVt-saat təşkil etmiş, bu da son 7 ildə 93 dəfə artım deməkdir.

Azərbaycan Respublikası enerji resursları ilə zəngin olmasına və dünyada enerji resurslarının ixracatçısı kimi tanınmasına baxmayaraq, ölkəmizdə BEM-lərdən istifadə hər zaman prioritet istiqamət olaraq diqqət mərkəzində olub. Belə ki, Azərbaycan Respublikasının Prezidenti cənab İlham Əliyevin bilavasitə təşəbbüsü və rəhbərliyi altında uğurla həyata keçirilən enerji təhlükəsizliyi siyasətinin təməl hədəflərindən biri də ölkəmizdə BEM-lərdən istifadə səviyyəsinin yüksəldilməsindən ibarətdir.

2004-cü ildə “Azərbaycan Respublikasında alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə olunması üzrə Dövlət Proqramı”nın qəbul edilməsi bərpa olunan enerji potensialından daha səmərəli şəkildə istifadə olunması işində ciddi dönüş və geniş imkanlar yaratdı. Ölkə rəhbərliyi tərəfindən qəbul edilmiş qanunvericilik aktlarında milli enerji təhlükəsizliyinin genişləndirilməsində BEM-lərin vasitəsilə istehsalın həcmnin artırılmasının mühüm əhəmiyyət kəsb etdiyi dəfələrlə qeyd olunmuşdur.

Bu sahədə görülmə işlərin davamı olaraq Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2020-ci il 22 sentyabr tarixli, 1159 nömrəli Fərmanı ilə Azərbaycan Respublikasının Energetika Nazirliyi yanında Bərpa Olunan Enerji Mənbələri Dövlət Agentliyi yaradılmış və Agentliyin Əsasnaməsi təsdiq edilmişdir.



Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2021-ci il 2 fevral tarixli Sərəncamı ilə təsdiq edilmiş “Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər” sənədinin 5-ci bəndində (TƏMİZ ƏTRAF MÜHİT VƏ “YAŞIL ARTIM” ÖLKƏSİ) iqlim dəyişikliyi və onunla mübarizə istiqamətində, eləcə də ölkəmizdə yaşıl enerji məkanı prinsiplərinə əsaslanan bərpa olunan enerjiden iqtisadiyyatın bütün sahələrində istifadə məsələləri öz əksini tapmışdır. Bu Milli Prioritet ölkəmizin bərpa olunan enerji sahəsinə və yaşıl iqtisadiyyata diqqətinin bariz nümunəsi kimi qiymətləndirilə bilər. Qeyd edilən Milli Prioritetlər BMT-nin “Dünyamızın transformasiyası: 2030-cu ilədək dayanıqlı inkişaf sahəsində Gündəlik”dən irəli gələn öhdəliklərin icrası istiqamətində də xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Azərbaycanın hazırda ümumi elektrik enerjisi istehsalı gücü 7516 MVt, iri su elektrik stansiyaları daxil olmaqla bərpa olunan enerji mənbələri üzrə elektrik stansiyalarının gücü 1278 MVt-dır ki, bu da ümumi gücün 17%-ni təşkil edir, o.c. hidroenerji gücü 1135 MVt (22 ədəd stansiya, 12-si kiçik su elektrik stansiyası), külək enerjisi gücü 66 MVt (5 stansiya, 1-i hibrid), bioenerji gücü 38 MVt (2 stansiya, 1-i hibrid), günəş enerjisi gücü 40 MVt (9 stansiya, 1-i hibrid) təşkil edir. 1 ədəd hibrid elektrik stansiyasında (Qobustan) külək – 2,7 MVt, günəş – 3 MVt və bioenerji – 1 MVt əsaslı qurğular quraşdırılıb. Naxçıvan Muxtar Respublikasında ümumi gücü 27 MVt olan 2 günəş elektrik stansiyası fəaliyyət göstərir. İri su elektrik stansiyaları daxil edilmədən bərpa olunan enerji mənbələri üzrə qoyuluş gücü 2020-ci ildə 168,3 MVt olmaqla ümumi elektrik enerjisi istehsalı gücünün 2,2%-ni təşkil edib.

2020-ci il ərzində respublikada elektrik enerjisinin istehsalı 25,8 milyard kVt·st təşkil edib. Bu dövrdə elektrik enerjisinin istehsalı İES-lərdə 24,3 milyard kVt·st, SES-lərdə 1069,5 mln. kVt·st, digər mənbələr (KES, GES və BMTYZ) üzrə isə 343,55 mln. kVt·st olub. İl ərzində külək elektrik stansiyalarında 96,1 mln. kVt·st, Günəş Elektrik Stansiyalarında 46,9 mln. kVt·st, Bərk Məişət Tullantılarının Yandırılması Zavodunda 200,6 mln. kVt·st elektrik enerjisi istehsal edilib. BEM-lərin hesabına istehsal olunmuş elektrik enerjisi ümumi istehsalın təqribən 6%-ni təşkil edib. 2014-cü ildə Dövlər Agentliyi ilə İran İslam Respublikasının Energetika Nazirliyi arasında, həmçinin, 2015-ci ildə Çin Xalq Respublikasının Energetika üzrə Dövlət İdarəsi arasında Anlaşma Memorandumu imzalanmışdır.

BEM-lərin tətbiqi üzrə Azərbaycan aşağıdakı Beynəlxalq qurumlarla əməkdaşlıq edir: Azərbaycan Alternativ Bərpa olunan Enerji mənbələri üzrə Dövlət Agentliyi BMN-nin Avropa İqtisadi Komossosyası, BMT-nin İnkişaf proqramı, Avropa İtti-faqı, Dünya Bankı, Asiya İnkişaf Bankı, Almaniyanın KfW bankı, Fransa-nın Beynəlxalq İnkişaf üzrə Agentliyi, ABŞ-ın İnkişaf Agentliyi, İqtisadi Əməkdaşlıq Təşkilatı, Qara Dəniz İqtisadi Əməkdaşlıq Təşkilatı, Yaponiyanın Beynəlxalq Əməkdaşlıq Agentliyi, Koreya Beynəlxalq Əməkdaşlıq Agentliyi, Avropa Dövlətlərarası Neft və Qaz Nəqliyyat Proqramı və s. eləcə də, Almaniya, Türkiyə, Fransa, İran, Litva, BƏƏ, İsveç və s. ölkələrlə əməkdaşlıq edir.

Məsələnin qoyuluşu: “Azərbaycan Respublikasının energetika sektorunda islahatların sürətləndirilməsi haqqında” Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 29 may 2019-cu il tarixli 1209 nömrəli Sərəncamı ilə Energetika Nazirliyinə BEM-lərdən istifadənin təşviq edilməsi, bu sahədə əlverişli investisiya mühitinin yaradılması və özəl sahibkarlıq fəaliyyətinin dəstəklənməsi tədbirlərinə dair təkliflərin hazırlanaraq təqdim edilməsi tapşırılıb. Bu məqsədlə, tanınmış beynəlxalq məsləhətçi təşkilat olan Norveçin DNV GL Energy Advisory GmbH şirkəti cəlb edilməklə müvafiq sahədə dövlət siyasətinin əsas məqsədlərini, dövlətin vəzifələrini, təşviqedic mexanizmləri və digər əsas məsələləri özündə ehtiva edən “Elektrik enerjisi istehsalında bərpa



olunan enerji mənbələrindən istifadə haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanunu layihəsi hazırlanmış və dövlət qurumları ilə razılaşdırılaraq aidiyyəti üzrə təqdim edilmişdir.

Bundan başqa, BEM-lərin hesabına elektrik enerjisi istehsalı üçün mümkün potensialın qiymətləndirilməsi və bu potensialdan istifadə məqsədi ilə atılacaq addımların və yerinə yetiriləcək tədbirlər üzrə bir sıra işlər həyata keçirilməkdədir. BEM potensialına malik ərazilərin müəyyənləşdirilməsi və prioritetləşdirilməsi istiqamətində ümumi gücü təqribən 1000 MVt olan 8 ərazi seçilmişdir. Seçilmiş 3 ərazidə pilot layihələrin həyata keçirilməsi ilə bağlı artıq müvafiq tədbirlər görülür. Əlavə olaraq külək enerjisi ilə müqayisədə ölkənin bütün ərazisində mövcud olan günəş enerjisi potensialından, kənd təsərrüfatına yararsız torpaqlardan istifadə edilməsi, BEM-lər üzrə elektrik enerjisi istehsalı güclərinin paylaşdırılması üçün növbəti illərdə regionlarda layihələrin həyata keçirilməsi planlaşdırılır. Seçilmiş və prioritetləşdirilmiş BEM-lər üzrə yüksək potensiala malik ərazilərdə hərrac vasitəsilə investisiya qoyuluşu istiqamətində işlər davam etdirilib. Hazırda Avropa Yenidənqurma və İnkişaf Bankı (AYİB) ilə “Azərbaycanda bərpa olunan enerji hərraclarının keçirilməsinə dəstək” layihəsi həyata keçirilir. Layihə çərçivəsində hərrac qaydaları, hərraclar üçün şərtlər toplusu, həmçinin elektrik enerjisinin alqı-satqı müqavilələrinin hazırlanması təmin ediləcək.

Xəzər dənizində və sahilə yaxın ərazilərdə külək enerjisinin potensialının öyrənilməsi məqsədilə Energetika Nazirliyi Dünya Bankı Qrupuna daxil olan Beynəlxalq Maliyyə Korporasiyası ilə “Azərbaycanda dənizdə külək enerjisindən istifadənin inkişafı üzrə Yol Xəritəsi”nin hazırlanması istiqamətində əməkdaşlıq edir. “Azərbaycanda dənizdə külək enerjisindən istifadənin inkişafı üzrə Yol Xəritəsi”nin hazırlanması prosesi coğrafi məkan xəritələrinin tərtib olunması, zonaların müəyyənləşdirilməsi, iqtisadi, maliyyə, ekoloji və sosial aspektlərdə təhlillərin aparılması, təsirlərin qiymətləndirilməsi, icazə və razılıqların verilməsi, normativ hüquqi bazanın təkmilləşdirilməsi, ötürücü şəbəkənin yenidən qurulması, təchizat zəncirinin öyrənilməsi kimi məsələləri əhatə edəcəkdir. “Azərbaycan Respublikasının Energetika Nazirliyi və Dünya Bankı Qrupu arasında dənizdə külək enerjisindən istifadə sahəsində əməkdaşlığa dair Anlaşma Memorandumu”nun imzalanması nəzərdə tutulur. Xəzər dənizinə doğru enizis zolaqla uzanan Abşeron yarımadasında və Abşeron dəniz akvatoriyasında bu effekt maksimuma çatır. Dövlət Agentliyi tərəfindən aparılmış araşdırmalara görə burada il ərzində küləyin orta sürəti Yer səthindən 80 metr hündürlükdə 7,0-8,5 m/s təşkil edir ki, bu da beynəlxalq Bərpa olunan Enerji Agentliyinin (İRENA) təsnifatına görə "yüksək dərəcədə əlverişli" enerji potensialı sinifinə aid edilir [2]. BEM-lərdən istifadə sahəsində əməkdaşlığın gücləndirilməsi və gələcəkdə sahəyə investisiya qoyuluşunun təşviqi məqsədilə beynəlxalq şirkətlərlə əməkdaşlıq əlaqələri genişləndirilməkdədir. Bu istiqamətdə bir çox beynəlxalq şirkət ilə əməkdaşlıq barədə anlaşma memorandumu və bu tipli sənədlər imzalanmışdır. Aparılan danışıqlar yüksək rəqabət və şəffaf prinsiplər əsasında həyata keçirilən seçim prosesində şirkətlərin ölkəmizdə investisiya layihələri ilə bağlı təklifləri arasından ən əlverişli təkliflər seçilərək hökumətə təqdim edilmiş və bu işlər mütəmadi olaraq həyata keçirilməkdədir.

Həlli üsulları: Təqdim edilmiş təkliflərin səmərəliliyi və xüsusilə də qiymət təkliflərinin ölkəmizdə külək və günəş enerjisi üzrə mövcud olan topdansaş qiymətləri çərçivəsində olduğu nəzərə alınaraq, 2020-ci ilin 9 yanvar tarixində Azərbaycan Respublikasının Nazirlər Kabinetində Energetika Nazirliyi ilə Səudiyyə Ərəbistanının “ACWA Power” və Birləşmiş Ərəb Əmirliklərinin “Masdar” şirkətləri arasında BEM-lər üzrə pilot layihələrin həyata keçirilməsi ilə bağlı İcra müqavilələri imzalanıb. Müqavilələrə uyğun olaraq “ACWA Power” şirkəti ilə 240



MVt gücündə külək, “Masdar” şirkəti ilə isə 200 MVt gücündə günəş stansiyalarının tikintisi ilə bağlı pilot layihələr icra edilməsi nəzərdə tutulub. 2020-ci ilin 30 dekabr tarixində Energetika Nazirliyi, “Azərenerji” ASC və “ACWA Power” şirkətinin iştirakı ilə icrası nəzərdə tutulan 240 MVt KES layihəsi üzrə “İnvestisiya müqaviləsi”, “Enerji alqı-satqı müqaviləsi” və “Ötürücü şəbəkəyə qoşulma müqaviləsi” imzalanmışdır. Torpaq İcarə Müqaviləsi, Müstəqil Mühəndis Müqaviləsi və Birbaşa Razılaşma Müqaviləsinin layihələri hazırlanıb və iki mərhələdə aidiyyəti qurumlardan rəy və təkliflər toplanaraq təkmilləşdirilmişdir. İcra müqaviləsinə uyğun olaraq, “Masdar” şirkəti ilə isə GES-in tikintisi ilə bağlı müqavilə layihələrinin müzakirəsi davam etdirilir və ən yaxın vaxtlarda bu müqavilələrin imzalanması nəzərdə tutulubdur.

“Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə sahəsində pilot layihələrin həyata keçirilməsi tədbirləri haqqında” Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2019-cu il 5 dekabr tarixli 1673 Sərəncamı ilə Azərbaycan Respublikasında külək və günəş enerjisi üzrə elektrik stansiyalarının tikintisi ilə bağlı pilot layihələrin həyata keçirilməsi və icrasının əlaqələndirilməsi məqsədilə Komissiya yaradılıb. Komissiyanın fəaliyyət istiqamətləri üzrə aidiyyəti qurumların rəhbərliyi altında 7 işçi qrupu (Dövlət zamanətlərinin verilməsi, Şəbəkənin gücləndirilməsi və şəbəkəyə inteqrasiya, Hüquqi və institusional məsələlər, Ekoloji və sosial qiymətləndirmə, Tikintiyə icazə və istismara qəbul, Torpaq sahələrinin ayrılması və Layihələrin iqtisadi qiymətləndirilməsi ilə bağlı) yaradılıb.

İcrasına qərar verilmiş layihələrlə yanaşı digər investisiya şirkətləri ilə əməkdaşlıq istiqamətində danışıqlar davam etdirilir. Eyni zamanda, ərazilər üzrə torpaqların mülkiyyətinin və təyinatının öyrənilməsi, BEM layihələrinin ətraf mühitə təsirinin qiymətləndirilməsi, ərazilər üzrə infrastrukturun mövcudluğunun öyrənilməsi və formalaşdırılması, sahələrin potensialının ölçülməsi və məlumatların toplanılması məqsədilə ölçü müşahidə qurğularının quraşdırılması istiqamətində müvafiq dövlət qurumları ilə birgə tədbirlər həyata keçirilir.

2030-cu ilə qədər ölkənin ümumi enerji balansında bərpa olunan enerji üzrə qoyuluş gücünün 30%-ə çatdırılması əsas hədəf kimi müəyyən edilmişdir [3]. BEM-lər (külək və günəş) üzrə pilot layihələr çərçivəsində elektrik stansiyalarının elektrik enerjisi şəbəkəsinə qoşulması, BEM-lərin elektrik enerjisi şəbəkəsinə inteqrasiyası ilə əlaqədar beynəlxalq məsləhətçi şirkət cəlb edilməklə “Azərbaycanda bərpa olunan enerji layihələrinin dəstəklənməsi üçün şəbəkənin gücləndirilməsi” layihəsi həyata keçirilib. “VPC” şirkəti tərəfindən hazırlanmış hesabat əsasən, qarşıya qoyulmuş 30% hədəfinə nail olmaq üçün, 1500 MVt qoyuluş gücündə yeni bərpa olunan enerji stansiyaları quraşdırılmalıdır ki, bu ümumi gücün də 2020-2022-ci illərdə 440 MVt, 2023-2025-ci illərdə 460 MVt, 2026-2030-cu illərdə 600 MVt olmaqla 3 dövrdə şəbəkəyə inteqrasiyası məqsədəuyğun hesab edilmişdir. Eyni zamanda bu hədəf üzrə dövlət investisiyası ilə yanaşı, özəl, o cümlədən xarici investisiya hesabına yeni istehsal güclərinin istifadəyə verilməsi istiqamətində tədbirlər həyata keçirilir.

Asiya İnkişaf Bankının dəstəyi ilə həyata keçirilən “Üzən günəş panelləri sisteminin inkişafına dair biliklərin mübadiləsi və texniki yardım dəstəyi” pilot layihəsi çərçivəsində Böyükşor gölündə 100 kVt gücə malik fotovoltaiq sistemin quraşdırılması, habelə günəş qurğularının quraşdırılmasında özəl sektorun iştirakının təşviqi məqsədi ilə biznes modellərinin formalaşdırılması, təlimlər vasitəsi ilə milli potensialın gücləndirilməsi nəzərdə tutulur. Layihənin icrasının 2023-ci ilin mart ayına qədər başa çatdırılması planlaşdırılır.

2020-ci ilin dekabr ayında Energetika Nazirliyi tərəfindən işğaldan azad edilmiş ərazilərin enerji təminatı məsələlərinin həllində zəruri koordinasiyanın təmin edilməsi məqsədilə İdarələrarası Mərkəzdə “Enerji təminatı məsələləri” işçi qrupunun yaradılması və “Yaşıl enerji zonası”



konsepsiyasının yaradılması təklifi irəli sürülmüşdür. Hal-hazırda sözügedən işçi qrup yaradılmış və müvafiq konsepsiya sənədinin hazırlanması istiqamətində işlərin icrasına başlanılmışdır.

22 fevral 2021-ci il tarixində Azərbaycan Respublikasının Energetika Nazirliyi və BP şirkəti iri miqyasda karbonsuzlaşdırılmış və integrasiya edilmiş enerji və nəqliyyat sistemləri, o cümlədən Azərbaycanın region və şəhərlərində bərpa olunan enerji layihələri üçün tələb olunan potensialın və şəraitin qiymətləndirilməsi üzrə əməkdaşlıq etmək məqsədilə Anlaşma Memorandumu imzalayıblar. Bu memorandum Azərbaycanın iqtisadiyyatın şaxələndirilməsi, rəqabətli enerji bazarının yaradılması, təmiz ətraf mühit və “yaşıl artım” ölkəsi, BP-nin isə 2020-ci ildə “xalis sıfır emissiya” hədəflərini elan etməsi kontekstində imzalanıb. Memoranduma əsasən, fəaliyyətin həyata keçirilməsi məqsədilə “Rəhbər Komitə” və “İşçi Qrupu”un yaradılması, Azərbaycanın müvafiq region və ya şəhərləri üçün karbonsuzlaşdırma üzrə “Baş Plan”ın hazırlanması nəzərdə tutulur. “Baş Plan” təmiz enerji layihələri, az karbonlu nəqliyyat, yaşıl binalar, tullantıların idarə olunması, təmiz sənaye, təbii iqlim həlləri, integrasiyalı tərəfdaşlıqlar, həmçinin integrasiyalı və karbonsuzlaşdırılmış enerji və nəqliyyat sistemlərinin hazırlanması istiqamətlərini əhatə edəcəkdir.

Qarabağ və ətraf regionlarda bərpa olunan enerji mənbələrinin potensialının qiymətləndirilməsi üzrə işlərin icrasına başlanılıb. İşğaldan azad edilmiş ərazilər üzrə 6 rayonda (Füzuli, Cəbrayıl, Zəngilan, Qubadlı, Laçın və Kəlbəcər) Günəş Elektrik Stansiyalarının (GES) tikintisi üçün ümumi potensialı 4000 MVt-dan yüksək qiymətləndirilən 8 perspektiv ərazi müəyyən edilmişdir. Laçın və Kəlbəcər rayonlarının Ermənistanla sərhəddə yerləşən dağlıq hissəsində 100 metr hündürlükdə küləyin orta illik sürətinin 7-8 m/s olduğu geniş ərazilər mövcuddur. Bu ərazilərin infrastruktur, coğrafi relyef və digər faktorlar nəzərə alınaraq ilkin külək enerji potensialı 500 MVt-dək qiymətləndirilir.

Ölkəmizin təbii su ehtiyatlarının 25%-nin Qarabağ regionunda formalaşdığını nəzərə alaraq Tərtər, Bazarçay, Həkəri kimi əsas çaylar və onların qollarından elektrik enerjisi istehsalı məqsədi ilə istifadə perspektivləri Energetika Nazirliyinin və BOEMDA-nın əməkdaşları tərəfindən nəzərdən keçirilib, regionda mövcud olan kiçik su elektrik stansiyaları haqqında məlumatlar toplanılıb. Mövcud su elektrik stansiyaları əsasən Tərtər, Laçın və Kəlbəcər rayonlarının ərazisində yerləşir. Bəzi kiçik su elektrik stansiyalarında təmir-bərpa işlərinə başlanılması üçün artıq hazırlıq işləri görülür. Laçın rayonu ərazisində Həkəri çayı üzərində yerləşən 8 MVt gücündə “Güləbird” Su Elektrik Stansiyası artıq istifadəyə verilib.

Qeyri - dövlət müəssisələri tərəfindən Naxçıvan Muxtar Respublikasında, Füzuli, İsmayilli, Qusar, Şabran, Şəki, Balakən və Şəmkir rayonlarında 10 yeni Su elektrik stansiyası, Bakı şəhərinin Sabunçu rayonunda Bərk Məişət Tullantıların Yandırılması Zavodunda istilik elektrik stansiyası, Xızı və Abşeron rayonlarında 4 külək elektrik stansiyası, Qobustan rayonunda hibrid tipli elektrik stansiyası, Naxçıvan Muxtar Respublikasında, Samux rayonunda və Bakı şəhərində Qaradağ, Sabunçu və Pirallahı rayonunda günəş elektrik stansiyaları, Masallı və Beyləqan rayonlarında enerji təchizatı bərpa olunan enerji mənbələri hesabına ödənilən idman kompleksləri, ölkənin ayrı-ayrı regionlarında yerləşən 24 sosial obyektə günəş panelləri və istilik nasosları quraşdırılmışdır. Nəticədə qoyuluş gücü 259 NVt olan, o cümlədən 63 MVt külək, 38 MVt biokütlə və tullantılar, 125 MVt hidro elektrik stansiyaları tikilərək istifadəyə verilir. Bununla yanaşı Sumqayıt şəhərində illik istehsal gücü 50 MVt olan Azgüntex günəş panelləri zavodu və Sumqayıt Texnologiyalar Parkında günəş kollektorları istehsal edən müəssisə yaradıldı.



İcra olunmuş layihələr [4]: Qobustan Eksperimental Poliqonu və tədris mərkəzi - 38 hektar ərazidə yerləşən Qobustan Eksperimental Poliqonu və Tədris Mərkəzi özündə külək, günəş və bioqaz stansiyalarını birləşdirən ilk hibrid tipli elektrik stansiyasıdır. Burada hər birinin gücü 0,9 MVt-ta çatan üç külək turbini, 1,8 MVt gücündə günəş enerjisi stansiyası və 1 MVt gücündə bioenerji qurğusu yaradılmışdır. Gələcəkdə Qobustan Poliqonu da daxil olmaqla rayonda tikiləcək stansiyaların gücünün 80 NVt-a çatdırılması nəzərdə tutulur.

Azərbaycan Respublikasının Dövlət Neft Şirkəti - Qala qəsəbəsindəki neft və neft tullantılarından təmizlənmiş 9,3 ha sahədə *Ekoloji park* layihəsi keçirilmiş, Parkda elektrik enerjisini alternativ və BEM-lər hesabına ödəmək üçün hər birinin gücü 10 kVt olan 4 ədəd külək generatoru və ümumi gücü 20 kVt olan günəş panelləri quraşdırılır.

Suraxanı Günəş Elektrik Stansiyası - Suraxanı GES Alternativ və Bərpa olunan Enerji mənbələri üzrə Dövlət Agentliyinin tabeliyindəki "Azalternativenerji" Nəhdud Məsuliyyətli Cəmiyyətinin Suraxanıda quraşdırdığı və idarə etdiyi günəş elektrik stansiyası 2014-cü ilin mart ayında başlamış və iyul ayının 16-da istismara verilmişdir. Stansiya gücü hesabına 4,4 mln, tam gücü ilə işlədikdə isə 6,2 milyon KVt- st elektrik enerjisi istehsal etmək iqtidarındadır.

Pirallahı Günəş Elektrik Stansiyası - Bakı şəhərinin Pirallahı rayonunda yerləşən və layihə gücü 2,8 MVt olan Pirallahı Günəş Elektrik Stansiyasının tikintisinə 2014-cü ildə başlanılmış və qoyuluş gücü 1 MVt olan hissəsi tam hazırlanaraq enerji sisteminə qoşulmuşdur.

İcrada olan layihələr [5]: Samux AEYK - Samux AEYK alternativ və bərpa olunan enerjinin kənd təsərrüfatı sahəsində tətbiqini nəzərdə tutan unikal layihədir. Layihə çərçivəsində ABOEM hesabına hibrid tipli 31 MVt elektrik və 48 MVt istilik generasiya güclərinin yaradılması, Hibrid Elektrik stansiyası; 20 MVt günəş, 3 MVt biokütlə stansiyaları hesabına avtonom sinxron işləyən enerji stansiyasıdır. Günəş və geotermal enerji ilə yanaşı bioenerji alınması məqsədilə Samux rayonu ərazisindən Dövlət Agentliyinə ayrılmış torpaq sahəsində 3000 baş iribuynuzlu heyvandarlıq kompleksi, balıqçılıq təsərrüfatı tərəvəz istixanaları tikiləcək. Layihə 3 mərhələ üzrə həyata keçirilir:

- 1-ci mərhələ - 2,8 MVt gücündə Günəş elektrik stansiyası (GES) və AEYK-in inzibati binasının tikintisinin nəzərdə tutulması.
- 2-ci mərhələ - 1000 başlıq heyvandarlıq kompleksi, istixana və 300 yaşayış evinin, hibrid stansiyası üzrə 3,2 MVt-lıq günəş, 1 MVt-lıq geotermal, 2 MVt-lıq biokütlə stansiyalarının tikilib istifadəyə verilməsi nəzərdə tutulmuşdur. Bu mərhələ üzrə işlər davam edir.
- 3-cü mərhələ - 2018-ci ildə layihə üzrə bütün işlər yekunlaşdırılacaqdır.

"Enerji-məhsul" qapalı texnoloji tsiklərin yaradılması əsasında kənd təsərrüfatı məhsullarından bioenerji komplekslərinin yaradılması, bu komplekslər ətrafında yeni yaşayış məntəqələrinin formalaşdırılması və müasir tələblərə cavab verən aqroenerji infrastrukturunun yaradılçası Dövlət Agentliyinin əsas strateji məqsədlərindən biridir. Bunun üçün 2020-ci ilə qədər Azərbaycanın hər bir iqtisadi rayonunda aqroenerji kompleksinin yaradılması nəzərdə tutulur.

Ağıllı şəbəkə layihəsi - Qobustan HES-də istehsal olunan elektrik enerjisinin müasir İKT texnologiyalarından istifadə etməklə istehlakçılara itkisiz çatdırılması və səmərəli şəkildə paylanması məqsədi ilə Dövlət Agentliyi tərəfindən "ağıllı şəbəkə"nin qurulmasına artıq başlanılmışdır. Bu şəbəkə vasitəsi ilə ilkin mərhələdə Qobustan şəhəri, sonradan bütün Qobustan rayonunun elektrik enerjisi ilə təminatı həyata keçiriləcəkdir.



Qaradağ-Səngəçal Günəş Elektrik Stansiyası - Qaradağ rayonun Səngəçal qəsəbəsi yaxınlığında quraşdırılan günəş elektrik stansiyasının layihə gücü 9 MVt-dir. Layihənin icrasında 2014-cü ildə başlamış və hazırda layihə üzrə işlər davam etdirilir. Quraşdırılacaq elektrik stansiyası Səngəçal qəsəbəsinin və ümumilikdə Qaradağ rayonunun elektrik enerjisinə olan ehtiyacının daha yüksək səviyyədə təmin edilməsinə xidmət edəcəkdir. Stansiyada ən çox texnologiyalarla hazırlanmış 36 minə yaxın günəş panelinin quraşdırılması və etibarlı elektrik ötürmə sisteminin yaradılması.

Azərbaycanda ilk hibrid tipli elektrik stansiyası - Qobustan Eksperimental Poliqonu və Tədris Mərkəzi olmuşdur. Bu sahədə ən mühüm addımlardan biri 78 MVt qoyuluş gücünə malik Samux Aqroenerji və Yaşayış Kompleksinin tikintisidir. Bundan əlavə Naxçıvan, Oğuz, Gədəbəy, Balakən, Neftçala rayonlarında qurulacaq 10 MVt gücündə HES-lərin texniki-iqtisadi əsaslandırması hazırlanır.

Külək adası-1 layihəsi Xəzər akvatoriyasında Pirallahı və Çilov adalarını birləşdirən unikal külək elektrik stansiyasıdır. Stansiyanın layihə gücü 200 MVt təşkil edir. Bu layihənin 2016-2018-ci illərdə reallaşdırılması planlaşdırılmışdır.

Layihənin həyata keçirilməsi eyni zamanda bir neçə mühüm məsələnin həllini nəzərdə tutur: Abşeron yarımadasında bilavasitə istehlakçılara yaxın ərazidə yeni generasiyaya mənbəyinin və elektrik şəbəkə infrastrukturunun yaradılması və istehlakçıların elektrik enerjisi ilə təminatında dayanıqlığın təmin edilməsi; Elektrik enerjisinin istehsalına sərf olunan təbii qaz yanacağına qənaət edilməsi və atmosfərə atılan zərərli tullantıların azaldılması; Çilov adası ilə birbaşa avtomobil nəqliyyat infrastrukturunun yaradılması və digər sosial məsələlərin həllinin sürətləndirilməsi.

Hövsan Aerasiya Stansiyası - Yaxın illərdə Hövsan Aerasiya Stansiyasında çirkab suların təmizlənməsi nəticəsində yığılan tullantılardan enerji alınması üçün bioenerji stansiyasının quraşdırılması layihəsinin həyata keçirilməsi planlaşdırılır. Layihənin həyata keçirilməsində məqsəd çirkab sularının təmizlənməsi, zəhərli qazıların və tullantıların utilizasiyası və enerjisinin alınmasıdır. Bu stansiya vasitəsi ilə Türkan və Hövsan qəsəbələrinin istilik və elektrik enerji ilə təmin edəcəkdir. Bununla yanaşı stansiyanın işləməsi il ərzində 93,8 milyon kubmetr təbii qaza qənaət etməyə imkan verəcəkdir.

Qeyd olunan dövr ərzində istehsal artımı bioelektrik stansiyalarda da müşahidə olunub. Hesabat dövründə ölkənin bioelektrik stansiyaları 1,19 mlrd. kVt-saat elektrik enerjisi istehsal edib və 2013-2019 illəri əhatə edən dövrdə enerji istehsalı 46,3% artıb.

Alternativ energetika sahəsində bu il də artım qeydə alınıb. Cari ilin yanvar-may aylarında Azərbaycandakı Külək, Günəş Elektrik Stansiyaları və Bərk Məişət Tullantılarının Yandırılması Zavodu 151,9 mln. kVt- saat elektrik enerjisi istehsal edib, bu da ötən ilin müvafiq dövrü ilə müqayisədə 0,7 mln. kVt-saat çoxdur.

İcrası nəzərdə tutulan əsas layihələr [3]: 2021-ci il yanvarın 9-da Azərbaycanın Energetika Nazirliyi ilə Səudiyyə Ərəbistanının "ACWA Power" və Birləşmiş Ərəb Əmirliklərinin "Masdar" şirkətləri arasında bərpa olunan enerji üzrə pilot layihələrin reallaşdırılmasına dair icra müqavilələri imzalanıb. Müqavilələrə əsasən, "ACWA Power" şirkəti ilə Azərbaycanda 240 MVt gücündə külək, "Masdar" şirkəti ilə isə 200 MVt-lıq günəş stansiyalarının tikintisi ilə bağlı pilot layihələr icra ediləcək. Külək və günəş enerjisi layihələri üzrə ümumilikdə, ildə təxminən 1,4 mlrd. kVt-saat elektrik enerjisinin istehsalı proqnozlaşdırılır.

Bu şirkətlər Azərbaycanda bərpa olunan enerji sahəsində həyata keçirəcək pilot layihələr çərçivəsində 400 mln. ABŞ dollarına yaxın sərmayə yatıracaq. Layihələrin reallaşdırılması 2 ilə



yaxın vaxt aparacaq və mərhələli qaydada icra olunacaq. Sözügedən istehsalat güclərinin istifadəyə verilməsi ildə 300 mln. kubmetr qaza qənaət etməyə imkan yaradacaq ki, bu da Azərbaycanda əhali üzrə qaz istehlakının 10%-nə bərabərdir. Alternativ enerji mənbələrinin inkişafı qənaət edilən qaz hesabına ölkənin ixrac potensialının da artırılmasına imkan verəcəkdir. Alternativ energetika sahəsinin inkişafı və yeni enerji obyektlərin respublikanın enerji sistemini qoşulması çərçivəsində bir sıra texniki tədbirlərin görülməsi üzrə hazırlıq işləri aparılmalıdır – şəbəkənin gücləndirilməsi, yarımstansiyaların tikintisi, ötürücü xətlərin tikintisi və digər infrastrukturun yaradılması həyata keçirilməlidir.

Azərbaycanın ümumi elektrik enerjisi istehsalı gücü 7 556 MVt, iri su elektrik stansiyaları daxil olmaqla bərpa olunan enerji mənbələri üzrə elektrik stansiyalarının gücü 1 276 MVt-dır ki, bu da ümumi gücün 17%-ni təşkil edir. Qoyulan məqsədə əsasən, 2030-cu il üçün ölkədə istehsal edilən elektrik enerjisinin ümumi həcmində alternativ enerji mənbələrinin payını 30%-ə çatdırmaqdır.

Qeyd edək ki, bu hədəfə nail olmaq üçün dövlət investisiyası ilə yanaşı, özəl, o cümlədən, xarici investisiya hesabına yeni istehsal güclərinin istifadə verilməsi və BEM-lərin enerjisi sistemə inteqrasiyası istiqamətində tədbirlər həyata keçirilir, hüquqi bazanın yaradılması sahəsində işlər aparılır.

Nəticə: 1. Azərbaycan Respublikası bərpa olunan enerji mənbələri (BEM) üzrə kifayət qədər yüksək potensiala malikdir. İlk hesablamalara görə ölkəmizin iqtisadi cəhətdən əlverişli və eyni zamanda texniki baxımdan istifadəsi mümkün olan BEM-lərin ümumi potensialı 26 940 MVt, o cümlədən, külək enerjisi üzrə 3 000 MVt, günəş enerjisi üzrə 23 040 MVt, bioenerji üzrə 380 MVt, dağ çayları üzrə 520 MVt həcmində qiymətləndirilir.

2. Ölkədə həyata keçirilən enerji təhlükəsizliyi siyasətinin təməl hədəfləri sırasında BEM-lərdən istifadə səviyyəsinin yüksəldilməsi bu sahədə beynəlxalq əməkdaşlığın genişləndirilməsi mühüm yer tutur.

3. Respublikada BEM-lərin tətbiqi üzrə regional yol xəritələri müəyyən olunmuş, enerji istehsalının artırılması istiqamətində perspektiv hədəf olaraq külək və günəş elektrik stansiyalarının tikintisi nəzərdə tutulmuş, iri həcmli layihələrin tətbiqi ilə əlaqədar hazırlıq işlərinə başlanılmış və işlər uğurla davam etdirilir.

ƏDƏBİYYAT

1. Azərbaycanda BEM-lərdən istifadənin inkişafı üzrə təlim-seminar. Bakı, ADA universiteti. 2020.
2. Azərbaycan Respublikasının Alternativ və bərpa olunan Enerji mənbələri üzrə Dövlət Agentliyi. Bakı 2017.s.43.
3. Исследования воздействия на сет. Finalnyy otchet.- Mercados-Aries International. 2021.- 93 s.
4. https://az.wikipedia.org/wiki/alternative_enerji#%C4%B0cra_olunmu%C5%9F_layih%C9%991%C9%99r.
5. https://az.wikipedia.org/wiki/alternative_enerji#%C4%B0crada_olan_layih%C9%991%C9%99r.



CLARIFICATION OF STRUCTURAL AND TECTONIC FEATURES IN COMPLEX DEPOSITS (ON THE EXAMPLE OF GURGAN-DENİZ FIELD)

Sarvan Heydarli

SOCAR, "Oil and Gas Scientific Research Project" Institute, Laboratory of "Oil-gas-field geology", engineer, dissertant, E-mail: sarvan.heydarli@gmail.com

The article is devoted to the clarification of the structural and tectonic structure of newly drilled wells in the Gurgan offshore field, which has been under development for a long time. The Gurgan-Deniz field, located in the Caspian Sea, has sufficient residual reserves. The Gurgan-Deniz field was discovered in 1947. In the same year, well No. 7 drilled in the south-western wing was put into operation. The depth of the sea is between 0.5-8 meters. The average depth is 2.5 m. From the material and technical point of view, the mines are supplied by Pirallahi Island, which is connected to it by dams 1.7 km to the east. Pirallahi Island is connected to Baku by rail and highway. The area is protected from winds and waves by the island from the west and northwest. The average annual sea temperature is +14 °C, ranging from +2 to + 25.4°C. In summer, this price is + 30-35°C.

The geological section of the Gurgan-Deniz field has been studied and the following results have been obtained. Surakhani, Sabunchu and Balakhani strata participate in the upper part of the productive layer. The Surakhani stratum consists of clays and fine-grained sands. The thickness is 310 m. The Sabunchu stratum consists of alternating fine-grained sands and clays. The thickness is 400 m. The Balakhani stratum consists of lithological clay and fine-grained sands. The total thickness of the group is 620 m.

Post-Kirmaky Clay Suite is composed of clayey lithofacies. The thickness of the group is 127 m.

Post-Kirmaky Sand Suite consists of sandy lithofasis and clay intermediate layers. The thickness is 40 m.

The sediments of the Girmaki stratum, as in other fields of the Absheron oil and gas region, consist of alternating lithological composition of sandstone, thin and fine-grained sand and clay. Oily sandstones predominate here. The sandiness of the section increases from the ceiling to the heel. The layer divides into 3 oil halves. The total thickness of the formation is 273 m.

It has been established from the data of six wells drilled with a small number of wells in the north-western wing that this group is composed of high carbonate dense rocks. In the south-western wing, the PG formation is oily and has a total thickness of 140 m.

The sediments of the Qala formation has been opened by numerous wells in the south-western wing. The clusters has taken the form of a lens-shaped lithological field.

The field's reserves were first calculated and approved in 1949. According to well data drilled to clarify its boundaries, in 1951 the Oil Expedition calculated only the recoverable oil and gas reserves.

Oil and gas reserves were recalculated in 1974 and approved by the State Reserve Commission of the former Soviet Union in 1976.

In 1995, the oil and gas reserves of the Gurgan-Deniz field were recalculated by the SeaOilGasProject Institute (Oil and Gas Mining Geology Laboratory). When re-specifying the geological structure on the basis of analysis and processing of data collected in the course of the research, the following was taken into account:



The main objects are GS, PG and GaS. These strata are in turn divided into several horizons. The cut layer group is divided into GS_{top} and GS_{bot} parts. The upper part is not oily and the upper part is oily. GS_{top} is divided into GS_1 , GS_2 and GS_3 horizons. PG layer complex is divided into PG_1 , PG_2 and PG_3 horizons. In the field, the Gala layer is supported by logs divided into 4-6 horizons. It is a structurally complex anticline. The reason for the complication is the presence of thrust. In addition, the thrust is in the direction of field. There are 3 transverse fractures. New wells have been drilled in recent years. With these wells, the structure of the field has been redefined. Correlation schemes and geological profiles have been established with the participation of new wells. Stratigraphic boundaries were determined based on the correlation scheme. New wells were compared with wells drilled in previous years. It has been revealed that there are innovations. The results were confirmed by geological profiles. A transverse and longitudinal geological profile has been compiled. New wells are involved in the profiles. The existence of №3a fault in the transverse geological profile has been proved. The amplitude of the fracture is between 90-110 m. In addition, it is located in subthrust. Fracture №3a was first given on the basis of our study. The longitudinal fracture, which divides the field into two parts (subthrust and above thrust), is observed in the geological profile. The amplitude of the thrust is 1000-1200 m. According to the new wells in the field, a number of structural changes and stratigraphic innovations have been achieved in the subthrust. All the obtained results were proved by correlation and geological profiles, structural maps were compiled for the ceiling of GS, PG and GaS.

Keywords: field, structural map, well, geological profile, correlation scheme, subthrust, fault.

MÜRƏKKƏB QURULUŞLU YATAQLARDA STRUKTUR-TEKTONİK XÜSUSİYYƏTLƏRİN DƏQİQLƏŞDİRİLMƏSİ (GÜRGAN-DƏNİZ YATAĞININ TİMSALINDA)

Sərvan Heydərlı

SOCAR, "Neftqazəlmətdəqiqatlayihə" İnstitutu," Neftqaz mədəni geologiyası" laboratoriyası, mühəndis, disertant, E-mail: servan.heydarli@gmail.com

XÜLASƏ

Məqalə uzun zamandır işlənməyə olan Gürgan-dəniz yatağında yeni qazılmış quyuların məlumatlarından istifadə edərək struktur-tektonik quruluşu dəqiqləşdirilməsinə həsr olunur. Xəzər dənizinin akvatoriyasında yerləşən Gürgan-dəniz yatağı kifayət qədər qalın ehtiyata malikdir. Gürgan-dəniz yatağı 1947-ci ildə kəşf olunmuşdur. Həmin ildə də cənubi-qərb qanadında qazılmış 7 saylı quyu ilə istismara verilmişdir. Dənizin dərinliyi 0,5- 8 metr arasındadır. Orta dərinlik 2,5 m təşkil edir. Mədənlərin material-texniki baxımdan onunla şərq tərəfdən 1,7 km məsafədə birləşən dambalarla birləşən Pirallahı adası tərəfindən təchiz olunur. Pirallahı adası isə dəmir və şosse yollarla Bakı şəhəri ilə birləşir. Sahə qərb və şimal-qərb tərəfdən ada ilə küləklərdən və dalgələrdən mühafizə olunur. Orta illik temperatur dəniz sahəsində $+14^{\circ}\text{C}$ olub, $+2$ və $+25,4^{\circ}\text{C}$ intervalında dəyişir. Yay aylarında isə bu qiymət $+30-35^{\circ}\text{C}$ təşkil edir.

Gürgan-dəniz yatağının geoloji kəsilişi öyrənilmişdir və aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir. Məhsuldar qatın üst söbəsinə Suraxanı, Sabuncu və Balaxanı lay dəstələri iştirak edir. Suraxanı lay dəstəsi gillər və narin dənəli qumlardan ibarətdir. Qalınlığı 310 m-dir. Sabuncu lay dəstəsi xırda dənəli qumların və gillərin növbələşməsindən ibarətdir. Qalınlığı 400 m-dir. Balaxanı lay



dəstəsi litoloji tərkibcə gil və xırda dənəli qumlardan təşkil olmuşdur. Dəstənin ümumi qalınlığı 620 m-dir.

Qırməki üstü gilli lay dəstəsi çöküntüləri gilli litofasiyadan ibarətdir. Dəstənin qalınlığı 127 m-dir.

Qırməki üstü qumlu lay dəstəsi qumlu litofasiyadan ibarət olub, gil ara təbəqələri də müşahidə olunur. Qalınlığı 40 m-dir.

Qırməki lay dəstəsi çöküntüləri demək olar ki, Abşeron neftli qazlı rayonun digər yataqlarında olduğu kimi burada da litoloji tərkibcə qumdaşı, nazik və xırda dənəli qum və gillərin növbələşməsindən ibarətdir. Burada neftli qum-daşlar üstünlük təşkil edir. Kəsilişin tavanından dabana doğru qumluluq artır. 3 neftli yarım dəstəyə ayrılır. Lay dəstəsinin ümumi qalınlığı 273 m-dir.

Qırməki altı dəstə şimal-qərb qanadda az saylı quyularla açılmış məlumatlara müəyyən olmuşdur ki, bu dəstə yüksək karbonatlı sıx süxurlardan təşkil olunmuşdur. Cənub-qərb qanadda QA lay dəstəsi neftli olub, ümumi qalınlığı 140 m-dir.

Qala lay dəstəsi çöküntüləri cənub-qərb qanadda çox saylı quyularla açılmışdır. dəstələr pazlasaraq linza şəkilli litoloji yataq formasını almışdır.

Yatağın ehtiyatları ilk dəfə 1949-cu ildə hesablanmış və təsdiqlənmişdir. Onun sərhədlərini dəqiqləşdirmək məqsədilə qazılmış quyu məlumatlarına görə 1951-ci ildə Neft Ekspedisiyası tərəfindən yalnız çıxarılabilən neft və qaz ehtiyatları hesablanmışdır.

1974-ci ildə neft və qaz ehtiyatları yenidən hesablanmış və 1976-cı ildə keçmiş Sovetlər İttifaqı Dövlər Ehtiyatlar Komissiyası tərəfindən təsdiqlənmişdir.

1995-ci ildə “Dənizneftqazlayihə” İnstitutu (“Neftqaz mədən geologiyası” laboratoriyası) tərəfindən Gürgən-dəniz yatağının neft və qaz ehtiyatları yenidən hesablanmışdır. Tədqiqat işinin gedişatında toplanmış məlumatların təhlili və işlənməsi əsasında geoloji quruluş yenidən dəqiqləşdirilərkən aşağıdakılar nəzərə alınmışdır:

Əsas istismar obyektləri QD, QA və QaLD lay dəstələridir. Bu lay dəstələri öz növbələrində bir neçə horizonta bölünür. Qırməki lay dəstəsi QD_{üst} və QD_{alt} hissələrə bölünür. QD_{üst} hissəsi neftli deyil və QD_{alt} hissəsi neftli horizontdur. QD_{alt} isə QD₁, QD₂ və QD₃ horizontlarına bölünür. Qırməki altı lay dəstəsi QA₁, QA₂ və QA₃ horizontlarına bölünür. Yataqda Qala lay dəstəsinin 4-6 horizonta bölündüyü karotajlarla sübut olunmuşdur. Struktur baxımdan mürəkkəbləşmiş antiklinal formadadır. Mürəkkəbləşməyə səbəb üstəgəlmənin olmasıdır. Üstəgəlmə yatağın uzanma istiqamətindədir. Eninə 3 qırılma müvcuddur. Son illərdə yeni quyular qazılmışdır. Bu quyular ilə yatağın strukturu yenidən dəqiqləşdirilmişdir. Yeni quyuların iştirakı ilə korrelyasiya sxemləri və geoloji profillər qurulmuşdur. Korrelyasiya sxemi əsaslanaraq stratiqrafik sərhədlər təyin olunmuşdur. Əvvəlki illərdə qazılmış quyularla yeni quylar müqayisə edilmişdir. Yeniliklərin olması ortaya çıxmışdır. Nəticələr geoloji profillərlə təsdiqlənmişdir. Eninə və uzununa geoloji profil tərtib edilmişdir. Profillərdə yeni quyular iştirak edir. Eninə geoloji profildə №3a qırılmanın mövcudluğu sübut olunmuşdur. Qırılmanın amplitudası 90-110 m arasındadır. Üstəgəlmə altı hissədə yerləşir. №3a qırılması ilk dəfə olaraq bizim tədqiqatımız əsasında verilmişdir. Yatağı iki hissəyə (üstəgəlməaltı və üstəgəlməüstü) bölən qırılma uzununa geoloji profildə müşahidə olunur. Üstəgəlmə qırılmasının amplitudası isə 1000-1200 m-dir. Yataqda yeni quyulara əsasən üstəgəlməaltı hissədə bir sıra struktur dəyişikliklər və stratiqrafik yeniliklər əldə edilmişdir. Bütün alınan nəticələr korrelyasiya və geoloji profillərlə sübut olunmuş və QD, QA və QaLD lay dəstələrinin tavanına görə struktur xəritələr tərtib edilmişdir.

Açar sözlər: yataq, struktur xəritə, quyu, geoloji profil, korrelyasiya sxemi, üstəgəlmə, qırılma.



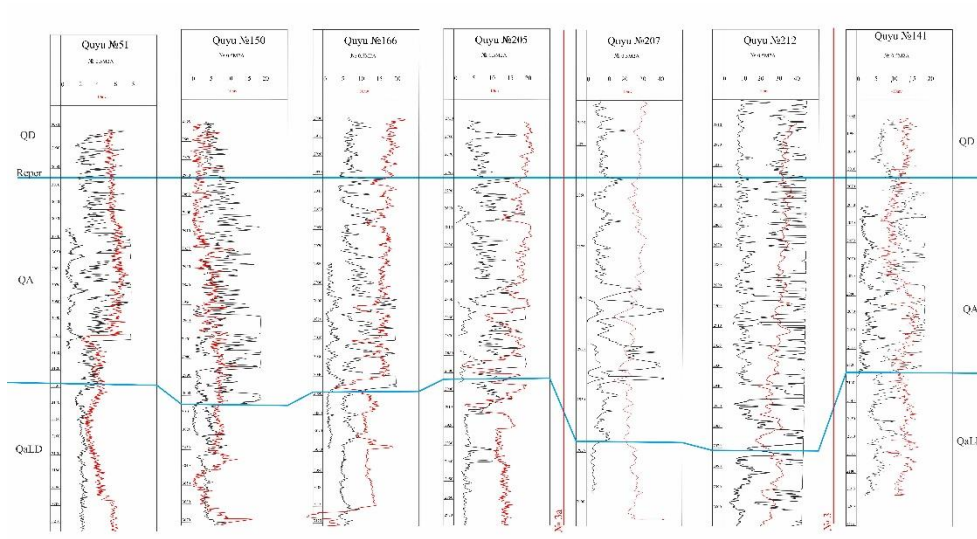
Giriş: Gürgən-dəniz yatağı xəzər dənizində Pirallahi adasından cənubda, Abşeron arxipelaqının qərb sahəsində yerləşir. Gürgən-dəniz yatağının geoloji kəsilişi dərin kəşfiyyat quyularının məlumatlarına əsasən öyrənilmişdir. Bu məlumatlar əsasında yatağın geoloji kəsilişində Məhsuldar qat (MQ) ((Qırmakı lay dəstəsi(QD), Qırmakı altı lay dəstəsi (QA), Qala lay dəstəsi (QaLD)), Ağcağıl, Abşeron mərtəbəsinin çöküntüləri, tağ hissədə isə Suraxanı lay dəstəsinin çöküntülərinin olması aşkar olunmuşdur. Yataq işlənməyə 1947-ci ildə qırışıqın cənubi-qərb qanadında qazılmış 7 sayılı quyu ilə daxil olmuşdur. Yataq üstəgəlmə qırılması ilə üstəgəlməüstü (QDüü, QAüü, QaLDüü) və üstəgəlməaltı (QDüa, QAüa, QaLDüa) blokları olmaqla iki hissəyə bölünür.

Tektonik baxımdan yataq Pirallahi adasının cənub qırışıqının cənub-şərq batımıdır. Qırışıq ilk dövrdə antiklinal formada olmuş, amma sonradan inkişafını davam etdirərək iri qırılmalarla mürəkkəbləşmişdir. Yatağın cənub-qərb qanadı şimal-şərq qanadının üzərinə doğru sürüşmüş və üstəgəlmə əmələgəlmişdir. Bu üstəgəlmə qırılması Pirallahi strukturunda izlənən üstəgəlmənin davamıdır. Strukturun uzunluğu 9.5 km, eni isə 1.5 km-dir [2].

Məsələnin qoyuluşu: Tədqiqatın apardıda görmək olar ki, uzun müddət işlənmədə olan bir çox yatağın strukturu yeni quyular qazıldıqca və əlavə geoloji tədqiqatlar apardıqca müəyyən dəyişikliklərə məruz qalır. Alınan yeni məlumatlara görə yataqların geoloji quruluşu dəqiqləşdirilir. Bu dəqiqləşdirmə işlərində seysmik materiallardan, sahə üzrə qazılmış quyuların korataj məlumatlarından, geoloji profilərdən, korrelyasiya sxemlərindən, struktur xəritələrdən və s. istifadə olunur. Məhsuldar layların və ya strukturların öyrənilməsi onun kəsilişi ilə yanaşı sahəsində də gedən bütün struktur-fasial, tektonik və s. dəyişmələrin aşkar edilməsini tələb edir [1]. Aşkar edilən dəyişikliklər nəzərə alınaraq horizontların tavanına görə struktur xəritələr qurulmalı, neft ehtiyatlarını dəqiqləşdirilməli, ehtiyat artımı müqayisə edilməli və geoloji risklər qiymətləndirilməlidir. Bütün bunları nəzərə alaraq tədqiqat obyektini olan Gürgən-dəniz yatağının son illərdə yeni qazılmış quyuların (207, 208, 210, 211, 212, 213) məlumatını əsas götürərək, əvvəlki geoloji və geofiziki məlumatlardan da istifadə edərək, struktur tektonik xüsusiyyətlərinin dəqiqləşdirilməsinə ehtiyac olduğunu hesab edilir. Bu məsələ aşağıdakı həll üsullarından istifadə edilərək araşdırılmışdır.

Həll üsulları: İlk növbədə korrelyasiya sxemi qurulmuşdur. Yeni quyuların koratajlarına baxdıqda və çöküntülərin stratigrafik sərhədlərini təyin etdikdə bu qiymətlərin struktur xəritəyə uyğun olmadığı və əvvəlki illərin məlumatlarından fərqləndiyi ortaya çıxdı. Korrelyasiya sxemində 51, 141, 150, 166, 205, 207, 210, 212 nömrəli quyular iştirak etmişdir (şəkil 1). Bu quyuları reper xəttinə gətirdikdən sonra məlum oldu ki, əsas dəyişiklik üstəgəlməaltı olan hissədədir. Məhz bunun üçün yenidən QAüa lay dəstəsini reper olaraq götürüb, korrelyasiya sxemi tərtib olundu. Korrelyasiya sxemində 207 və 212 nömrəli quyular son illərdə qazılmış quyulardır. Son struktur xəritələrə görə 141 nömrəli quyu üstəgəlməaltı hissəsində 210 nömrəli özülün cənubundan keçən 3 nömrəli qırılma ilə digər blokdan ayrılırdı. Əvvəlki illərdə qazılmış quyularla müqayisədə məlum oldu ki, məhz bu 207, 210 və 212 nömrəli quyular üstəgəlməaltı hissədə QD, QA və QaLD çöküntülərini açmışdır. İlk dəfə olaraq bu quyularda QaLDüa lay dəstəsinin açılmasını korrelyasiya ilə sübut edirik. Reper olaraq götürdüyümüz QA horizontunun korataj konfigurasiyasını və qalınlığını nəzərə alaraq bu quyuların QaLD horizontunu açdığı müəyyən olunur. Burada hər üç lay dəstəsi üstəgəlməaltı hissədə olan digər quyularla korrelyasiya edilmiş

və stratigrafiq sərhdələr təyin olunmuşdur. Bu qiymətlərdən geoloji profilərin və struktur xəritələrin qurulmasında istifadə edilmişdir.



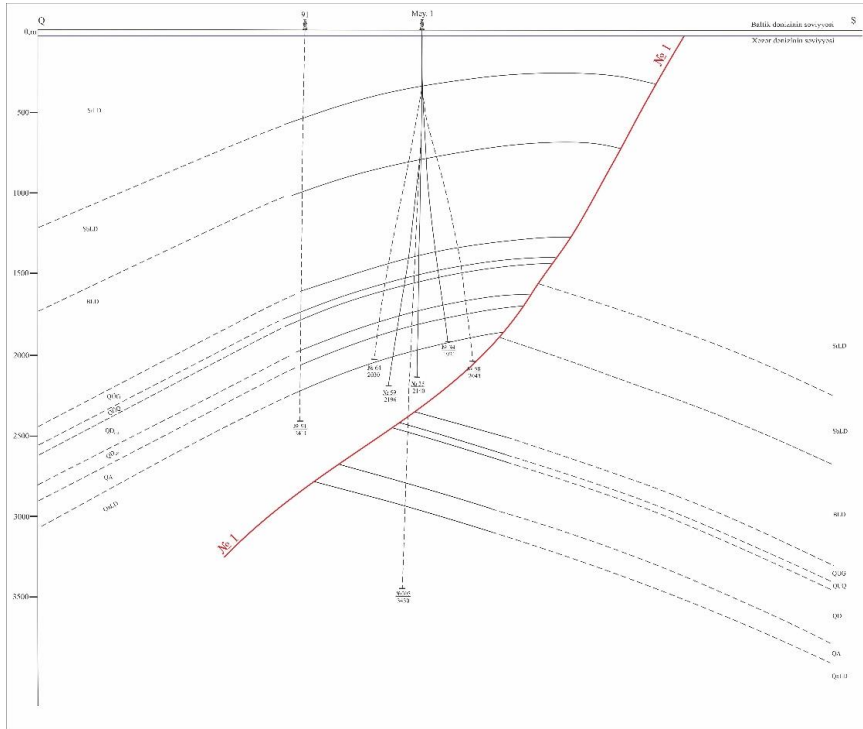
Səkil 1. Korrelyasiya sxemi

Yatağın strukturunu dəqiqləşdirmək və aldığımız nəticələrin doğruluğunu sübut etmək məqsədi ilə tərəfimizdən iki geoloji profil (1 uzununa və 1 eninə) tərtib edilmişdir. Uzununa geoloji profil yeni quyulardan keçəcək istiqamətdə seçilmiş və quyuların inklinometr məlumatlarına istifadə edərək qurulmuşdur (şəkil 2). Profildə xəttinə 141, 212, 207, 102, 205, 150, 55 nömrəli quyular aid edilmişdir. Profil qurulduqdan sonra bir daha sübut olunmuşdur ki, 207, 210 və 212 nömrəli quyular üstəgəlməaltı hissədə digər quyularla geoloji uyğunluq əmələgətirmir. Onlar ayrıca tektonik bloka aid olub, yeni blok əmələgətirirlər. Bu da öz növbəsində əlavə olaraq üstəgəlməaltı hissədə №3a qırılmasının olmasını sübut edir. Bu yeni qırılma 205 nömrəli quyunun şimalından quyuya yaxın şərq-qərb istiqamətdə uzanır. Qırılmanın amplitudası 90-110 m arasında dəyişir. Qırılmanın mövcudluğu hər üç lay dəstəsində müşahidə olunur. QaLDüa lay dəstəsinin açılması da qırılmanın bu hissədə olması bir daha sübut edir. Profildən göründüyü kimi №1 qırılma üstəgəlməüstü ilə üstəgəlməaltı hissəni bir-birindən ayıran üstəgəlmə qırılmasıdır.

Bu qırılmanın geoloji vəziyyətini daha yaxşı müşahidə etmək və yataq haqqında daha dolğun məlumat vermək məqsədi ilə II-II eninə geoloji profil tərtib edilmişdir (şəkil 3). Profildə 91, 64, 59, 205, 35, 34, 58 quyular iştirak edir. Profil 205 nömrəli quyudan keçirilmişdir ki, üstəgəlmə qırılması və üstəgəlməaltı hissə yaxşı müşahidə edilsin. Profil xətti uzununa istiqamətli №1 üstəgəlmə qırılmasını kəsir və bu uzununa qırılma sayəsində cənub-qərb qanad şimal-şərq qanadın üzərinə yatmış, üstəgəlmə əmələgətirmişdir. Qırılmanın vertikal amplitudu 1000-1200 m-dir.

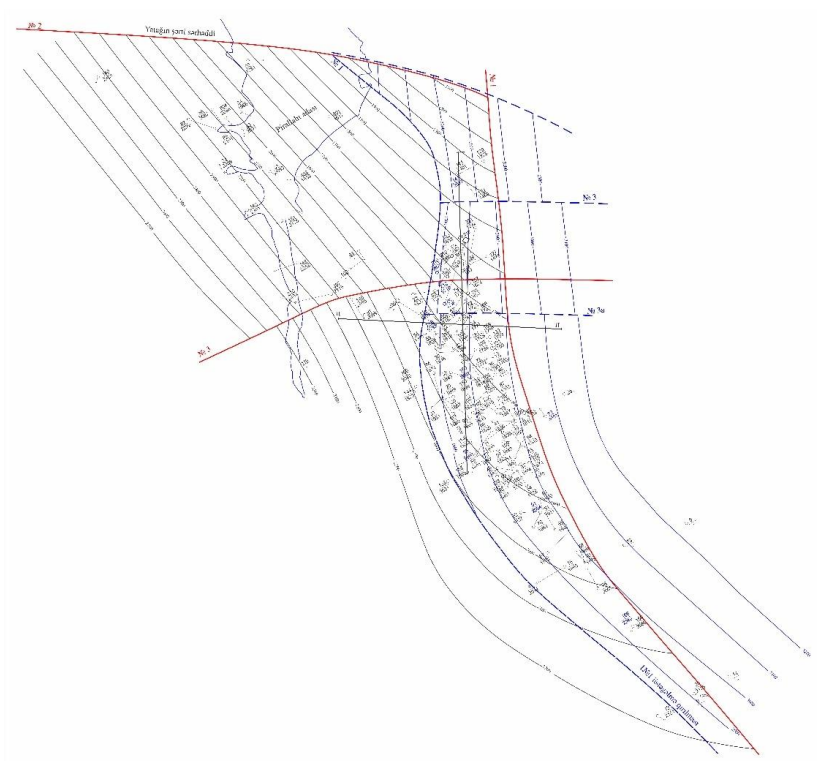


Yuxarıda qeyd olunan araşdırmalarımız ilə təsdiq olunmuşdur ki, üstəgəlməaltı hissədə №3 qırılmadan başqa №3a qırılması da mövcuddur. Struktur xəritə qurularkən seysmik materiallardan, quyuların korataj göstəricilərindən və inklinometr məlumatlarından istifadə edərək tavanın mütləq qiymətləri tapılmışdır [3]. Sonradan tavan qiymətlərinin uyğun struktur xəritələrə əlavə olunduqda, bu quyuların üstəgəlməaltı hissəyə uyğun gəlmədiyi ortaya çıxmışdır. Bunu və yuxarıdakı nəticələri də əsas götürərək yeni quyuların ayrıca blok əmələgətirdiyi bir daha sübut olundu. 205, 150 nömrəli quyulara və 207, 210, 212 nömrəli quyulara əsasən №3a qırılması əlavə edilmişdir. Struktur xəritələrdən QA xəritəsi nümunə olaraq verilmişdir (şəkil 4). Bundan başqa hər üç lay dəstəsinin struktur xəritələri müqayisə edildikdə №3 üstəgəlməaltı qırılmasının əvvəlki yerində olması qeyri-mümkündür.



Səkil 3. Gurgan-dəniz yatağı. II-II eninə geoloji profil.

Buna səbəb üstəgəlməaltı hissədə olan QaLD xəritəsinin eyni hipsometrik dəriklidə olan izoxəttləri QD lay dəstəsinin eyni dərinlikdə olan izoxəttlərini kəsməsidir. Yeni quyuların nəticələri bizə imkan verir ki, №3 qırılmanı nisbətən şimal 141 nömrəli quyunun yaxınlığından keçirək. Dəyişiklikləri hər üç lay dəstəsinin məlumatları təsdiq edir və onlar nəzərə alındıqda ortaya yenilənmiş struktur xəritələr çıxır. Hər üç xəritə tərtib olunmuş və mürəkkəb quruluşu olan Gurgan-dəniz yatağının strukturu yenidən dəqiqləşdirilmişdir. Alınan ümumi nəticələr aşağıda göstərilmişdir.



Səkil 4. Gürqan-dəniz yatağı. QA tavanına görə struktur xəritə.

- Nəticə:** 1. Korrelyasiya sxemi əsasında yeni quyuların stratigrafik sərhədləri təyin olunmuş və 207, 210 və 212 nömrəli quyularda QaLD çöküntüləri müşahidə edilmişdir.
2. Uzununa geoloji profil tərtib olunmuş və üstəgəlməaltı hissədə yeni blokun olduğu sübut olunmuşdur
3. №1 üstəgəlmə qırılmasının yeri QD, QA və QaLD lay dəstələrinə görə təyin olunmuş və struktur xəritədə göstərilmişdir. Üstəgəlmə hissəsinin sahəsi eninə istiqamətdə genişlənməmişdir.
4. Üstəgəlməaltı hissədə №3 qırılmanın yeri dəqiqləşdirilərək nisbətən şimala dəyişdirilmişdir.
5. Strukturun üstəgəlməaltı hissəsinə yeni №3a qırılması əlavə olunub.
6. Üstəgəlməaltı hissədə yeni blok əlavə olunaraq üç blokdan ibarət olmuşdur.
7. Yeni blokun neft-qaz perspektivliyinin qiymətləndirilməsi təklif olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Baghirov B.Ə. Neft-qaz mədən geologiyası, Bakı 2011. Səh. 51.
2. Salmanov Ə.M., Eminov E.Sh., y.e.f.d. Abdullayeva L.A. Azərbaycan neft yataqlarının işlənilməsinin cari vəziyyəti və geoloji m'dən göstəriciləri (bakalavr 050602 - "Geologiya mühəndisliyi" ixtisası üzrə təhsil alan tələbələr üçün metodik vəsait) Azərbaycan dilində, Bakı. Səh.13.
3. Ulvi Zamanbayov Seismic Facies Analysis of Lower Productive Series of Gorgan-Deniz Field in South Caspian Basin with the Aid of Seismic Attributes //SPE Annual Caspian Technical Conference scheduled to be held virtually on 5 - 7 Oct 2021.



DEPENDENCE OF THE PROPERTIES OF SULFUR AND PEROXIDE VOLCANISES BASED ON A MIXTURE OF ISOPRENE WITH POLYVINYL ACETATE ON THE STRUCTURE OF THE VOLCANIZATION NETWORK

Sabina Rahimova

Azerbaijan-French University, Department of Chemistry, Chemistry teacher, PhD, E-mail: sabinarahimova.d@gmail.com

The effect on the crosslinking process of modified isoprene rubber (SKI-3-PVA) with the participation of sulfur and dicumyl peroxide (PD) in the presence of hexachloroparaxylene (HCPA) and 2,4-dichloro-6-dimethyl-amino sym triazine was studied. It was found that, depending on the length of time, the number of crosslinks in these systems (SKN-3-PVA + sulfur + GHPK + ZnO; SKI-3-PVA + PD + GHPK) is 2.5×10^5 and 1.9×10^5 mol / cm³, respectively, per Based on the observed changes in the parameter of the spatial grid of the crosslinked samples, the yield of effective crosslinks was calculated. It was shown that in the presence of dicumyl peroxide in filled systems, the number of crosslinks decreases, and a decrease in crosslinks is also observed. Comparative tests of elastomeric materials based on SKI-3 - PVA copolymers in liquid aggressive media were carried out. Sol-gel analysis found that with an increase in the content of the copolymer in isoprene, the concentration of the number of cross-linked molecules in the copolymer increases. It is shown that the physical and mechanical properties of filled vulcanizates are inferior to sulfuric ones in strength properties, but surpass peroxide ones in thermal aging and the action of solvents. It was found that an increase in aging with an increase in the heating time of the samples indicates the formation of additional cross-links. The role of zinc oxide in the peroxide crosslinking of the SKI-3 - PVA copolymer has been studied. It was found that the introduction of zinc oxide has a noticeable effect on the rate of sulfur and peroxide crosslinking of mixtures based on SKI-3 - PVA copolymers, an increase in the structuring time of mixtures, destructive processes are observed, and the number of crosslinks and crosslinks decreases.

It was found that the physical and mechanical properties of peroxide vulcanizates are inferior to sulfuric ones in strength properties, but they are superior to peroxide ones in thermal aging. It is shown that an increase in the resistance to aging with an increase in the heating time of the samples indicates the formation of additional cross-links. As a result of the reaction with oxygen and the accumulation of interacting polar groups. A decrease in the degree of swelling is associated with the formation of C-C chemical bonds in elastomers, it effectively participates in the formation of cross-links during peroxide vulcanization.

The nature of the interaction of sulfur PD, HCPC, and DCDEAST with elastomers was judged by the change in the conditional number of crosslinks (n_c) and the number of crosslinked molecules ($1 \setminus Ms$) in unfilled sulfur and peroxide vulcanizates. It is shown that in sulfur peroxide mixtures based on SKI-3-PVA with the proposed agents at room temperature it causes the formation of effective crosslinks, and with an increase in the duration of heating in systems 1, 2, the number of crosslinked molecules increases.

An increase in resistance to aging with an increase in the heating time of the samples indicates the formation of additional cross-links as a result of the reaction with oxygen and the accumulation of interacting polar groups. A decrease in the degree of swelling is associated with the formation of



C - C chemical bonds in elastomers, effectively participating in the formation of a network of crosslinks during peroxide vulcanization.

Thus, the analysis of the results of the studies performed allows us to conclude that elastomers based on the isoprene copolymer SKI-3-PVA obtained with the participation of vulcanizing agents of sulfur and peroxide (PD) in the presence of hexachloroparaxylylene (HCP) and triazine compounds are superior to those known in terms of thermal stability, aging in strength and accumulation of permanent deformation in aggressive environments.

Keywords: isoprene, polyvinyl acetate, hexachloroparaxylylene, peroxide dicumil, vulcanization, modification

ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ СЕРНЫХ И ПЕРОКСИДНЫХ ВУЛКАНИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ СМЕСИ ИЗОПРЕНА С ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТОМ ОТ СТРУКТУРЫ ВУЛКАНИЗАЦИОННОЙ СЕТКИ

Сабина Рагимова

Азербайджано-Французский Университет, Кафедра Химии, Учительница по химии, Диссертант

E-mail: sabinarahimova.d@gmail.com

Изучено влияние на процесс сшивания, модифицированного изопренового каучука (СКИ-3-ПВА) с участием серы и пероксид дикумилы (ПД) в присутствии гексахлорпараксилола (ГХПК) и 2,4-дихлор-6-диметил-амино симм триазина. Установлено, что в зависимости от продолжительности времени число сшивок в указанных системах (СКИ-3-ПВА+сера+ГХПК+ZnO; СКИ-3-ПВА+ПД+ГХПК) составляет $2,5 \times 10^5$ и $1,9 \times 10^5$ моль/см³ соответственно, на основе наблюдаемых изменений параметр пространственной сетки, сшитых образцов рассчитан выход эффективных поперечных связей. Показано, что в присутствии пероксид дикумилы в наполненных системах уменьшается число сшивок, а также наблюдается уменьшение поперечных связей. Проводились сравнительные испытания эластомерных материалов на основе сополимеров СКИ-3 – ПВА в жидких агрессивных средах. Золь-гель анализом установлено, что с увеличением содержания сополимера в изопрене, концентрация число сшитых молекул в сополимере увеличивается. Показано, что физико-механические свойства наполненных вулканизаторов уступают серным по прочностным свойствам, но превосходят пероксидные по тепловому старению и действия растворителей. Установлено, что увеличение старения с ростом времени прогрева образцов, свидетельствует об образовании дополнительных поперечных связей. Изучены роль оксида цинка при перексидном сшивании сополимера СКИ-3 – ПВА. Установлено, что при введении оксида цинка оказывает заметное влияние на скорость серного и пероксидного сшивания смесей на основе сополимеров СКИ-3 – ПВА увеличение времени структурирования смесей наблюдается деструктивные процессы, снижает выхода число сшивок и поперечных связей.

Установлено, что физико-механические свойства пероксидных вулканизаторов уступают серным по прочностным свойствам, но превосходят пероксидные по тепловому старению. Показано, что увеличение сопротивления старения с ростом времени прогрева образцов, свидетельствует об образовании дополнительных поперечных связей. В результате реакции



с кислородом и накопление взаимодействующих полярных групп. Снижение степени набухания связано с формированием С-С химических связей в эластомерах эффективно участвует в образовании поперечных связей при пероксидной вулканизации.

О характере взаимодействия ПД серы, ГХПК и ДХДЭАСТ с эластомерами судили по изменению условного числа поперечных связей (n'_c) и число сшитых молекул ($1/M_c$) в ненаполненных серных и пероксидных вулканизатах. Показано, что у серных пероксидных смесей на основе СКИ-3-ПВА с предлагаемыми агентами при комнатной температуре вызывает образование эффективных поперечных связей, причем с увеличением продолжительности прогрева в системах 1,2 число сшитых молекул увеличивается.

Ключевые слова: изопрен, поливинилацетат, гексахлорпаракилол, пероксиддикумила, вулканизация, модификация

Введение: Вопросам серной и эпоксидной вулканизации эластомеров посвящено большое число работ [1-10]. Однако оптимальные сшивающие системы для изопренового каучука СКИ-3, в частности модифицированного поливинилацетатом (ПВА) СКИ-3-ПВА; (70:30) не изучено.

Применение бессерных вулканизирующих систем обеспечивает образование термически устойчивых связей типа С – С и позволяет значительно расширить температурный интервал эксплуатации эластомерных изделий [11-14].


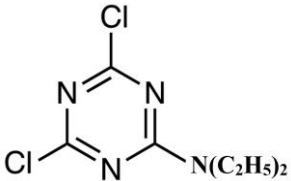
Имеются указания на возможность вулканизации каучуков галогенированными органическими соединениями, позволяющими получать вулканизаты, повышенным сопротивлением тепловому старению [15-17].

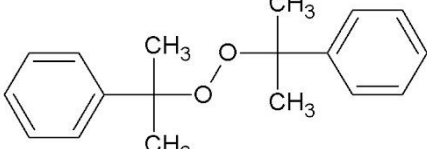
Но до сих пор характер процесса изучен недостаточно, задача состояла в том, чтобы найти подобные агенты бессерной вулканизации для модифицированного СКИ-3-ПВА (70:30).

В данной работе исследовалось вулканизирующее действие ароматических хлорсодержащих пероксидных и триазиновых веществ, содержащих не менее двух хлорированных метильных групп с активного атома хлора и сополярные группы.

В табл.1 показано структура и физические свойства органических продуктов.

Таблица 1. Структура и физические свойства сшивающих агентов

Структура	Температура плавления (Т. пл.)	Молекулярная масса
Гексахлорпаракилол (ГХПК) 	155-162 ⁰ С	309 грамм/моль
Дихлор-диэтил-аминосимтриазин (ДХДЭАСТ) 	98-100 ⁰ С	221 грамм/моль

Пероксид дикумила (ПД) 	110-120 °C	270,37 грамм/моль
---	------------	-------------------

Постановка задачи: Целью настоящей работы было изучение процесса серного и пероксидного сшивания, модифицированного изопренового каучука СКИ-3-ПВА в присутствии гексахлорпараксилола (ГХПК) и 2,4-дихлор-6-диэтиламино - сим триазина (ДХДЭАСТ) представляющих значительный интерес из-за высокотеплостойкости и сшивающего агента.

Решение задачи: В качестве объектов исследований служил модифицированный изопреновый каучук СКИ-3 при соотношении СКИ-3-ПВА (в соотношении 70:30) тщательно перемешивали на лабораторных вальцах в течение 5 мин. а затем вводили необходимые ингредиенты, (состав исследуемых эластомерных смесей приведен в табл.2). Затем формовали образцы в виде пластинок толщиной 0,3мм в электропрессе при температуре 423К x 40 мин.

О характере взаимодействия ПД, СЕРЫ, ГХПК и ДХДЭАСТ с эластомерами судили по изменению условного числа поперечных связей (n_c) и число сшитых молекул ($1/M_c$) в ненаполненных серных и пероксидных вулканизатах которое вычисляли по результатам, полученным методом равновесного набухания толуоле [18]. Число сшитых молекул, находящихся в 1см^3 вулканизата (n_c), определяли методом золь-гель анализа [19-20] физико-механические свойства серных и пероксидных вулканизатор определяли в соответствии с методиками, приведенными в работе [21].

Таблица 2. Состав исследуемых систем

Ингредиенты	Содержание масс. ч. на 100 масс. ч. эластомера			
	1	2	3	4
СКИ-3-ПВА (70:30)	100	100	100	100
Сера	2,0	-	2,0	-
ПД (пероксид дикумила)	-	3,0	-	3,0
ГХПК	3,0	3,0	3,0	3,0
ДХДЭАСТ	1,5	1,5	1,5	1,5
Оксид цинка	5,0	5,0	5,0	5,0
Техуглерод П324	-	-	50	50

Как видно из данных рис.1 у серных и пероксидных смесей на основе СКИ-3-ПВА с предлагаемыми сшивающим (ГХПК, ДХДЭАСТ) агентами уже при комнатной температуре вызывает образование поперечных связей, причем с увеличением продолжительности прогрева в системах 1,2 (см. таблица 2) число сшитых молекул увеличивается (см.рис.1. кр. 1,2,3), причем большее сшивающее действие оказывает серный вулканизат с участием ГХПК и ДЭАСТ.

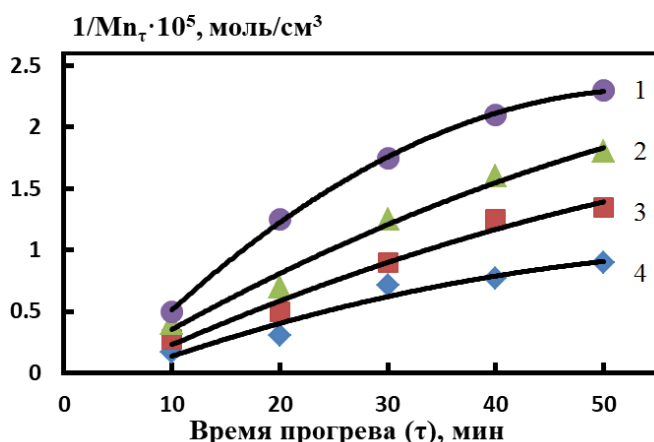


Рисунок 1. Зависимость выхода числа сшитых молекул в вулканизатах на основе СКИ-3-ПВА (70:30) номера кривых соответствуют номера систем, состав которых представлен в табл.2

Как видно из данных рис. 2. увеличивается число поперечных связей для систем 1 (СКИ-3-ПВА+Сера+ГХПК+ДХДЭАСТ) и для серных вулканизаторов составляет 12×10^5 св./см³, для пероксидных (СКИ-3-ПВА + ПДК + ГХПК + ДХДЭАСТ) 9×10^5 св./см³, а для наполненных систем составляет 4 и 6 (рис.2. кр. 3,4). Было изучено также роль оксида цинка при серной и пероксидной вулканизации эластомера (СКИ-3-ПВА) с указанными в рецептуре сшивающими системами. Были изучены также роль оксида цинка при пероксидном сшивании эластомера СКИ-3-ПВА. Установлено, что введение оксида цинка оказывает заметное влияние на скорость серного и пероксидного структурирования смесей, на основе модифицированного СКИ-3-ПВА.

Номера кривых соответствуют номерам систем, состав которых приведены в табл. 1.

Следует отметить, что при увеличении времени прогрева до 90 мин. наблюдается деструктивные процессы, снижается выход число сшивок и поперечных связей.

Одним из эффективных путей улучшения свойств вулканизатов является введение технического углерода [22,23]. При введении тонкодисперсных наполнителей происходит усиление серных и пероксидных вулканизаторов: существенно увеличивается прочность, улучшается сопротивление тепловому старению. В табл. 3 представлены результаты испытаний серных и пероксидных вулканизаторов на основе сополимеров СКИ-3-ПВА наполненных техническим углеродом (система 3 и 4).

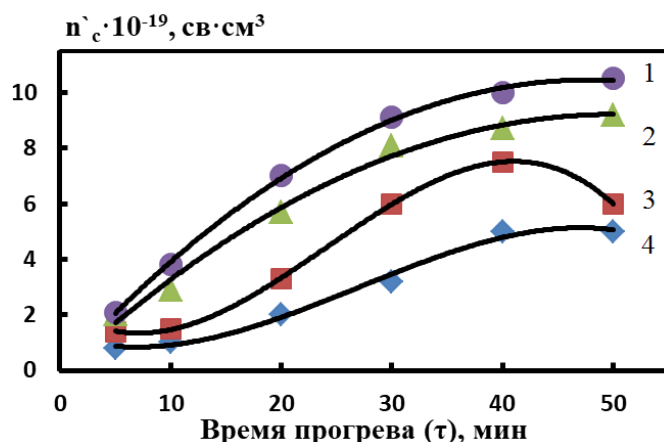


Рисунок 2. Зависимость эффективных поперечных связей после прогрева смесей на основе СКИ-3-ПВА.

Таблица 3. Изменение физико-механических свойств серных пероксидных вулканизатов на основе смеси СКИ-3-ПВА.

Показатели	Вид вулканизации	
	Серный	Пероксидный
	Связь (C-S-C)	Связь (C-C)
Условное напряжение при удлинении 200% МПа	7,6	6,8
Условная прочность при растяжении, МПа	20	18,7
Относительное удлинение % коэффициент теплового старения, 423K, 72ч	520	580
По прочности	0,62	0,17
По относительному удлинению	0,44	0,61
По динамической выносливости	0,72	0,80
Изменение массы при набухания бензин-бензоле(3;1,353K)масс, %	77	56

Физико-механические свойства наполненных вулканизатов представлены в табл.3. Видно, что пероксидные вулканизаты уступают серным по прочностным свойствам, но превосходят пероксидные по тепловому старению и действию растворителей. В целом уровень физико-механических свойств серных вулканизатов близок к уровню свойств пероксидных. Выдержка серных образцов при 423K в течение 150ч приводит к существенному ухудшению их свойств, причем это ухудшение тем меньше, в коэффициент старения тем ниже ухудшаются эксплуатационных свойств эластомера. Можно предположить, что сшивающие системы оказывает стабилизирующее действие в процессе старения, которое тем сильнее, чем выше продолжительности время прогрева. Процесс теплового старения пероксидных и серных вулканизатор на воздухе приводит вероятно к дополнительному структурированию. Увеличение сопротивления старению с ростом времени прогрева образцов, свидетельствует об образовании дополнительных поперечных связей, в результате реакции с кислородом и накопления взаимодействующих полярных



групп. Снижение степени набухания связано с формированием С – С химических связей в эластомерах эффективно участвует в образовании сетки поперечных связей при пероксидной вулканизации [24]. Для выяснения влияния температуры и условий эксплуатации на работоспособность эластомерных материалов (ЭМ) проводили сравнительных испытания эластомера на основе сополимера СКИ-3-ПВА при 423К в жидких средах (табл. 4), в которых работают формовые эластомерные материалы в устройствах насосах машиностроительной промышленности.

Таблица 4. Сравнительные показатели наполненных эластомеров на основе сополимеров СКИ-3-ПВА после испытания в морской воде (1) в индустриальном масле (И-60) (2) и при температуре 373К.

Показатели	Вид вулканизации			
	Известные		Предлагаемый	
	Серная [1]	Пероксидная[1]	Серная С-S-C	Пероксидная С-С
Условная прочность при разрыве, МПа				
I	9	10	12	14
II	13	13	15	17
Коэффициент теплового старения				
I	0,45	0,55	0,63	0,71
II	0,60	0,71	0,80	0,89
По прочности (f_p) По относительному удлинению (E_p)				
I	0,57	0,68	0,75	0,82
II	0,72	0,80	0,86	0,91
Накопление остаточной деформации сжатия, %				
I	70	75	81	85
II	55	59	62	71
Изменение массы после набухания, (% масс)				
I	135	130	110	105
II	80	91	82	87

Полученные данные свидетельствуют о том, что у опытных эластомеров, степень набухания и накопление остаточной деформации сжатия меньше, а коэффициент теплового старения в морской воде и в маслах больше, чем у известных [25]. Прочность при растяжении после контакта со средой для пероксидных вулканизаторов оказалось ниже, чем у серных.

Таким образом, анализ результатов проведенных исследований позволяет сделать вывод, что эластомеры на основе сополимера изопрена СКИ-3-ПВА полученные с участием вулканизующих агентов серы и пероксида (ПД) в присутствии гексахлорпаракисилола (ГХПК) и триазиновых соединений, превосходят у известных по стойкости по тепловому старению по прочности и накоплением остаточной деформации в агрессивных средах.



Заклучение: 1. Изучена в качестве вулканизирующего агента серы и пероксида в эластомерных смесях на основе сополимеров СКИ-3-ПВА.
2. Показано, что в присутствии ГХПК и триазиновых соединений при серной вулканизации значительно с участием оксида цинка, повышается выход число сшитых молекул и эффективных поперечных связей.
3. Установлено, что при пероксидной вулканизации в присутствии наполнителя превосходит у серных вулканизаторов по прочностным свойствам после старения в жидких средах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Averko Antonovich L.A. Ximiya i texnologiya sinteticheskogo kauchuka M.: Ximiya, 2008.
2. Baranwal K. C., & Stephens H. L. Basic elastomer technology (1st Ed). Akron, OH, USA: Rubber Division, American Chemical Society, 2001.
3. Boochathum P., Tanaka Y., Okuyama K. Polymer 1993;34(17):3694.
4. Choi W. Mechanism of accelerated sulfur vulcanization // Nippon Gomuikyokaishi, Vol. 79 (2006) p. 480-486
5. Choi S. S., & Kim E. A novel system for measurement of types and densities of sulfur crosslinks of a filled rubber vulcanizate // Polymer Testing, vol. 42 (2015).
6. Coran A. Y. Encyclopedia of polymer science & engineering (2nd Ed.) 1989.
7. Dluzeski P.R. Peroxide vulcanization of elastomers // Advances in Polymer Technology, 2001, 74 (3): p.451-492.
8. Hayashi Y., Harada M., Takaoka S., Fukushima Y., Yokoyama K., Nishio Y., Tajima Y., Mihara Y., Nakata K., Tayima Y., et al. New polynucleotide useful for producing isoprene monomer, composition specific base pair sequence, 2013
9. Gofmann V. Vulkanizatsiya i vulkanizuyushie agenti - M.: Ximiya, 1968.
10. Henning S. K., & Costin R. Fundamentals of curing elastomers with peroxides and coagents. 2006.
11. Kuznecov E.V., Dinqun S.M., Budarin L.A. Praktikum po ximii i fizike polimerov, M., Ximiya, 2007, 380 p.
12. Lipatov Y.S. Fizika-ximiya mnogokomponentnix sistem. Kiyev, naukova dumka 2006, 268 p.
13. Mamedov Sh.M. Basics of technology for synthesis, processing and vulcanization of BNK, Lap Lambert. Academic Publishing Germany 2015, p 355.
14. Mori K., Nakamura Y. Rubber Chemistry and Technology. Vol 57. 1984-34 p.
15. Mihara Y., Rachi H., Nishio Y., Katashkina Y.J., Kazieva D.E., Andreeva G.I. Method of producing isoprene monomer, 2015
16. Reysfild V.O., Yerkova L.N., Ruban V.L., Laboratorniy praktikum po sinteticheskim kauchukam, M. Ximiya, 1986, p.57
17. Reznichenko S.V., Bolshoy spravochnik rezinshika. Tom 1. Kauchuki i ingreidyenti. - M.: ООО "Izdatelskiy centr "Texinform" MAI", 2012, 168 p.
18. Quirk R. P. Overview of curing & cross-linking of elastomers. Progress in Rubber & Plastics Technology, (1988), Vol 4, p.31-45.



19. Siqov O.V. Modifikaciya kaucukov emulsionnoy polimerizacii // Tekst. Rezinovaya promishlennost, Siryo. Materiali, Texnologiya: tes. VIII nauch.-prakt. konf. Moskva, 14-18 may. 2001.- p. 102-103.
20. Thitithammawong A., Nakason C., Sahakaro K., & Noorder-meer, J. W. M. (2009). Multifunctional peroxide as alternative crosslink agents for dynamically vulcanized epoxidized natural rubber/polypropylene blends. *Journal of Applied Polymer Science*
21. Visakh P. M., Thomas, S., Chandra, A. K., & Mathew, A. P. Advances in elastomers I: blends & interpenetrating networks // Berlin, Germany: Springer (2013).
22. Zaxarov N.D., Belozorov N.V., Osnovniye svoystva rezin i metodi ix opredeleniya. M., Ximiya, 2006.144 p.



ISOLATION WORKS AGAINST IRRIGATION WITH GEL COMPOSITION IN OIL RESERVES AT THE FINAL STAGE OF PROCESSING

Tarlan Ibadzada

Azerbaijan State Oil and Industry University, Department of Oil and Gas Engineering, Master degree.

Email: terlan.ibadzade95@gmail.com

ABSTRACT

At a time of high demand for energy carriers, it is important for the dynamic and long-term development of the oil industry of the country to increase the oil yield of long-term wells using various new methods of impact, along with the discovery, development and development of new and promising facilities.

For the intensive development of the economy of the Republic of Azerbaijan, it is important to increase gas and oil production from oil fields in the Caspian Sea basin and onshore. In this regard, it is important to increase the efficiency of oil production in offshore and onshore fields, to improve the development system, work with the well fund, as well as the application of artificial impact methods.

Due to the complications that occurred during the development of oil fields in the country, some of the wells are either temporarily or completely removed from the exploitation fund. One of these complications is the watering of the well product. Experience in the development of oil fields with different geological and physical properties shows that premature irrigation of existing wells, geological structure of fields, ratio of oil and water viscosity in the extracted fluid, heterogeneity of layers, oil composition, volume of injection and discharge affect.

At present, there is a decrease in the amount of oil in the production of offshore and onshore oil fields, and an increase in water. Although many irrigated wells are insulated and repaired to prevent irrigation, the economic and technological efficiency of these wells is insufficient. Therefore, the creation of new and effective technologies to prevent the flow of water into wells remains relevant.

Premature watering of oil wells results in reductions in oil production, reduced interval between repairs in wells, and corrosion of underground and surface equipment of wells.

Many researchers have noted that it is not advisable to use long-term, large-scale and economically inefficient methods to increase oil production, so the development of more layers with local impact technologies is considered promising. These methods have significant results in the isolation of irrigated areas with higher permeability. This problem can be solved in two ways:

- 1) Isolation of water channels with injection wells
- 2) Isolation of water flow to production wells

Numerous studies have shown that isolating water flow in wells gives better results. The contradiction in pumping oil with injection wells is that, on the one hand, oil production must be maintained high, and on the other hand, a well with high oil production must be irrigated prematurely and subsequently reduce the phase permeability of oil.

Most of the oil fields in the Republic of Azerbaijan are in the final stages of development. As a result, it is important to increase the efficiency of the development of complex oil fields by reducing the volume of associated water and increasing oil production from partially irrigated



formations. The effectiveness of isolating water-washed areas with different compositions is ambiguous. Using a 10% solution of liquid glass and hydrochloric acid as the base material, it is possible to prepare an elastic buffer material to strengthen the wellbore area. It is also possible to create a gel with adjustable setting time by adding a certain amount of a third component to the initial base mixture. Preliminary studies with the added third reagents have shown that an elastic binding composite can be formed by adding urea, laprol and chromium salts to the liquid glass and hydrochloric acid solution. In subsequent studies, 0.1 to 10% Na_2SiO_3 and 10% HCl solution; Viscosity was measured by adding $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, CrCl_3 , KMS and Laprol at 0.5 and 1% by mass.

Keywords: related water, watering rate, gel, liquid glass, urea, laprol, chromium salts, hydrochloric acid

İŞLƏNMƏNİN SON MƏRHƏLƏSİNDƏ OLAN YATAQLARDA GEL KOMPOZİSİYASI İLƏ SU TƏZAHÜRÜNƏ QARŞI TƏCRİD İŞLƏRİ

Tərən İbadzadə

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Neft və qaz mühəndisliyi kafedrası, Magistrant.

Email: terlan.ibadzade95@gmail.com

ABSTRACT

Enerji daşıyıcılarına tələbatın yüksək olduğu dövrdə, respublikamızın neft sənayesinin dinamik və uzunmüddətli inkişafı üçün yeni və perspektivli obyektlərin kəşf olunması, mənimsənilməsi və işlənilməsi ilə birlikdə, müxtəlif yeni təsir üsullarından istifadə olunmaqla uzun zaman ərzində istismarda olan quyuların neft veriminin yüksəldilməsi mühüm əhəmiyyətə malikdir.

Azərbaycan Respublikasının iqtisadiyyatının intensiv inkişafı etməsi üçün, Xəzər dənizi hövzəsindəki və quru sahəsində olan neft yataqlarından qazın və neftin hasilatının artırılması mühüm əhəmiyyətə malikdir. Bununla əlaqədar olaraq dənizdə və qurudakı yataqlarda neft verimi əmsalını yüksəltmək, işlənmə sisteminin, quyular fondu ilə işlərin təkmilləşdirilməsi həmçinin laya süni təsir üsullarının tətbiq edilməsi vacibdir.

Respublikamızda olan neft yataqlarının işlənməsi dövründə baş verən mürəkkəbləşmələrlə əlaqədar olaraq quyuların bir qismi istismar fondundan ya müvəqqəti ya da tamamilə çıxarılır. Bu mürəkkəbləşmələrdən biri də quyu məhsulunun sulaşmasıdır. Fərqli geoloji və fiziki xassələrə malik olan neft yataqlarının işlənilməsi təcrübəsi göstərir ki, istismarda olan quyuların vaxtından qabaq sulaşmaya məruz qalmasına, yataqların geoloji quruluşu, çıxarılan mayenin tərkibində neft və suyun özülülülkləri nisbəti, layların qeyri-bircinsliyi, neftin tərkibi, laya suvurmanın və mayeçixarmanın həcmələri nisbəti təsir edir.

Hal-hazırda istismardakı dəniz və quru neft yataqlarının məhsulunda neftin miqdarının azalması digər tərəfdən, suyun isə artması müşahidə olunur. Sulaşmış quyuların bir çoxunda sulaşmanın qarşısını almaq üçün izolyasiya və təmir işləri aparılırsa da, bunun iqtisadi və texnoloji səmərəliliyi kifayət edəcək qədər deyildir. Buna görə də, quyulara su axınının qarşısının alınması üçün yeni və səmərəli texnologiyaların yaradılması aktuallığını qoruyur.

İstismar olunan neft quyularının vaxtından daha tez sulaşması neft hasilatında azalmalara, quyularda təmirlərarası müddətin azalmasına, quyuların yeraltı və yerüstü avadanlıqlarında korroziyanın yaranması ilə nəticələnir.



Bir çox tədqiqatçılar qey etmişlər ki,neft hasilatının yüksəldilməsi üçün uzunmüddətli, geniş miqyaslı və qitisadi cəhətdə səmərəli olmayan üsullardan istifadə olunması məqsədyönlü olmadığı üçün, daha çox layların lokal təsir texnologiyaları ilə işlənməsi perspektivli sayılır. Bu üsullar daha çox yüksək keçiriciliyə malik, sulaşmış sahələrin təcrid edilməsində əhəmiyyətli nəticələr verir. Bu problem iki üsulla həll oluna bilər:

1. Vurucu quyularla su keçirən kanalların təcridi
2. Hasilat quyularına su axınının təcridi

Aparılmış çoxsaylı tədqiqatlar göstərmişdir ki, quyularda su axınının təcrid edilməsi daha yaxşı nəticələr verir. Neftin vurucu quyularla sıxışdırılmasında zidiyyət ondan ibarət olur ki, bir tərəfdən neft hasilatını yüksək saxlanılmalıdır, digər tərəfdən isə yüksək neft hasilatına malik olan quyunun vaxtından tez sulaşması və daha sonra neftin faza keçiriciliyinin azalması ilə nəticələnməsidir.

Azərbaycan Respublikasındakı neft yataqlarının çoxu işlənmənin son mərhələsindədir. Nəticədə, əlaqəli suyun həcmi azaltmaq və qismən sulaşmış formasiyalardan neft hasilatını artırmaqla kompleks neft yataqlarının işlənməsinin səmərəliliyinin artırılmasının aktuallığı çox əhəmiyyətli olur. Müxtəlif kompozisiyalarla su ilə yuyulmuş sahələrin təcrid edilməsinin səmərəliliyi birmənalı olmur. Maye şüşə və xlorid turşusunun 10%-li məhlullarından baza materialı kimi istifadə etməklə quyudibi sahəni bərkitmək üçün elastiki tamponaj materialı hazırlamaq mümkündür. Həmçinin ilkin baza qarışığına müəyyən miqdarda üçüncü komponent əlavə etməklə bərkimə müddəti tənzimlənən gel yaratmaq olar. Əlavə olunan üçüncü reagentlər ilə aparılan ilkin tədqiqatlardan müəyyən olundu ki, maye şüşə və xlorid turşusu məhluluna karbamid, laprol və xrom duzu əlavə etməklə elastiki bərkidici kompozit yaratmaq olar. Növbəti tədqiqatlarda 10%-li Na_2SiO_3 və 10%-li HCl məhluluna 0.1; 0.5 və 1% kütlə miqdarlarında $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, CrCl_3 , KMS və Laprol əlavə etməklə özlülüğü ölçülmüşdür.

Açar sözlər: əlaqəli su, sulaşma dərəcəsi, gel, maye şüşə, karbamid, laprol, xrom duzları, xlorid turşusu

Giriş: Azərbaycan Respublikasındakı neft yataqlarının çoxu işlənmənin son mərhələsindədir. Bu yataqların xarakterik bir xüsusiyyəti, əksəriyyəti bərpa etmək çətin olan ehtiyatların payına aid olan quyularda yüksək sulaşması ilə mürəkkəbləşən əhəmiyyətli miqdarda qalıq ehtiyatlardır. Onlar, öz növbəsində, neft hasilatını stimullaşdırmaq və su axını məhdudlaşdırmaq üçün quyularda görülən tədbirlərin səmərəliliyinin azalmasına səbəb olur. Nəticədə, əlaqəli suyun həcmi azaltmaq və qismən sulaşmış formasiyalardan neft hasilatını artırmaqla kompleks neft yataqlarının işlənməsinin səmərəliliyinin artırılmasının aktuallığı çox əhəmiyyətli olur.

Müxtəlif kompozisiyalarla su ilə yuyulmuş sahələrin təcrid edilməsinin səmərəliliyi birmənalı olmur. Müsbət nəticə, təsirlənmiş obyektlərin geoloji və fiziki şərtlərindən asılıdır. İş bütün geoloji və sahə məlumatlarının əhəmiyyətini və əsaslandırılmasını müəyyən etmək, tərkibə daxil olan reaktivlərin dəyərini azaltmaq və suyu təcrid edən kompozisiyanın tərkibini optimallaşdırmaq məqsədi daşıyır [1, səh. 106-111; 2, səh. 111-120; 3, səh. 25-39].

Məsələnin qoyuluşu: Uzun müddət quyu istismarı kəmərdə sızmaların meydana gəlməsinə və kəmərxarxasındakı su axınlarına səbəb oldu. Su vurulması, enjeksiyon suyun hasilat quyularının dibinə keçməsinə şərait yaradır.

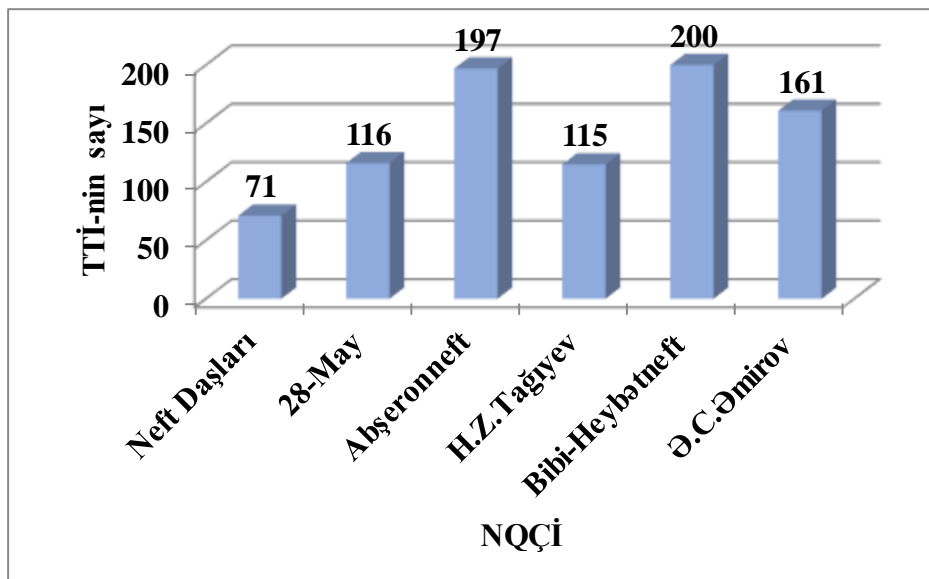


Quyuların istismarı prosesində yataqlarda sulaşmaya qarşı obyektiv və subyektiv mübarizə aparılmadığından quyuların potensial neft və qaz hasilatı imkanlarından səmərəli istifadə olunmur, bu isə gələcəkdə yatağın işlənməsinin texniki-iqtisadi göstəricilərinin səviyyəsinə öz mənfi təsirini göstərir. Quyu məhsulunun sulaşması yeraltı və yerüstü avadanlıqların korroziyaya uğramasını sürətləndirir və onların vaxtından əvvəl sıradan çıxmasına səbəb olur.

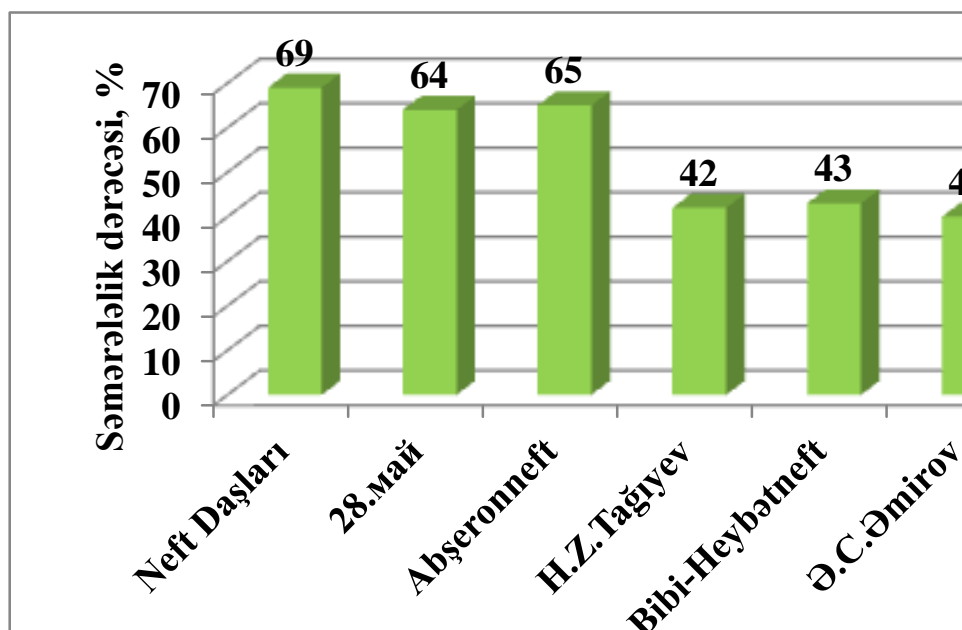
Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq “Azneft” İB-nin yataqlarında beş il ərzində aparılan tədbirlərin təhlili aparılmışdır.

“Azneft” İB-nin yataqlarında 2013-2017-ci illərdə suya qarşı aparılan təcrid-bərpa işlərinin nəticələri tədqiq edilmişdir. Yataqda bu illər ərzində 860 təcrid bərpa işləri aparılmışdır və şəkil 1 - də verilmişdir.

Aparılmış təcrid-bərpa işlərinin 2013-2017-ci illər üzrə səmərəlilik dərəcəsi isə şəkil 2-də verilmişdir.



Şəkil 1. “Azneft” İB-nin yataqlarında 2013-2017-ci illər ərzində aparılan təcrid bərpa işləri



Şəkil 2. “Azneft” İB-nin yataqlarında 2013-2017-ci illər ərzində aparılan təcrid bərpa işlərinin səmərəlilik dərəcəsi

Həll üsulları: Maye şüşə və xlorid turşusunun 10%-li məhlullarından baza materialı kimi istifadə etməklə quyudibi sahəni bərkitmək üçün elastiki tamponaj materialı hazırlamaq mümkündür.

Həmçinin ilkin baza qarışığına müəyyən miqdarda üçüncü komponent əlavə etməklə bərkimə müddəti tənzimlənən gel yaratmaq olar.

Əlavə olunan üçüncü reagentlər ilə aparılan ilkin tədqiqatlardan müəyyən olundu ki, maye şüşə və xlorid turşusu məhluluna karbamid, laprol və xrom duzu əlavə etməklə elastiki bərkidici kompozit yaratmaq olar. Növbəti tədqiqatlarda 10%-li Na_2SiO_3 və 10%-li HCl məhluluna 0.1; 0.5 və 1% kütlə miqdarlarında $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, CrCl_3 , KMS və Laprol əlavə etməklə özlülüyü ölçülmüşdür. Nəticələr aşağıdakı şəkillərdə verilmişdir.

Laylarda texnoloji əməliyyatı apararkən vacib parametrlərdən biri gel əmələgətirmə müddətinin ilkin və son nöqtəsinin təyin edilməsidir. Tədqiqatlar zamanı başlanğıc olaraq 10%-li Na_2SiO_3 və 10% HCl qarışığına 1% AlCl_3 , CrCl_3 , KMS, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, Laprol əlavə etməklə vizual olaraq bərkimə prosesi tədqiq olunmuş və nəticələrə əsasən tədqiqatın sonrakı proseduru təklif edilmişdir. Əldə olunan nəticələr aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 1. 10%-li Na_2SiO_3 və 10% HCl qarışığına 1% AlCl_3 , CrCl_3 , KMS, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ və Laprol əlavə etməklə 0-48 saat müddətində ilkin vizual strukturun və bərkimənin müşahidəsinin nəticələr.



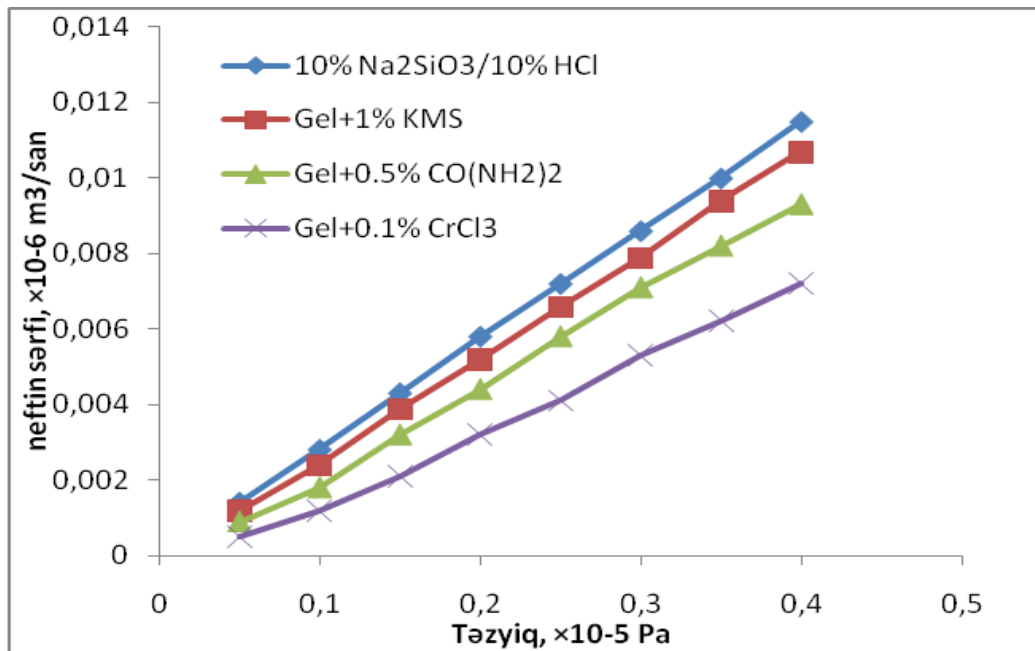
	Komponentlərin miqdarı, %-lə					Nəticə		
	Na ₂ S iO ₃ %	H Cl %	A ICl ₃ %	Cr Cl ₃ %	La prol %	İlkin anda	6 saat sonra	40-48 saat sonra
	10	1 0	-	-	-	Gel müşahidə olunmur	Heç bir dəyişiklik yoxdur	Bütün həcmdə bərkimiş elastiki şəffaf gel əmələ gəlib
	"-	- "	1	-	-	Al ₂ (SiO ₃) ₃ dərhal alınır və dibə çökür	Dibə çökmüş olduğu kimi qalıb, duz formasında	əvvəlki vəziyyətdən fərqlənməyən yalnız dibdə olan ağ rəngli kütlə
	"-	- "	-	1	-	Cr ₂ (SiO ₃) ₃ dərhal alınır və dibə çökür	Dibə çökmüş olan duz olduğu kimi qalıb	Dibdəki kütlə qalmaqda. Maye hissəsi az axıcılığı olan gələ çevrilib
	"-	- "	-	-	1	Özlü məhlul alınır, səthdə köpük görünür	Dibdə iri ölçülü, səthi hamar ağ kütlə görünür. Maye hissə isə cüzi özlü halındadır	Dibdəki ağ kütlə olduğu kimi qalıb, maye hissənin səthi adgeziyalı laprolla örtülüb, ortada maye hissə qalıb
	"-	- "	1	-	1	Asan dağılan ağ rəngli həcm boyu gələ bənzər kütlə alınır. Səthdə az miqdar maye	Kövrək horraya bənzər dağıla bilən kütlə formalaşır	Əlaqəli olmayan, dağınıq duza oxşar bərkimiş və üzərində cüzi miqdar maye olan kütlə formalaşır
	"-	- "	-	1	1	Bütün həcm boyu açıq göy-yaşıl rəngli yumşaq kütlə alınır.	Qeyr-bircins yayılmış ağ-göy-yaşıl rəngli bərk kütlə bütün həcmi tutur	Tamamilə bərkimiş, kristal hala oxşar, ovula bilən açıq-göy-yaşıl rəngli bərk material əmələ gəlib

Digər tərəfdən gələmələ gəlmə prosesinə Cr³⁺ ionun və karbamidin təsirini öyrənmək üçün 100 ml həcmdə 1.6%-li CrCl₃ və 4%-li karbamid – CO(NH₂)₂ məhlulu hazırlanılır. Hansı ki, 10 ml 10%-li xlorid turşusu ilə 10 ml 10%-li maye şüşəni qarışdırıldıqda alınan məhlulun ümumi kütləsinin 0.1, 0.5 və 1%-i qədər üçüncü komponent əlavə etmək üçün həmin məhlullardan 0.5, 2.5 və 5 ml uyğun məhlul etdikdə tələb edilən faiz şərti ödənilmiş olsun. Bu məqsədlə 4.15 q. CrCl₃ duzu və 4.15 q. CO(NH₂)₂ ayrı-ayrılıqda şirin suda həll edildi.

Cədvəl 2. Lay modelində tədqiqatlar

Tədqiqat mərhələləri		GƏM-in miqdarı, məsaməli mühitin həcmilə	P _{vurulma} , MPa	T, gün	Əməliyyatdan sonra		
					P _{giriş} , MPa	K, 10 ⁻¹² m ²	Məsamələrin tutulma əmsalı, C
İlk hal		-	-	-	-	3,2	-
10% Na-silikat 10% HCl	I	1	0,6	3	1,0-1,6	0,140	0,892
	II	2,5	0,5-0,6	2	0-0,24	0	0,904
	III	-	-	2	0,30	0,027	0,916
	IV	-	-	2	0,4-2,0	0,060	0,935
	V	-	-	2	0,15-0,26	0,130	0,924
Gel+0.1% CrCl ₃	I	1	0,6	3	1,0-1,6	0,134	0,941
	II	2,5	0,5-0,6	2	0-0,24	0,089	0,953
	III	-	-	2	0,30	0,126	0,964
	IV	-	-	2	0,4-2,0	0,076	0,983
	V	-	-	2	0,15-0,26	0,082	0,977
Gel+0.5% karbamid	I	1	0,6	3	1,0-1,6	0,127	0,933
	II	2,5	0,5-0,6	2	0-0,24	0,073	0,942
	III	-	-	2	0,30	0,118	0,958
	IV	-	-	2	0,4-2,0	0,092	0,964
	V	-	-	2	0,15-0,26	0,146	0,947
Gel+1% KMS	I	1	0,6	3	1,0-1,6	0,131	0,928
	II	2,5	0,5-0,6	2	0-0,24	0,078	0,934
	III	-	-	2	0,30	0,129	0,943
	IV	-	-	2	0,4-2,0	0,082	0,948
	I	-	-	2	0,15-0,26	0,168	0,934

GƏM-in lay modelinə vurulmasından müxtəlif rejimlərdə neftin süzülməsi prosesi, sonra həmçinin neftli təbəqə modeli müşahidə edilmiş və keçiriciliyi də yoxlanmışdır.



Şəkil 3. Neftli təbəqənin süzmə xarakteristikası

Sonra eksperimentlər lay modelinə uyğun olaraq davam etdirilmişdir. Şəkil 3-dən göründüyü kimi 10%-li Na₂SiO₃ və 10%-li HCl qarışığına kütlənin 0.1-0.5% miqdarında Cr³⁺ ionları olan duz əlavə etdikdə süxur məsamələrinin tutulma dərəcəsi çox olduğundan nisbi keçiricilik az olur. Bu onu göstərir ki, 0.5% karbamid yaxud 0.1-0.5% xrom duzu olan maye şüşə-xlorid turşusu qarışığından suyun təcridi üçün mədən şəraitində effektiv tamponlayıcı material kimi istifadə etmək olar.

Nəticə: 1.Mövcud geoloji tədqiqat şəraitdə gel əmələgətirən sistemlərlə quyuların su axınının təcrid edilməsi üsulunun tətbiqinin daha məqsədəuyğun olduğu müəyyən edilmişdir.

2.Qeyri-bircins layların quyudibi sahəsində sulaşmış təbəqələrin təcrid edilməsi məqsədilə istifadə olunması nəzərdə tutulan kimyavi reagentlər tətbiq olunmuş və texnologiyanın işlənməsi üçün zəruri parametrlər təyin edilmişdir.

3.10%-li Na₂SiO₃ və 10%-li HCl qarışığına kütlənin 0.1-0.5% miqdarında Cr³⁺ ionları olan duz əlavə etdikdə süxur məsamələrinin tutulma dərəcəsi çox olduğundan nisbi keçiricilik az olur. Bu onu göstərir ki, 0.5% karbamid yaxud 0.1-0.5% xrom duzu olan maye şüşə-xlorid turşusu qarışığından suyun təcridi üçün mədən şəraitində effektiv tamponlayıcı material kimi istifadə etmək olar.

ƏDƏBİYYƏT

1. Ahmad Fariz F., Novruzova S.G., E.V. Gadashova. "Causes and analysis of water encroachment of some offshore fields products of Azerbaijan". New sof the academy of sciences of the republic of Kazakhstan Satbayev university. May-june-2021, № 3. P. 106-111



2. Fariz.F.Əhməd, Ş.P.Kazımov, L.Q.Hacıkərimova. “Lay və kəmərarxasından gələn suyun qarşısının alınması”. Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin İsmail Quliyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Dəniz neft və qaz yataqlarının işlənməsinin aktual problemləri” mövzusunda konfransın materialları.Səh. 111-120. Bakı-2017.
3. Taziyev M.M., Saqitov D.K. Metodiçiskiye osnovı proqnozirovaniya dinamiki proqressa obvodneniya dobıvayuşix skvajin na osnove promıslovoy geoloqo-texniçeskoy informasii o stroyenii ekspluatasionnıx obyektov i rejimax rabotıskvajını // Neftepromıslovoye delo. 2005. № 12. S. 25–39.



EFFECT OF METAL FIBERS ON THE PROPERTY OF WELL CEMENT

Ulvi Mahmudov

Azerbaijan State Oil and Industry University, Department of Oil and Gas Engineering, Master degree.

Email: ulvimahmudov1991@gmail.com

ABSTRACT

Nowadays more oil and gas fields are developed in unconsolidated sandstone. When the formation consists of poorly cemented rocks, the connections between the rock particles are broken under the influence of forces acting in the bottomhole during oil production (wells), and the rock skeleton is intensively disintegrated and brought to the well by fluid flow. The sand production is considered undesirable product and the control of sand production is considered as one of the main concerns of production engineers. It can damage downhole, and surface production facilities, also increasing the risk of catastrophic failure. Choosing a method for preventing formation sand production depends on different reservoir parameters. The analysis of the production wells, where measures are taken to prevent the sand production, showed that the most effective method is to cover the bottom hole with various mortar materials. However, the current methods of bottomhole strengthening with cement mortars have a number of technological shortcomings which can include limited ductility and little resistance to cracking. According to the results, the efficiency of bottomhole reinforcement in the Absheron field is 40-50%. The reason for the low efficiency of this method is mainly the presence of lithostatic pressure and dynamic (perforation, sliding and lifting) loads applied to the cement barrier in the wellbore area. It is known that the weakest part of cement stone, prone to collapse and wear, is the perforation holes. During the oil production, the volume of sand increases that brought to the well, and around the perforation holes that on the cement stones are formed the collapses and fractures. Due to its low deformation and crack resistance, it cannot withstand these impact loads. Hence there is a need to reinforce the property of cement.

The article presents the results of experimental studies of fiber-reinforced cement recommended for improving the quality of bottomhole coverage in increasing dynamic impact intervals. One of the promising directions to increase the resistance of the cement barrier under dynamic loads is its strengthening against compression and bending, using the principle of composition, which provides the compression resistance of the cement matrix. The most important properties of cement stone can be effectively regulated by using metal fibers, which allow implementation of the principle of composition in cement barrier. The main physical and mechanical properties of the cement barrier formed as a result of increasing the fiber concentration in the tampon solution change. Reinforcing metal fibers, uniformly distributed in the matrix and having different directions, received forces in any direction, preventing the formation and development of cracks in the cement stone. The metal fibers are randomly oriented and uniformly distributed throughout the volume, work together with the matrix due to the adhesion forces, and form a compact shape. When fiber adhesion is disrupted, the fibers prevent the growth and development of cracks by maintaining the integrity of the cement stone. Based on this principle, a new dispersion-enhanced buffering material consisting of a mixture of quartz sand and metal fibers was developed. Experiments were carried out to improve the physical and mechanical properties of the cement system (strength, fluidity, setting time, etc.) in the laboratory. Studies have taken a certain



proportion of the water-cement mixture. Metal fibers of different quantities and lengths were added during the experiments to determine the mechanical properties of the cement stone. The test period, day and the curing temperature performed at different intervals according to the mixtures. The article shows the positive effect of fiber on the main properties of buffering solutions and the resulting stone, both theoretically and experimentally. The choice of the optimal method of cement stone reinforcement is the result of laboratory experiments. Following the results obtained, recommendations were given for the optimization of cement compositions.

Keywords: cement stone, cement barrier, well area, dynamic loads, fiber, reinforcement, destruction, deformation, expansion.

METAL LİFLƏRİN TAMPONAJ MATERIALLARININ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ

Ülvi Mahmudov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Neft-qaz mühəndisliyi kafedrası, Magistr.

Email: ulvimahmudov1991@gmail.com

XÜLASƏ

Hal hazırda çoxlu neft və qaz yataqları, zəif sementlənmiş laylarda işlədilir. Bildiyimiz kimi laydan gələn qum arzuolunmaz hal kimi qiymətləndirilir və onun qarşısının alınması eyni zamanda idarə olunması istismar mühəndislərinin əsas məqsədlərindən biridir. Laydan gələn qum quyudibi avadanlıqlarını, yerüstü avadanlıqları və s zədələyə, həmçinin daha ciddi problemlərə yol açə bilər. Laydan gələn qumun qarşısının alınması metodunun seçilməsi, yatağın müxtəlif parametrlərindən asılıdır. Qum təzahürü ilə mübarizə tədbirlərinin görüldüyü quyuların istismarının təhlili göstərir ki, ən səmərəli üsul, quyuların quyudibi sahəsinin müxtəlif məhlul materialları ilə örtülməsidir. Bununla belə, bu gün istifadə olunan sement məhlulları ilə quyudibi sahənin bərkidilməsi üsulları bir sıra texnoloji çatışmazlıqlara malikdir, hansı ki bura məhdud elastiklik və baş verən çatlara qarşı aşağı müqavimət və s aid etmək olar. Nəticələrə görə, Abşeron yarımadası şəraitində quyuların quyudibi sahənin bərkidilməsinin istismarının səmərəliliyi 40-50% təşkil edir. Bu metodun səmərəliliyinin aşağı olmasının səbəbi, əsasən, quyudibi sahədə sement daşına tətbiq olunan dağ təzyiqi və dinamik (perforasiya, sürüşmə və qaldırma əməliyyatları) yüklərin olmasıdır. Məlumdur ki, sement daşının dağılmağa və aşınmaya meyilli ən zəif hissəsi, perforasiya kanallarıdır. İstismar müddətində quyuya gətirilən qumun həcmi artır və quyudibi zonanın sement daşında açılmış perforasiya kanallarının ətrafında kahalar və kanallar əmələ gəlir. Aşağı deformasiyaya və çatlara davamsız olduğuna görə bu zərbə yüklərinə tab gətirə bilmir. Buna görə də sement məhlulunun fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərinin artırılmasına ehtiyac yaranır.

Məqalədə artan dinamik təsir intervallarında, quyudibi sahənin örtülməsinin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün tövsiyə olunan liflə möhkəmləndirilmiş sementlərin eksperimental tədqiqatlarının nəticələri təqdim olunur. Dinamik yüklər altında tamponaj daşının müqavimətini artırmaq üçün perspektivli istiqamətlərdən biri, sement matrisinin sıxılmaya müqavimətinin təmin etdiyi kompozisiya prinsipindən istifadə edərək, onun-sıxılma və əyilməyə qarşı möhkəmləndirilməsidir. Sement daşında kompozisiya prinsipini həyata keçirməyə imkan verən



metal liflərdən istifadə etməklə, sement daşının ən mühüm xüsusiyyətləri effektiv şəkildə tənzimləyə bilər. Tamponaj məhlulunda lif konsentrasiyasının artması nəticəsində yaranan sement daşının əsas fiziki və mexaniki xassələri dəyişir. Möhkəmləndirici metal liflər, matrisdə bərabər paylanmış və fərqli istiqamətə malik olmaqla, istənilən istiqamətdə qüvvələri qəbul edərək, sement daşının tərkibində çatların əmələ gəlməsinə və inkişafına mane olmuşdur. Metal liflər təsadüfi yönümlüdür və bütün həcmdə bərabər paylanır, yapışma qüvvələri sayəsində matrislə birlikdə işləyir və kompakt forma təşkil edir. Lifin adqəziyası pozulduqda, liflər sement daşının bütövlüyünü qoruyaraq yaranan çatların daha da böyüməsinə və inkişafına mane olur. Bu prinsip əsasında, kvars qumu və metal liflərin qarışığından ibarət yeni dispersiya ilə gücləndirilmiş tamponaj materialı hazırlanmışdır. Laboratoriya şəraitində sement sisteminin fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərini (möhkəmliyi, axıcılığı, bərkimə müddəti və s.) yaxşılaşdırmaq üçün təcrübələr aparılmışdır. Tədqiqatlarda su-sement qarışığının müəyyən nisbətində götürülmüş və sement daşının maksimum yükünün və son möhkəmlik həddinin ölçülməsi nəticələri göstərilir. Sement daşının mexaniki xassələrinin göstəricilərini müəyyən etmək üçün təcrübələr apararkən, müxtəlif miqdar və uzunluqlarda olan metal liflər əlavə edilmişdir. Sınaq müddəti yəni, gün və bərkimə temperaturu qarışıqlara uyğun olaraq fərqli intervalda aparılmışdır.

Məqalədə lifin tamponaj məhlullarının və yaranan daşın əsas xassələrinə müsbət təsiri nəzəri və eksperimental olaraq göstərilmişdir. Sement daşının möhkəmləndirilməsinin optimal metodunun seçilməsi, aparılmış laboratoriya təcrübələrinin nəticəsidir. Alınan nəticələrə uyğun olaraq sement kompozisiyalarının optimallaşdırılması üçün tövsiyələr verilmişdir.

Açar sözlər: sement daşı, quyudibi sahəsi, dinamik yüklər, lif, armatur, destruksiya, deformasiya, genişlənmə

Giriş: Böyük iqtisadi strukturun inkişaf səviyyəsi daha çox əsas sənaye sahələrinin inkişafı ilə bağlıdır. Son illər Azərbaycan Respublikasının köhnə yataqlarında neft hasilatının həcmi azalması şəraitində hasilatın səviyyəsinin sabitləşdirilməsi və artırılması üçün səmərəli tədbirlərin həyata keçirilməsi tədbirləri əsas vəzifə kimi qarşıya qoyulmuşdur.

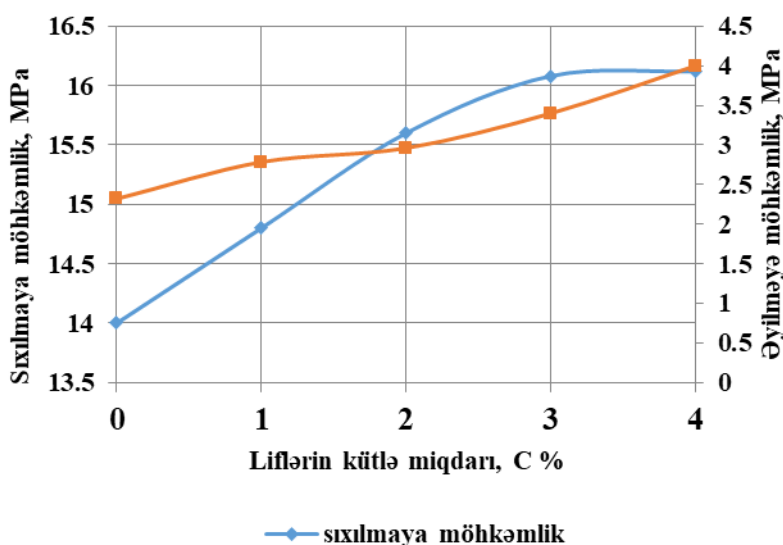
Neft quyularının hasilatının artırılmasında, dayanıqsız laylarda yerləşən quyudibi sahəsinin bərkidilmə keyfiyyəti mühüm rol oynayır. Məhsuldar təbəqəsi zəif sementlənmiş laylardan təşkil olunmuş yataqlar, quyuların normal istismarını çətinləşdirir və pozur. Böyük həcmdə qumun çıxarılması layın quyudibi sahəsində kahaların əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, bu da böhran (kritik) ölçülərə çatdıqda, üstə yerləşən süxurların çökməsi və sütunların deformasiyaları, kənar sularla daşqın və s. ilə müşahidə olunur.

Məsələnin qoyuluşu: Qum təzahürü ilə mübarizə tədbirlərinin görüldüyü quyuların istismarının təhlili göstərdi ki, ən səmərəli üsul, quyuların quyudibi sahəsinin müxtəlif məhlul materialları ilə örtülməsidir. Bununla belə, bu gün istifadə olunan sement məhlulları ilə quyudibi sahəsinin bərkidilməsi üsulları bir sıra texnoloji çatışmazlıqlara malikdir. Nəticələrə görə, Abşeron yarımadası şəraitində quyuların quyudibi sahəsinin bərkidilməsinin istismarının səmərəliliyi 40-50% təşkil edir. Bu metodun səmərəliliyinin aşağı olmasının səbəbi, əsasən, quyudibi sahədə sement daşına tətbiq olunan statik (dağ təzyiqi) və dinamik (perforasiya, sürüşmə və qaldırma əməliyyatları) yüklərin olmasıdır. Məlumdur ki, sement daşının dağılmağa və aşınmaya meyilli ən zəif hissəsi, perforasiya kanallarıdır. İstismarın gedişi ilə quyuya gətirilən qumun həcmi artır və perforasiya kanallarının ətrafında sement daşında kahalar, kanallar və kaha konusları şəklində işləmələr əmələ gəlir. Aşağı deformasiyaya və çatlara davamsız olduğuna görə bu zərbə yüklərinə

tab gətirə bilmir. Maye təzahürlərinin qarşısını almaq üçün sement daşını məhsuldar intervalda saxlamaq daha vacibdir, burada kahalar, kanallar və kaha konusları şəklində perforasiya kanalları ətrafında əmələ gələn mədən qumu filtrasiya eroziyasının əsas mənbəyidir [3, səh. 339; 4, səh. 1663].

Həll üsulları: Dinamik yüklər altında tamponaj daşının müqavimətini artırmaq üçün perspektivli istiqamətlərdən biri, sement matrisinin sıxılmaya müqavimətinin təmin etdiyi kompozisiya prinsipindən istifadə edərək, onun-sıxılma və əyilməyə qarşı möhkəmləndirilməsidir. Bu halda, möhkəmləndirici liflər matrisdə bərabər paylanmış və fərqli istiqamətə malik olmaqla, istənilən istiqamətdə qüvvələri qəbul edərək, tərkibində çatların əmələ gəlməsinə və inkişafına mane olur. Bundan əlavə, liflər mikroqüsurların inkişaf etməsinə maneə törədir və lif matrisində çat əmələ gəldikdən sonra yaranan çatların qarşısını alaraq onun inkişafını və böyüməsinin qarşısını alır. Bu prinsip əsasında, kvarts qumu və metal liflərin qarışığından ibarət yeni dispersiya ilə gücləndirilmiş tamponaj materialı hazırlanmışdır. Metal liflər təsadüfi yönümlüdür və bütün həcmdə bərabər paylanır, yapışma qüvvələri sayəsində matrislə birlikdə işləyir və kompakt forma təşkil edir. Müəyyən bir miqdarda paylanmanın kifayət qədər vahidliyi ilə kompozitin bütün həcmində təsadüfi yönəldilmiş liflərin bölmələri yükün bir hissəsini demək olar ki istənilən istiqamətdə daha effektiv şəkildə qəbul edir və yenidən bölüşdürür. Lifin adqəziyası pozulduqda, liflər sement daşının bütövlüyünü qoruyaraq yaranan çatların daha da böyüməsinə və inkişafına mane olur [5, səh. 18; 6, səh. 14].

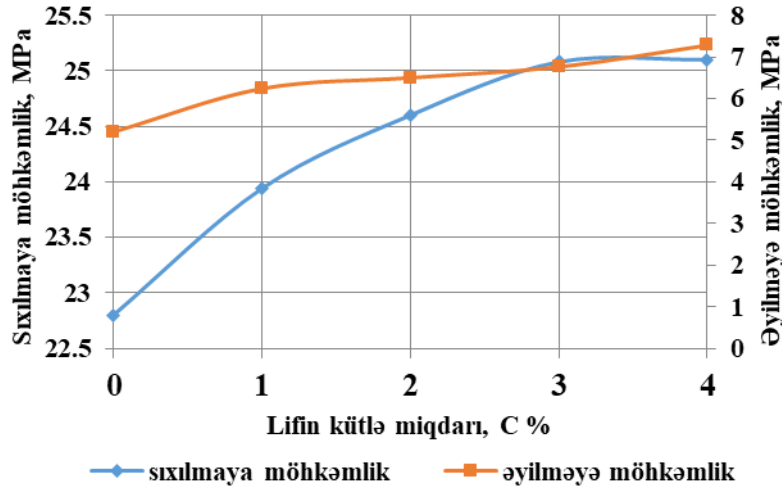
Laboratoriya şəraitində sement sisteminin fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərini (möhkəmliyi, axıcılığı, bərkimə müddəti və s.) yaxşılaşdırmaq üçün təcrübələr aparılmışdır. Tədqiqatlar 0,5 su-sement nisbətində aparılmışdır. Sement daşının mexaniki xassələrinin göstəricilərini müəyyən etmək üçün təcrübələr apararkən, miqdarı 2 ilə 8% və uzunluğu 1, 3, 5 mm arasında olan metal liflər əlavə edilmişdir. Sınaq müddəti 2, 7, 14 gün və bərkimə temperaturu 20-75 °C intervalında aparılmışdır.



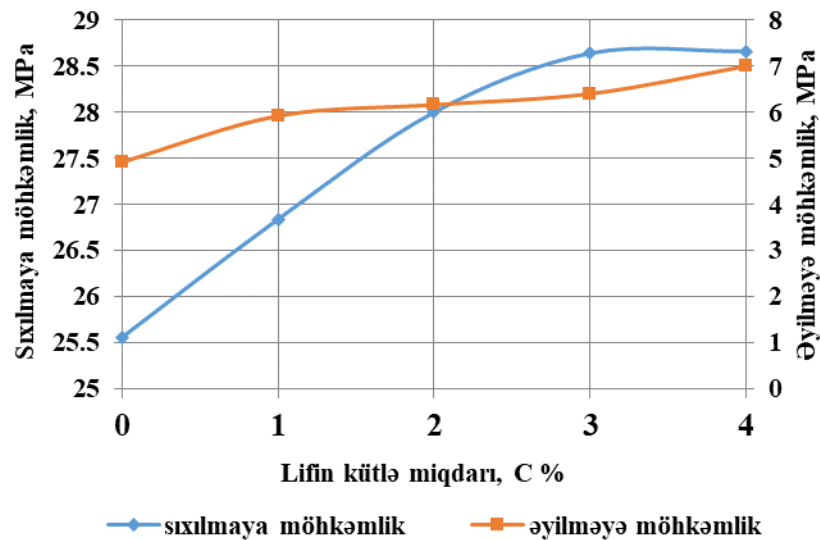
Şəkil 1. 2 günlük sement daşının məhkəmliyinin liflərin kütlə miqdarından asılılığı



Şəkil 1. 3-də müxtəlif miqdarda 2, 7, 14 günlük sement daşının maksimum yükünün və son möhkəmlik həddinin ölçülməsi nəticələri göstərilir. Burada liflərin uzunluğu 1 ilə 5 mm arasında götürülür.



Şəkil 2. 7 günlük sement daşının möhkəmliyinin liflərin kütlə miqdarından asılılığı



Şəkil 3. 14 günlük sement daşının möhkəmliyinin liflərin kütlə miqdarından asılılığı

İki günlük sement daşının möhkəmlik xüsusiyyətlərinə, liflərin təsiri olduqca əhəmiyyətlidir. Məsələn, lifin miqdarı 1-5% olduqda, əyilmədə möhkəmlik artımı müvafiq olaraq 30 və 40%, sıxılmada möhkəmlik artımı isə müvafiq olaraq 5 və 12% olmuşdur. Metal liflərinin təsiri eyni qanunauyğunluqla sonrakı dövrlərində də davam edir.



Təcrübələr göstərdi ki, artıq iki həftəlik dövrdə miqdarı 3% -ə qədər olan liflər əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərmir. Daha qısa müddətlərdə lifin təsiri daşın əyilməyə və sıxılmaya möhkəmliyində daha çox nəzərə çarpır.

Nəticələr: 1. Tamponaj daşının sıxılma və əyilmə gərginliyinə qarşı aşağı müqaviməti və əksər ənənəvi tamponaj materiallarına xas olan zəif deformasiya xassələri, quyuların quyudibi sahəsində qum səddinin keyfiyyətsiz olmasının əsas səbəblərindən biridir.

2. Sement daşında kompozisiya prinsipini həyata keçirməyə imkan verən metal liflərdən istifadə etməklə, sement daşının ən mühüm xüsusiyyətləri effektiv şəkildə tənzimləyə bilər.

3. Liflər, tamponaj məhlullarının filtrasiya xüsusiyyətlərinə təsir etmədən, sement məhlulunun sedimentasiya dayanıqlığını 30-50% artırır.

ƏDƏBİYYAT

1. Ehsan Khamnehchi, Omid Ameri, Ali Alizadeh. Choosing an optimum sand control method // Egyptian Journal of Petroleum (2015) 24, 193–202
2. Hisham Ben Mahmuda, Van Hong Leonga, Yuli Lestario. Sand production: A smart control framework for risk mitigation // Ke Ai ADVANCING RESEARCH EVOLVING SCIENCE. Petroleum 6 (2020) 1–13.
3. F.Akhmed, E.E.Bayramov. Vosstanovleniye struktury tsementnogo kamnya pri kreplenii prizaboynoy zony skvazhin s intensivnym peskoproyavleniyem. Materialy mezhd-y nauchno-prakticheskoy konferentsii. II-oy tom. Aktau-2019. Str. 339-343.
4. Sh.Kazimov, Fariz Ahmed. Displacement of emulsified oil from formation with a composite system. Petroleum Science and Technology, 34:19, DOI: , 2016. P. 1663-1667.
5. Agzamov F.A., Samsykin A.V., Gubaydullin I.M., Tikhonov M.A., Semenov S.YU., Mulyukov R.A. Modelirovaniye dinamicheskikh vozdeystviy na krep' skvazhiny na osnove metoda konechnykh elementov // Neftegazovoye delo: nauchn. tekhn. zhurn.-T. 9.-2011.-№ 4.-S. 18-24.
6. Babkov V.V. i dr. Fibrobeton v proizvodstve zhelezobetonnykh izdeliy dorozhnogo i kommunal'nogo naznacheniya // Inzh. sistemy.-2010.-№ 3.-S. 14-17.



INFLUENCE OF ADDITIONAL INHIBITORS ON CATALYTIC DESTRUCTION REACTION OF POLYISOBUTYLENE

¹Fatimə Novruzova, ²Khuraman Hajiakhmedzade, ³Esfira Bagirova, ⁴Irina Akhmedova

Doctor of Philosophy in Chemistry, associate professor, leading scientific researcher, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after M. Nagiyev National Academy of Sciences of Azerbaijan, Lab. Simulation of chemical technological processes.

²Doctor of Philosophy in Engineering, Senior Scientist, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after M. Nagiyev National Academy of Sciences of Azerbaijan Lab. Simulation of chemical technological processes.

E- mail: heyat_mm@mail.ru

³Engineer, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after M. Nagiyev National Academy of Sciences of Azerbaijan, Lab. Simulation of chemical technological processes

E- mail: esfira.baqirova56@mail.ru

⁴Engineer, Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after M. Nagiyev National Academy of Sciences of Azerbaijan. Lab. Simulation of chemical technological processes. E- mail: ira_004 @ rambler.ru

ABSTRACT

It is impossible to create a scientific basis for the synthesis of polymers without taking into account the destruction process. Under the action of Lewis acids, the destruction of PIB follows a free radical chain mechanism, while the catalytic destruction of PIB leads to the formation of both linear and branched macromolecules.

The most wide-spread type of chemical destruction is an oxidative destruction by oxygen and ozone. The oxidative destruction is activated by heat, light rays and mechanical energy, and the types of thermal, photo and mechanical oxidative destruction are known, respectively. As a result of these destructive reactions, both the composition and the structure of polymer change, that is, it "grows old". The aging of a polymer means a change in its physical-chemical, physical-mechanical properties during exploitation. The fastest oxidative destruction of polymers occurs by a chain mechanism (with free radicals), as in low molecular weight hydrocarbons. The oxidation process of polymers without double bonds in the chains proceeds weakly, and the formation of peroxide groups is not always observed in them. This process consists of three stages: formation of an active center, lengthening and breaking of the chain. It is known that oxidation begins with the formation of peroxides. Active centers are obtained by the decomposition of peroxides.

When studying the chemistry of the reaction, it was noticed that there is another mechanism for the destruction of polyisobutylene in the presence of strong Lewis acids, characteristic of cationic processes.

One of the interesting aspects of the destruction process is a complete understanding of the "chemistry" of catalytic destruction. For this, various additives must be added to the catalytic reaction.

During the experiments it has been found that the reaction does not take place in a completely dried solvent. The reaction proceeds when a significant amount of water is added to the system. The amount of water in the system is $[H_2O] \approx 10^{-3} \text{ mol / l}$. This can be explained by the fact that the catalyst in dimer form is inactive in the nonpolar helix, but the water plays the role of a polar additive, decomposing the dimer catalyst and converting it into the monomeric form of Brønsted acid.



Therefore, the inhibitory effect of 2,6-DTBP and toluene on the reaction has been studied in order to fully elucidate the chemistry of the catalytic destruction of PIB by Lewis acids. Since 2,6-DTBP is a trap for protons, it plays an important role in the detection of the active form of the catalyst. The ineffectiveness of 2,6-DTBP and toluene as an inhibitor led to the existence of a radical reaction mechanism and the discovery of the active form of the catalyst. For better understanding the reaction mechanism, the inhibitory effect of O₂, p-benzoquinone and tetracyanethylene on the reverse process has been studied.

The formation of block copolymers upon modification of PIB with acrylonitrile and vinyl acetate, polymerized by the radical mechanism, not only confirms the radical mechanism of destruction, but also creates conditions for the production of new copolymers. The formation of active centers has been also confirmed by the EPR method, free macroradicals have been detected and their density has been determined. The formation of free macroradicals as a result of the direct action of strong mechanical energy, direct mechanical cracking or transfer of vibration energy of the initial highly active state of the polymer chain is the initial stage of mechanical and chemical processes. The overall final result of the transformations depends on the direction of the subsequent secondary reactions of free macroradicals. Although these reactions are different, they correspond to typical free radical processes in polymer systems.

On the whole, destructive reactions are considered one of the most important reactions for high molecular weight compounds. They are used to study the structure of high molecular weight compounds, as well as to obtain low molecular weight compounds from the natural polymers.

All this has been reflected in IR, UV, NMR, EPR spectroscopic studies. A mathematical and kinetic model of the processes has been developed and parameters have been calculated using the experimental indicators of the carried out researches.

Keywords: catalyst, 2,6-DTBP, toluene, polyisobutylene, destruction, halide, alkyl halide, inhibitor, deactivation, methano

ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИНГИБИТОРОВ НА РЕАКЦИЮ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИИЗОБУТИЛЕНА

¹Фатима Новрузова, ²Хураман Гаджихмедзаде, ³Эсфира Багирова, ⁴Ирина Ахмедова

¹Кандидат химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт катализа и неорганической химии им. М.Нагиева НАН Азербайджана, Лаб. Моделирование химико-технологических процессов.

²Доктор философии по технике, ст.н.с, Институт катализа и неорганической химии им. М.Нагиева НАН Азербайджана, Лаб. Моделирование химико-технологических процессов.

E- mail: heyat_mm@mail.ru

³Инженер, Институт катализа и неорганической химии им. М.Нагиева НАН Азербайджана, Лаб. Моделирование химико-технологических процессов.

E- mail: esfira.bagirova56@mail.ru

⁴Инженер, Институт катализа и неорганической химии им. М.Нагиева НАН Азербайджана, Лаб. Моделирование химико-технологических процессов.

E- mail: ira_004@rambler.ru



РЕЗЮМЕ

Невозможно создать научную основу для синтеза полимеров без учета процесса разрушения. Под действием кислот Льюиса разрушение ПИБ следует по цепному свободно радикальному механизму, а каталитическое разрушение ПИБ приводит к образованию как линейных, так и разветвленных макромолекул.

Самый распространенный вид химического разрушения - окислительная деструкция кислородом и озоном. Окислительное разрушение активируется теплом, световыми лучами и механической энергией, при этом известны типы термического, фото и механического окислительного разрушения, соответственно. В результате этих деструктивных реакций состав и структура полимера изменяются, то есть он «стареет». Старение полимера означает изменение его физико-химических, физико-механических свойств в процессе эксплуатации. Самая быстрая окислительная деструкция полимеров происходит по цепному механизму (со свободными радикалами), как и в низкомолекулярных углеводородах. Процесс окисления полимеров без двойных связей в цепях протекает слабо, и не всегда в них наблюдается образование пероксидных групп. Этот процесс состоит из трех этапов: формирование активного центра, удлинение и разрыв цепи. Известно, что окисление начинается с образования пероксидов. Активные центры получают разложением пероксидов.

При изучении химизма реакции было замечено, что существует другой механизм разрушения полиизобутилена в присутствии сильных кислот Льюиса, характерных для катионных процессов.

Одним из интересных аспектов процесса разрушения является полное понимание «химии» каталитического разрушения. Для этого в каталитическую реакцию необходимо добавлять различные добавки.

В ходе экспериментов было обнаружено, что реакция не происходит в полностью высохшем растворителе. Реакция протекает при добавлении значительного количества воды в систему. Количество воды в системе составляет $[H_2O] \approx 10^{-3}$ моль / л. Это можно объяснить тем, что в неполярной спирали катализатор в димерной форме не активен, но вода играет роль полярной добавки, разлагая катализатор в димерной форме и превращая его в мономерную форму Бренстедской кислоты.

Поэтому было изучено ингибирующее действие 2,6-ДТБП и толуола на реакцию, чтобы полностью прояснить химию каталитического разрушения ПИБ кислотами Льюиса. Поскольку 2,6-ДТБП является ловушкой для протонов, он играет важную роль в обнаружении активной формы катализатора. Неэффективность 2,6-ДТБП и толуола в качестве ингибитора привела к существованию радикального механизма реакции и открытию активной формы катализатора. Чтобы лучше понять механизм реакции, было изучено ингибирующее действие O_2 , п-бензохинона и тетрацианэтилена на обратный процесс.

Образование блоксополимеров при модификации ПИБ акрилонитрилом и винилацетатом, полимеризованных по радикальному механизму, не только подтверждает радикальный механизм разрушения, но и создает условия для получения новых сополимеров. Образование активных центров подтверждено также методом ЭПР, обнаружены свободные макрорадикалы и определена их плотность. Образование свободных макрорадикалов в результате прямого действия сильной механической энергии, прямого механического



растрескивания или передачи энергии колебаний исходного высокоактивного состояния полимерной цепи является начальной стадией механико-химических процессов. Общий конечный результат преобразований зависит от направления последующих вторичных реакций свободных макрорадикалов. Хотя эти реакции различны, они соответствуют типичным свободно радикальным процессам в полимерных системах.

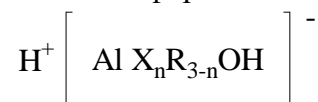
В целом, деструктивные реакции считаются одними из самых важных реакций для высокомолекулярных соединений. Их используют для изучения структуры высокомолекулярных соединений, а также для получения низкомолекулярных соединений из природных полимеров.

Все это находит отражение в ИК-, УФ-, ЯМР-, ЭПР-спектроскопических исследованиях. Разработана математическая и кинетическая модель процессов и рассчитаны параметры с использованием экспериментальных показателей проведенных исследований.

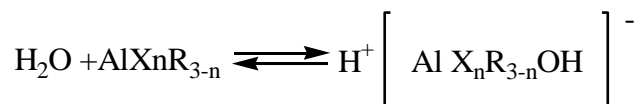
Ключевые слова: катализатор, 2,6-ДТБП, толуол, полиизобутилен, деструкция, галогенид, айкилгалогенид, ингибитор, дезактивация, метанол.

Введение: Прежде чем приступить к изучению влияния стерически затрудненного пиридина, необходимо в первую очередь выявить роль воды в таких реакциях и связанной с ней необходимостью выявления каталитически активной формы катализатора, особенно в случае применения галогенидов и алкил-галогенидов алюминия. В литературе [1] почти не обсуждается этот вопрос и большинство исследователей допускают присутствие неконтролируемых, примесных количеств воды в системе и поэтому в качестве каталитически

активной формы катализатора рассматривают их H^+ -форму, то есть



по реакции

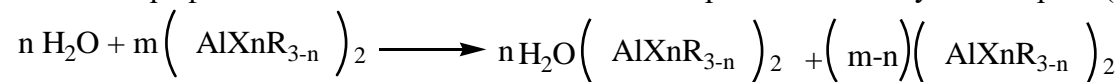


гипотетическая кислота Бренстеда.

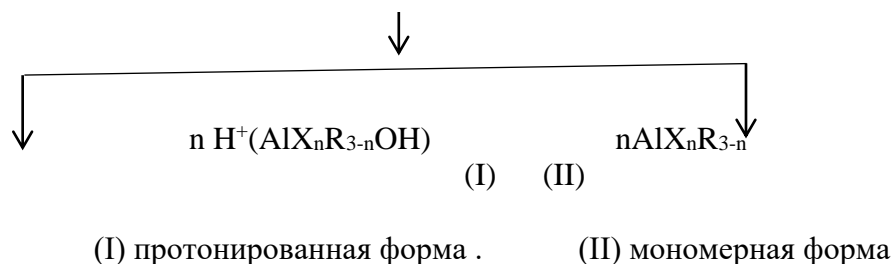
По аналогии H^+ - форму кислот Льюиса рассматривают в качестве иницирующего начала в катионной полимеризации ненасыщенных углеводородов и в целом, в электрофильных реакциях в органической химии [2]. Экспериментальными исследованиями нами

установлено, что в условиях жесткой осушки растворителя $\left[H_2O \right] \leq 10^{-6}$ моль/л реакция каталитической деструкции полиизобутилена не протекает.

Были предприняты исследования их обнаружения. В качестве эффективного индикатора для электрофильных частиц был использован ароматический углеводород (толуол) [3]



молекулярной комплекс неактивная форма



Как было отмечено выше, большинство авторов считает, что каталитическую деструкцию полиолефинов под действием кислот Льюиса вызывает их протонированная форма (I). Поэтому, проводя исследования по влиянию стерически затрудненного пиридина (протонной ловушки) на – (2,6- ДТБП) каталитическую деструкцию ПИБ, полагали выявить каталитически активную форму катализатора, ответственную за катализ реакции. С другой стороны, если активной формой катализатора является H^+ - форма, то он должен ингибировать реакции инициирования деструкции. Тем не менее, допуская возможность образования полимерных карбокатионов в присутствии сильных кислот Льюиса и учитывая то обстоятельство, что ароматические углеводороды являются удобными соединениями для их выявления по реакции Фриделя-Крафтса, легко обнаруживаемые электронной спектроскопией, была изучена каталитическая деструкция ПИБ в присутствии толуола [3]. Если предположить, что каталитическая деструкция ПИБ протекает по карбений ионному механизму, то толуол должен ингибировать деструкцию ПИБ и, в результате, должны образоваться арилированные полиизобутилены [11].

Цель работы: Целью исследования является изучение кинетики и механизма каталитической деструкции полиизобутилена под действием кислот Льюиса (AlCl_3 , AlBr_3 , AlEtCl_2) в растворе при умеренных температурах (20-60⁰ C) и разработка способов его модификации полярными мономерами. Было установлено, что каталитическая деструкция ПИБ под действием кислот Льюиса в изученных условиях протекает предпочтительно по радикально-цепному механизму. Деструкция была проведена в присутствии радикально полимеризующихся мономеров, преследуя две цели: во-первых, образование сополимеров дополнительно доказало бы радикальный механизм деструкции и, во-вторых, эта реакция явилась бы основой для разработки нового способа модификации ПИБ полярными мономерами под действием кислот Льюиса [4].

Все это отражается в ИК, УФ, ЯМР, ЭПР-спектроскопических исследованиях.

На основе экспериментальных данных разработаны математические и кинетические модели процессов, рассчитаны параметры [10].

Экспериментальная часть: При изучении влияния 2,6- ДТБП на реакцию деструкции большое значение имеет порядок введения реагентов в систему, так как реакция деструкции под действием H^+ - формы катализатора и его реакция с пиридином (деактивация катализатора) являются конкурирующими [5]. Принимая это обстоятельство во внимание, реагенты вводили в систему в следующей последовательности: растворитель концентрировался с раствором катализатора, смесь перемешивалась 5-7 мин, затем вводился раствор 2,6- ДТБП, перемешивание продолжали ещё 10-15 мин., после чего растворитель конденсировали в емкость твердым ПИБ. После этого растворитель

конденсировали обратно в сосуд для растворения катализатора, а затем раствор катализатора переливался в сосуд с раствором ПИБ и 2,6- ДТБП. Таким путём достигается условие, когда наиболее максимально 2,6- ДТБП-ом захватываются протоны в растворе.[11]

Результаты исследования влияния 2,6- ДТБП на деструкцию ПИБ, представлены в таблице I. Они указывают на его индифферентность к реакции, тем более с увеличением его концентрации наблюдается монотонное уменьшение ММ ПИБ и их значения подобны значению ММ ПИБ, полученного в его отсутствии [6].

Таблица I. Влияние 2,6- ДТБП на каталитическую деструкцию ПИБ. ПИБ-0.8 гр,

$\nu - 34_{\text{мл}}$, $\bar{M}_v - 1.540.000$, $[AlEtCl_2] - 0.013$ моль/л, $t - 20^\circ\text{C}$, растворитель н- пентан.

n/n	[2,6- ДТБП]· ·10 ² моль/л	2,6- ДТБП [AlEtCl ₂]	$\bar{M}_v \cdot 10^{-3}$	$[\eta]$	Время деструкц. час.
1	-	-	756.7	1.19	1
2	1.16	0.89	728.3	1.17	-
3	2.03	1.56	717.3	1.16	-
4	3.06	2.35	706.2	1.15	-
5	2.03	1.56	722.6	1.165	0.5
6	2.03	1.56	711.7	1.155	3

Для выявления роли толуола в реакции каталитической деструкции ПИБ исключительно важную роль имеет порядок его введения в реакционную систему . Это обусловлено тем, что толуол может ингибировать реакцию деструкции не только на стадии дезактивации полимерного карбокатиона по реакции его арилирования , но и по реакции комплекс образования с катализатором (дезактивация катализатора).

Учитывая эти особенности, толуол вводился в систему за 10 мин. до реакции. Время введения толуола определено из кинетических данных: так как наибольшее превышение скорости деструкции наблюдается в первые 10 мин. и максимальный ингибирующий эффект толуола должен наблюдаться именно в течение этого времени [7]. Как показали исследования, таблица 2, толуол не оказывает существенное ингибирующее действие на реакцию, а УФ анализ полимерных продуктов деструкции ПИБ не обнаружил полосу поглощения, характерную для ароматических фрагментов в области $\lambda_{\text{mak}} = 250 - 280 \text{ нм}$.

Несколько же завышенные значения \bar{M}_v ПИБ, таблица 2, полученные в присутствии толуола, по сравнению с контрольными, скорее всего связаны с незначительной дезактивацией катализатора за счёт комплекс образования его с толуолом, хотя это и значения одного порядка.

Из таблицы 2 также следует, что AlBr₃ несколько более активен, чем AlEtCl₂ как и следовало ожидать.

Масс-спектрометрический анализ жидкой фракции реакционной системы после её дезактивации метанолом и выделения полимерных продуктов, не выявил образования как низкомолекулярных олефинов, особенно изобутилена, так и каких-либо продуктов алкилирования ими толуола.[9]



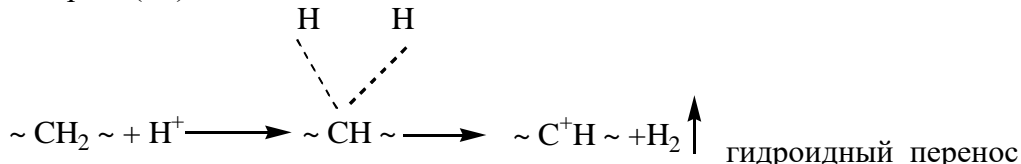
Таблица 2. Каталитическая деструкция ПИБ под действием AlEtCl_2 и AlBr_3 в присутствии толуола. $[\text{AlEtCl}_2]=2.7 \cdot 10^{-2}$ моль/л, $[\text{AlBr}_3]=2 \cdot 10^{-2}$ моль/л, $\tau=3$ час, растворитель- гептан (20°C) и декан (60°C), толуол -10мл, [ПИБ]-0.8гр, $V_{\text{общ}}=34$ мл.

n/n	$t^\circ\text{C}$	В присутствии толуола				В отсутствии толуола			
		AlEtCl_2		AlBr_3		AlEtCl_2		AlBr_3	
		$\bar{M}_v \cdot 10^{-3}$	$[\eta]$	$\bar{M}_v \cdot 10^{-3}$	$[\eta]$	$\bar{M}_v \cdot 10^{-3}$	$[\eta]$	$\bar{M}_v \cdot 10^{-3}$	$[\eta]$
1	20	831.4	1.26	706.2	1.15	796.2	1.23	684.5	1.13
2	60	720.6	1.17	620.9	1.07	—	—	—	—

Выводы: Полученные в ходе работы результаты позволяют сделать заключение о том, что H^+ - форма катализатора (I) не является активной в реакции инициирования деструкции и протекает по механизму отличному от механизма образования карбоний ионных активных центров, так как в противном случае 2,6- ДТБП оказывал бы также ингибирующий эффект и на реакцию деструкции по схеме аналогичной его дезактивирующему эффекту на реакцию роста цепи в катионной полимеризации. Это допускают ряд авторов [8].



где G- 2,6- ДТБП. В литературе приводится ,что в результате реакции инициирования деструкции под действием H^+ - формы катализатора должен образоваться молекулярный водород (H_2) по схеме:



Нами были проведены масс-спектрометрические исследования газовой и жидкой фазы реакционной системы с целью обнаружения H_2 . Однако каких-либо следов образования молекулярного водорода не было обнаружено. Таким образом, по результатам исследования можно сделать заключение о том, что в реакции каталитической деструкции ПИБ активной формой катализатора является его мономерная форма (II).

Однако из этого не следует, что в процессе каталитической деструкции ПИБ-а не образуется изобутилен.

Его отсутствие объясняется тем, что он под действием льюисовской кислоты при изученных условиях активно вступает в реакцию олигомеризации. Образование низкомолекулярных олигомеров от димеров до тетрамеров доказывается масс-спектрометрически [5].

Таким образом, отсутствие ингибирующего эффекта толуолом указывает на незначимую роль карбокатионов в процессе деструкции. При изученных условиях (20°C - 60°C) наиболее вероятным направлением превращений карбокатионов является элиминирование протона с образованием „мёртвого“ полимера, так как при высоких температурах реакция мономолекулярного обрыва цепи является доминирующей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Emmanuel N.M., Knorre D.Q. Kurs ximiçeskoy kinetiki. M: "Vışş.şk"., 1984, 463s.
2. Qoldfeyn M.D., Qladısev Q.P. Kinetika i mexanizm inqibirovannoy polimerizatsii vinilovıx monomerov //Uspexi ximii. 1988.-T.57.- vip.11-s.1888-1912
3. Marek M. Photoinitiated and aprotionically initiated polymerization of olefins by Lyuis acids // I. Polimer. Sci: a. Simposium. – 1976. – №. 56 – p.149 –158
4. Ximiçeskiy dobavki k polimeram. Spravochnik. 2-izd. M: Ximya, 1981,114s.
5. Berlin A.A., Volfson S.A. i dr. Kinetika polimerizatsionnıx prosessov. M:Ximya,1978, 320 s.
6. Bilalov Y..M., Ibragimova S.M. i dr. Modifisiruyuşie dobavki v nesovmestimıx polimernıx sistemax //Kauchuk i rezina, 1998, №3, s.9-13
7. Qahramanov N.T., Abbasov K. A., Buniyat-zade A.A. Struktura i svoystva ximiçeski modisirovannıx elastoplastov // Azerb.xim.jur. 1986, №6, s.90
8. Xələfov F.R., Novruzova F.A., Həsənov E.A., Fərəcov Q.M., Krensel B.A. Sposob poluçeniya sopolimerov izobutilena polyarnoqo vinilnoqo monomera .Pat. Rossiyskoy Federasii. Rİ. 2026307.БЛ.1993.
9. Shahmalıyev Ə.M. , Bilalov Y.M., Naibova T.M. , Yüksəkmolekullu birləşmələrin kimyası və fizikası. B; ADNA,2007, 321s.
10. Naibova T.M. Yüksəkmolekullu birləşmələrin kimyəvi texnologiyası, B; Çaşloğlu 2014, 366s
11. Zaremckiy M.Y., Qolubev V.B. Obratimoe inqibirovanie v radikalnoy polimerizatsii // Vısokomolekulyarne soedineniya. 2001. T.43C.№9.S.1689-1728.



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 Center for Research, Education & Training (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://scia.website/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://scia.website/index.php/eneco>

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://scia.website/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://scia.website/index.php/etm>

ISSN: 2733-2713; E-ISSN: 2733-2721; UDC: 33

DOI PREFIX: 10.36962/SWD

SOCIO WORLD-SOCIAL RESEARCH & BEHAVIORAL SCIENCES

<https://scia.website/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://scia.website/index.php/AILISJMSC>

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://scia.website/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 Name¹], [First Name Middle Name Family Name²

[First Name Middle Name Family Name³], [First Name Middle Name Family Name⁴

(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]

¹ [Author affiliations – position, department, institute, city, state, country, email ID, ORCID ID]

² [Author affiliations – position, department, institute, city, state, country, email ID, ORCID ID]

³ [Author affiliations – position, department, institute, city, state, country, email ID, ORCID ID]

(Affiliation^{1,2,3} 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 DDDDDD DDDDDDDD DDDDDD DDDDDDDD DDDDD DDDDD DDDDDD]

(Times New Roman, 12)

[Subheading (level 2 heading is in sentence case, followed by text) (Times New Roman, 12 Bold)]

DDDD DDDD DDDDDD DDDDDDDD DDDDDD DDDDDDDD DDDDDDDD DDDDDDDDDD]

(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 DDDDDDD DDDD DDD 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)

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: Namig 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://scia.website/>
E-mail: info@scia.website, sc.mediagroup2017@gmail.com

AZƏRBAYCAN ALİ TEXNİKİ MƏKTƏBLƏRİNİN XƏBƏRLƏRİ

PROCEEDINGS OF AZERBAIJAN HIGH TECHNICAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS

ВЕСТНИК ВЫСШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

VOLUME 12 ISSUE 01 2022

CİLD 12 BURAXILIŞ 01 2022

Platform &
workflow by
OJS/PAKP

