

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

*Əlyazması hüququnda*

**NEFT QARIŞIQLARININ HAZIRLANMASI VƏ  
NƏQLİNİN SƏMƏRƏLİLİYİNİN ARTIRILMASININ FİZİKİ-  
KİMYƏVİ ƏSASLARI**

İxtisas: 3354.01 - Neft və qaz kəmərlərinin, bazalarının və  
anbarlarının tikilməsi və istismarı

Elm sahəsi: Texnika elmləri

**İddiaçı: Mehparə Babaverdi qızı Adıgözəlova**

Elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş  
dissertasiyanın

**A V T O R E F E R A T I**

**Bakı – 2024**

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ-nin "Neftin, qazın nəqli və saxlanması" kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi məsləhətçilər:

texnika elmlər doktoru, professor  
**Qafar Qulamhüseyn oğlu İsmayilov**  
kimya elmlər doktoru, professor  
**Hüseyn Ramazan oğlu Qurbanov**

Rəsmi opponentlər:

texnika elmlər doktoru, professor  
**Hüseynbala Fazil oğlu Mirələmov**  
texnika elmlər doktoru, professor  
**Mübariz Mustafa oğlu Vəliyev**  
texnika elmlər doktoru, professor  
**Vüqar Məhərrəm oğlu Fətəliyev**  
texnika elmlər doktoru, dosent  
**Nizami İbrahim oğlu Mürsəlov**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ-nin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.03 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya Şurasının sədri: texnika üzrə elmlər doktoru, dosent  
**Arif Ələkbər oğlu Süleymanov**

Dissertasiya Şurasının  
elmi katibi:

texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
**Yelena Yevgenyevna Şmonçeva**

Elmi seminarın sədri: texnika üzrə elmlər doktoru, professor  
**Sakit Rauf oğlu Rəsulov**

İmzaları təsdiq edirəm

ADNSU PHŞ-nin Elmi Katibi  
dosent

**Nərminə Tərhan qızı Əliyeva**



## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi:** Fiziki-kimyəvi göstəricilərin və həmçinin reo-fiziki xüsusiyyətlərin müxtəlifliyi nəzərə alınmadan xam və ya əmtəə neftlərinin bir-biri ilə qarışdırılaraq boru kəmərləri sistemi ilə yığılması və nəql edilməsi müxtəlif çətinliklər və mürəkkəbləşmələr yaradaraq əlavə xərclərin yaranması ilə nəticələnir. Belə ki, reofiziki-kimyəvi göstəriciləri müxtəlif olan neftlərin qarışmasının “bir araya sığmazlığı” məhz dispers neft sisteminin praktiki vacib olan parametrlərinin qiymətinin anomal dəyişməsinə, boru xətlərində müxtəlif tıxac yaranmasına və asfalten-qatran-parafin çöküntülərinin formalaşmasına səbəb ola bilər. Məhz bu səbəbdən qarışma zamanı bəzi neftlər “arzuolunmaz” cütlüklər də hesab edilə bilər. Ona görə də hazırda fiziki-kimyəvi xarakteristikası müxtəlif olan neftlərin qarışması zamanı bir-birinə qarşılıqlı təsirinin və həmçinin onların mədən şəraitdə yığılması, nəqlə hazırlanması və nəqli zamanı texnoloji proseslərinin səmərəliliyinin yüksəldilməsi məhz zamanın tələbindən irəli gələn mühüm məsələlərdən biri olmaqla, aktual olaraq qalmaqdadır.

Digər bir tərəfdən hazırda yüksək parafinli neftlərin hasilat payının artması məhz bu tip neftlərin yığım-nəql sistemində həlli vacib problemlərdən olan korroziya və parafinçökmə proseslərinin həlli istiqamətində kompleks tədbirlərin həyata keçirilməsini prioritet vəzifə kimi neftçi mühəndislər qarşısında qoymaqla bağlıdır. Belə ki, yüksək donma temperaturu ilə xarakterizə olunan yüksək parafinli neftlərin yığım-nəql sistemində aşağı temperaturlarda intensiv parafinləşmə prosesinin yaranması quyuların səmərəli istismarına, neftin yığılması, nəqlə hazırlanması və boru kəməri ilə nəqlinin səmərəli həyata keçiriləməsinə imkan vermir. Bu da öz növbəsində istismar prosesinin xeyli mürəkkəbləşməsinə, təmirlərarası müddətin qısalmasına, material xərcinin və eyni zamanda neftin maya dəyərinin yüksəlməsinə gətirib çıxarır.

Yüksək parafinli neftlərin yığım-nəql sistemində aqressiv mühitin mövcudluğu istismarda olan avadanlıqların daxili səthinin

elektrokimyəvi korroziya prosesinə uğramasına səbəb olmaqla onların istismar müddətini azaltmaq və təmir xərclərini artırmaqla yanaşı, ətraf mühitə də ciddi ziyan vurmuş olur. Həmçinin daxili səthdə əmələ gələn korroziya məhsulları parafin karbohidrogenlərinin kristallaşma mərkəzləri rolunu oynayaraq neft çöküntülərinin formalaşmasına da xidmət edir. Enerji və neft itkilərinin yaranmasına səbəb olan parafinçökmə və korroziya proseslərinin birgə həlli müasir texnologiyaların işlənməsini və mədən şəraitində tətbiq olunmasının yeni elmi əsaslarının öyrənilməsinə tələb edir.

Məhz bu nöqtəyi-nəzərdən çoxsaylı elmi-tədqiqat işlərinin aparılmasına baxmayaraq yuxarıda şərh olunan problemlər hələ də öz həllini tapmamış və aktual bir məsələ olmaqla yanaşı, böyük elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

**Tədqiqatın obyektı və predmeti.** Yerinə yetirilmiş dissertasiya icində tədqiqatların obyektı olaraq “SOCAR”-ın Muradxanlı, Sanqazal, Bulla-dəniz, Qarazuxur, Suraxanə, Siyəzən, Abçeron, Nərimanov, Ələt-dəniz yataqlarından *гидраты нефти* və *бездонный конденсат* olmuədur. Dissertasiya icində tədqiqatın predmeti isə fərdi reagentlər və onlar əsasənda hazırlanmış yeni kompozisiyaların öyrənilməsi olmuədur.

**Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri.** Tədqiqatın məqsədi neftlərin qarışması zamanı qarşılıqlı təsiri və sulaşması amilləri nəzərə alınmaqla onların yığılması, hazırlanması və nəqli zamanı texnoloji proseslərinin səmərəliliyinin artırılması üsullarının və neftin mədəndaxili və əmtəə nəql boru kəmərlərinin istismar müddətinin artırılması üçün asfalten-qatran-parafin çöküntülərinə və korroziyaya qarşı vahid reagentlərin tətbiqi ilə yüksək parafinli neftlərin yığım-nəql sisteminin effektivliyinin yüksəldilməsinin innovativ üsulunun işlənməsidir.

Tədqiqat işinin məqsədinə nail olmaq üçün aşağıdakı vəzifələr planlaşdırılmışdır.

1. Neftlərin sulaşması və qarışmasının onların yığılması hazırlanması və nəqli zamanı yaranan problemlərin və yığım-nəql

sistemlərində neft-su-kondensat qarışıqları üçün reoloji və keyfiyyət göstəricilərinin təhlili;

2. Neftlərin qarışması və sulaşmasının onların reo-fiziki xüsusiyyətləri və keyfiyyət göstəricilərinə təsirinin reoloji tədqiqi;

3. Reoloji mürəkkəb neftlər və onların qarışıqlarında ballast suyunun miqdarının təyini və sulaşma dərəcəsi nəzərə alınmaqla neft qarışıqlarında struktur dəyişiklərinin diaqnostikası üçün üsulların işlənməsi;

4. Neftlərin sulaşma dərəcəsinin onların deemulsasiyasına və neftlərin qarışması zamanı sinerqizm və antoqonizm effektinin onların nəqlə hazırlanması proseslərinə təsirinin tədqiqi;

5. Fərdi və kompozisiya reagentlərinin bakterisid-inhibitor xassələrinin tədqiqi;

6. Depressor aşqarların yüksək parafinli neftin donma temperaturuna, neftdə parafinçökmə prosesinə, tiksotrop luq xassəsinə və effektiv özlülüyünə təsirinin öyrənilməsi;

7. Yeni kompozisiyaların yüksək parafinli neftin donma temperaturuna, hidrogen sulfidli lay suyunda korroziya sürətinə və duzçökmə prosesinə təsirinin tədqiqi;

8. Yeni kompozisiyanın mədən şəraitində yüksək parafinli neftlərə tətbiq texnologiyasının işlənməsi;

**Tədqiqat üsulları.** Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi zamanı qarşıya qoyulmuş məsələlərin həlli üçün müxtəlif eksperimental tədqiqat üsullarından istifadə edilmişdir.

#### **Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar:**

1. Neft qarışıqlarının yığılması, hazırlanması və nəqlinin diaqnostikasının və səmərəliliyinin artırılmasının fiziki-kimyəvi aspektləri:

- sulaşma amili nəzərə alınmaqla müxtəlif neftlərin qarışması zamanı reoloji və keyfiyyət göstəricilərinin təhlilinin kompleks nəticələri;

- müxtəlif növ neftlərin həllolma qabiliyyətinə görə qarışmasının "arzuolunmazlığının" diaqnostikası;

- neftlərin qarışması zamanı mikroskopik quruluş dəyişikliklərinin və balastlarının miqdarının makroskopik parametrlərə təsiri;

-neftlər və onların qarışıqlarının sulaşmasının təyininin ekspress metodu;

- emulsiyaların su ilə doyması nəzərə alınmaqla reoloji mürəkkəb neft qarışıqlarının hazırlanması texnologiyası.

2. Fərdi və kompozisiya reagentlərinin bakterisid-inhibitor xassələrinin tədqiqinin kompleks eksperimental nəticələri;

3. Depressor aşqarlarının yüksək parafinli neftin donma temperaturuna, neftdə parafinçökmə prosesinə, tiksotropluq xassəsinə və effektiv özlülüyünə təsirinin tədqiqinin göstəriciləri;

4. Yeni kompozisiyaların yüksək parafinli neftin donma temperaturuna, hidrogen sulfidli lay suyunda korroziya sürətinə və duzçökmə prosesinə təsirinin tədqiqinin nəticələr kompleksi;

5. Yeni kompozisiyanın mədən şəraitində yüksək parafinli neftlərə tətbiq texnologiyası;

**Tədqiqatın elmi yeniliyi:** Neftlərin qarışması zamanı qarşılıqlı təsiri və sulaşması amilləri nəzərə alınmaqla onların yığılması, hazırlanması və nəqli zamanı texnoloji proseslərin optimallaşdırılması və səmərəliliyinin artırılması üsullarının, həmçinin neftin mədəndaxili və əmtəə nəql boru kəmərlərinin istismar müddətinin artırılması üçün asfalten-qatran-parafin çöküntülərinə və korroziyaya qarşı vahid reagentlərin tətbiqi ilə yüksək parafinli neftlərin yığım-nəql sisteminin effektivliyinin yüksəldilməsinin innovativ üsulunun işlənməsinin elmi əsaslarının yaradılması tədqiqat işinin elmi yeniliyini təşkil edir.

1. Müxtəlif növ neftlərin rəasional qarışdırılmasının fiziki-kimyəvi əsasları işlənilib hazırlanmışdır.

2. Neft qarışıqlarının yığılması və hazırlanması zamanı neftlərin “arzuolunmaz” qarışmasının və onların makroskopik parametrlərə təsirinin diaqnostikası üsulları təklif olunmuşdur.

3. Neft qarışıqlarının sulaşma dərəcəsinin diaqnostikası üçün ekspress üsul işlənilib hazırlanmışdır.

4. Neft qarışıqlarının deemulsasiya texnologiyasına yeni yanaşma təklif edilmişdir.

5. Fərdi və kompozisiya reagentlərinin bakterisid-inhibitor xassələri tədqiq edilmişdir.

6. Depressor aşqarlarının yüksək parafinli neftin donma temperaturuna, neftdə parafinçökmə prosesinə, tiksotropluq xassəsinə və effektiv özlülüyünə təsiri öyrənilmişdir.

7. Yeni kompozisiyaların yüksək parafinli neftin donma temperaturuna, hidrogen sulfidli lay suyunda korroziya sürətinə və duzçökmə prosesinə təsiri öyrənilmişdir.

8. Korroziyaya və duz çöküntülərinə qarşı çoxfunksiyalı kompozisiyalar hazırlanmış və onların xassələri tədqiq edilmişdir;

9. Parafin karbohidrogenlərinin molekulyar kütlə paylanmasına və tərkibinə temperatur və “Difron-4201” aşqarının təsiri öyrənilmişdir.

10. Temperaturun və yeni kompozisiyanın parafin çöküntülərinin əmələgəlmə kinetikasına və qrup tərkibinə təsiri tədqiq edilmişdir.

11. Yüksəkparafinli neftlərə çoxfunksiyalı M-5 kompozisiyanın maddən şəraitində tətbiq texnologiyası işlənmişdir.

### **Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.**

Dissertasiya işində alınmış yeni nəticələrin elmi səviyyəsi onların müvafiq sorğu kitablarına, məlumat banklarına və beynəlxalq elmi informasiya sistemlərinə daxil edilməsinə imkan verir.

İşin praktiki əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, laboratoriya şəraitində yerli xammal əsasında hazırlanmış yeni çoxfunksiyalı kompozisiyalar yüksək parafinli neftlərin yığım-nəql sistemində korroziya və parafinçökmə problemlərinin yüksək effektivliklə birgə həlli üçün tətbiq edilə bilər. Həmçinin fiziki-kimyəvi xarakteristikası müxtəlif olan neftlərin qarışması zamanı sinerqizm və antoqonizm effektinin nəzərə alınması onların nəqli zamanı yaranan mürəkkəbləşmələrin qarşısını almaqla prosesin səmərəliliyini artırmağa, “damcı nümunəsi” testi əsasında işlənmiş ekspress diaqnostika üsulu isə maddən yığım və nəql sistemlərində reoloji

mürəkkəb neftlərdə ballast suyunun miqdarını və sulaşmanın doyma həddini operativ qiymətləndirməyə imkan verir.

**Aprobasiyası və nəşri.** Dissertasiya işinin elmi nəticələri aşağıdakı konfranslara təqdim edilərək müzakirə edilmişdir:

1. Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» Юбилейной 70-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2016. (Москва, 2016)

2. Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» XI Всероссийская научно-техническая конференция «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» (Москва, 2016)

3. International Conference Dedicated to the 90<sup>th</sup> Anniversary of Academician Azad Mirzajanzade. (Baku, 2018).

4. “Материалы международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы эксплуатации зрелых месторождений”. (Газахыстан, 2019)

5. XXXIII Международная научно-практическая телеконференция “Российская наука в современном мире” . (Москва, 2020).

6. International conference on “Actual problems of chemical engineering, APCE – 2020, dedicated to the 100th Anniversary of the ASOİU. (Baku, 2020).

**Çap olunmuş elmi əsərlər:** Dissertasiya işi üzrə 31 elmi əsər, o cümlədən 5 məqalə (4 WOS, 1 SCOPUS beynəlxalq bazalarda indeksləşən elmi jurnallarda) və 7 konfrans materialı nəşr olunmuşdur.

**Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.** Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ-nin “Neftin, qazın nəqli və saxlanması” kafedrasında aparılan elmi tədqiqat işlərinin planına uyğun olaraq yerinə yetirilmişdir.

**İşin strukturu və həcmi:** Dissertasiya işi girişdən, 5 fəsildən, nəticələrdən istinad olunmuş 356 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İş ümümlikdə 420 səhifə, 395349 (452192) işarədən ( giriş



15577(17573), I fəsil 68641(78580), II fəsil 51676 (59816), III fəsil 26978(30838), IV fəsil 95767 (109741), V fəsil 125887 (143430), nəticələr 4426 (4496) 99 şəkil və qrafikl, 92 cədvəldən ibarət olub, ixtisarlar və şərti işarələrlə yekunlaşır.

**Müəllifin şəxsi töhfəsi:** Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsində ədəbiyyat mənbələrinin analizi, məsələnin qoyuluşu, yeni ideyaların formalaşdırılması, təcrübi işlərinin planlaşdırılması və yerinə yetirilməsi, müxtəlif tədqiqat üsulları ilə alınmış prinsiplial əsaslı nəticələrin izahı və ümumiləşdirilməsi zamanı əsas aparıcı rol müəllifə məxsusdur.

## **İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI**

Dissertasiya işinin **giriş hissəsində** mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, vəzifələri, həll olunacaq məsələlər, elmi yeniliklər, işin nəzəri və praktiki əhəmiyyəti, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar, işin strukturu və həcmi əks olunmuşdur. Dissertasiya işi beş fəsildən ibarətdir.

**Birinci fəsildə** quruda və dəniz şəraitində fəaliyyət göstərən yığım və nəql sistemində müxtəlif fiziki-kimyəvi göstəricilərə malik neftlərin sulaşması və bir-biri ilə qarışması zamanı meydana çıxan mürəkkəbləşmələr və spesifik problemlər sistemləşdirilərək təhlil edilmişdir. Neftlərin xüsusiyyətlərinin, həmçinin sulaşma dərəcəsinin, qarışmasının yığım-nəql sisteminin istismar və ekoloji göstəricilərinə təsiri, eyni zamanda müxtəlif neftlərin qarışması zamanı “biraraya sığmazlıq” problemləri haqqında məlumatlar şərh edilmişdir.

Araşdırmalardan məlum olmuşdur ki, eyni bir yataqdan hasil olunaraq yığım şəbəkəsinə verilən neftlərin stabilliyi və keyfiyyət göstəriciləri zamandan asılı olaraq bircinsli olmur. Belə ki, yığım-nəql şəbəkələrinin konstruksiyası və həmçinin neft hasil olunan ərazilərin yerləşmə xüsusiyyətləri məhz yataqlardan hasil olunmuş neftlərin emal müəsisəsinə və yaxud da istehlakçıya ilkin fiziki-kimyəvi xarakteristikasını saxlanılmaqla nəql edilməsinə imkan vermir. Yığım-nəql sistemlərində neftlərin ayrı-ayrılıqda nəql olunması rəşional hesab edilmədiyi üçün, onların məhz qarışıq halda boru kəməri ilə nəqli həyata keçirilir. Əks halda neftlərin ayrı-ayrılıqda nəqli çən parkının ölçülərini artırmaqla yanaşı, həm də neft-mədən təsərrüfatını və neft kəmərləri şəbəkəsinə xeyli mürəkkəbləşməsinə səbəb olar. Məhz qeyd olunan səbəblərə görə müxtəlif fiziki-kimyəvi göstəricilərə malik neftlər qarışdırılaraq emala və ya ixraca göndərilir. Bildiyimiz kimi neftlərin reoloji parametrlərinin göstəricilərinə təsir edən faktorlar arasında onun

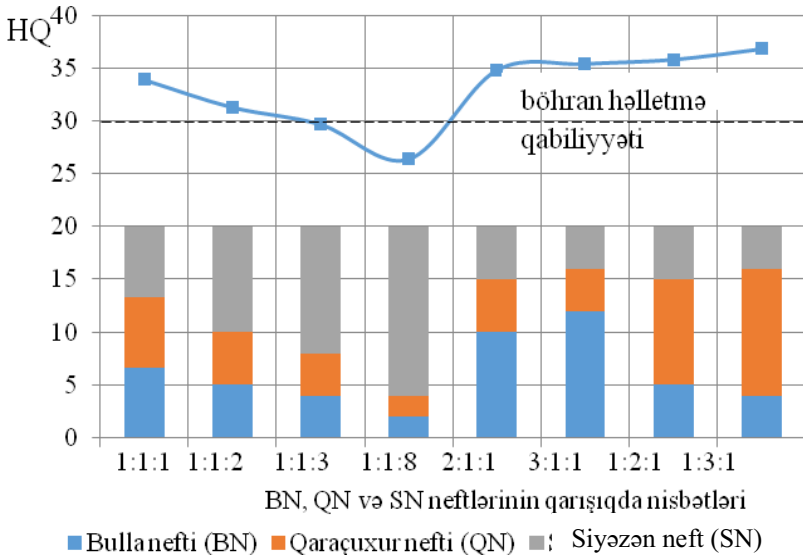
sulaşma dərəcəsi və temperatur amilləri böyük rol oynayırlar. Məhz qeyd olunan amillər neftin daxili quruluşunu və özlülüyünü hiss olunacaq dərəcədə dəyişdirə bilər. Bununla yanaşı qeyd etmək lazımdır ki, neftlərin xassələrinə və keyfiyyət göstəricilərinə həm də çox mühüm sayılan məhz fiziki-kimyəvi göstəriciləri fərqli olan neftlərin qarışması da böyük təsir göstərir.

Məlumdur ki, hasil olunan neft qarışıqların yığılma və nəql sistemində istismar olunan boru kəmərlərinin daxili səthində makroskopik bərk fazanın çökməsi nəticəsində mütəmadi olaraq tıxacların yaranması kimi hal baş vermiş olur. Məhz qeyd etmək lazımdır ki, müxtəlif xassəli neftlərin qarışmasının “bir araya sığmazlığı” boru kəmərlərinin daxili səthində çöküntülərin yaranmasına və həmçinin qarışığın keyfiyyət göstəricilərinin və eyni zamanda praktiki vacib sayılan sıxlıq, özlülük, donma temperaturu, həcm və sairə parametrlərin qiymətinin anomal olaraq dəyişməsinə səbəb olur. Mürəkkəb reoloji xassələrə malik neftlərin bir-biri ilə, yüngül neftlərlə və yaxud həlledicilərlə qarışdırılaraq nəql olunması zamanı müxtəlif çətinliklər yaranır. Həmçinin belə qarışığın saxlanması, təhvil və qəbulu zamanı da disbalans hallarına rast gəlinir. Məhz ona görə də bəzi neftlər və neft məhsulları bu baxımdan hətta “arzuolunmaz” çütlüklər də sayıla bilər. Ona görə də müəyyən tədqiqatlar aparılmadan müxtəlif neftlərin qarışdırılması düzgün sayılmır və bu zaman məhsulun qiyməti də aşağı düşə bilər. Reo-fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri və sulaşma dərəcələri müxtəlif olan neft qarışıqlarının yığılması, hazırlanması və nəqli zamanı onların malik olacağı xüsusiyyətlər nəzərə alınmır və Azərbaycan neftləri üçün bu istiqamətdə heç bir tədqiqat aparılmır. Qarışıqlarda özünü biruzə verən çox mühüm amillərdən biri də məhz neft qarışıqları üçün keyfiyyət göstəricilərinin, fiziki-kimyəvi xassələri xarakterizə edən parametrlərin təyini üçün tətbiq olunan ənənəvi üsul – additivlik qaydasının düzgün olmayan, təcrübə sınaq nəticələrindən xeyli fərqlənən nəticələr verməsi amilidir. Məhz yuxarıda sadalananlar fiziki-kimyəvi göstəriciləri fərqli olan neftlərin sulaşma dərəcələri də nəzərə alınmaqla qarışması ilə bağlı yaranan problemlərin öyrənilməsi, geniş tədqiq olunmasını şərtləndirir və zəruri edir.

Bu fəsildə həmçinin neftlərin həlletmə qabiliyyəti əsasında onların rasional qarışdırılması və arzuolunmaz qarışıqların müəyyən edilməsi üçün diaqnostika üsulunun işlənməsi məsələsinə də baxılmışdır.

Aparılmış çoxsaylı laboratoriya təcrübələrinin nəticələri göstərir ki, xam neftdəki asfaltenlərin tərkibi neftin tərkibində aromatik birləşmələrin və məhsulların nisbəti ilə tənzimlənir. Xam neftin nisbi sıxlığı və qovulma ilə bağlı məlumatlara, eyni zamanda miqdarı analizin nəticələrinə əsasən onun həlledici kimi dəqiq modelini qurmaq mümkündür. Buna görə bir və ya bir neçə xam neftlərin həlletmə qabiliyyətini müəyyən etmək mümkündür və bu dissertasiyada ətraflı müzakirə edilir. İstənilən xam neftin həlletmə qabiliyyətini təyin edərkən bu neft üçün miqdarı analizin məlumatlarını əldə etmək vacibdir. Neft məhsullarında aromatik birləşmələrin və doyma məhsullarının nisbəti qovulma və sıxlıq arasındakı asılılıq ilə müəyyən edilə bilər. İşdə Azərbaycan neftlərinin təmsalında neftlərin həlletmə qabiliyyətinin öyrənilməsi məqsədi ilə müxtəlif Bulla, Qaraçuxur və Siyəzən yataqlarından istehsal olunan xam neftlərdən istifadə olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, xam neftlərin qarəomasə nəticəsində  $\rho_{\text{qovulma}}$  və keyfiyyət göstəricilərinin nəzərə alınması anomal dəyişməsi bəzən verir. Təcrübə nəticələrinə əsasən müəyyən olunmuşdur ki, həlletmə qabiliyyətinin müəyyən bir həddində xam neftdən asfaltenlərin  $\rho_{\text{qovulma}}$  bəzən verir. Bu hədd xam neftin bəhrəni həlletmə qabiliyyəti adlanır. Bəhrəni həlletmə qabiliyyətinin qiymətindən yüksək həlletmə qabiliyyətinə malik asfaltenlər çökməyərək məhlulda qalırlar. Nəzərə alsaq ki, xam neftin həlletmə qabiliyyəti doyma məhsullarının aromatik birləşmələrə olan nisbətidir. Bu zaman bəhrəni həlletmə qabiliyyətini müəyyən etmək üçün qarışdırılması nəzərdə tutulan bir xam neft üçün parafinin titrləməsindən istifadə olunur. Araşdırmalar nəticəsində komponentlərin nisibətlərdən asılı olaraq qarışdırılması ilə həlletmə qabiliyyətinin qeyri-additiv xüsusiyyətləri müşahidə olunmuşdur (**şəkil 1**). Şəkildə yuxarıda qeyd olunan neftlərin müəyyən nisbətə qarışdırılması ilə həlletmə qabiliyyətindəki uyğun dəyişikliklər öz

əksini tapmışdır. Şəkildə yuxarıda qeyd olunan neftlərin müəyyən nisbətdə qarışdırılması ilə hələtmə qabiliyyətindəki uyğun dəyişikliklər öz əksini tapmışdır. Şəkildən görüldüyü kimi, neftlərin verilən nisbətdə BN:QN:SN=1:3:1 qarışması ilə ən yüksək hələtmə qabiliyyəti 37 müşahidə olunur. Neftlərin BN:QN:SN=1:1:8 nisbətində qarışması zamanı isə hələtmə qabiliyyətinin ən aşağı qiyməti 26,5<sup>1</sup> olur.



**Şəkil 1. Neftlərin qarışması zamanı hələtmə qabiliyyətinin dəyişməsi**

Təcrübələrin nəticələri göstərmişdir ki, hələtmə qabiliyyətinin müəyyən bir həddində xam neftdən asfaltenlərin çökməsi baş verir və komponentlərin nisbətlərindən asılı olaraq qarışdırılması ilə hələtmə qabiliyyətinin qeyri-additiv xüsusiyyətləri müşahidə olunur. Ümumiyyətlə, müşahidə olunmuşdur ki, neftlər qarışdıqda onların kimyəvi tərkibi keyfiyyət göstəricilərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Kimyəvi tərkiblərin müxtəlifliyi, neftlərin qarışdırılması zamanı mexaniki qarışıqların, asfalten, qətran, parafin birləşmələrinin çökməsinə səbəb olur.

<sup>1</sup>İsmayılov, Q.Q. Həllətmə qabiliyyətinə görə neft qarışıqlarının “azruolunmaz”lığının diaqnostikası / Q.Q. İsmayılov, M.B. Adıgözəlova, F.B. İsmayılova// Azərbaycan Neft Təsərrüfatı,-2018.-№11, -s.36-39.

Bundan başqa, müşahidə edilmişdir ki, neftlərin qarışması zamanı ilkin tərkiblə müqayisədə asfalten və qətran kimi yüksəkmolekullu birləşmələrin qarışıqda kütlə payı artır. Bu artımın səbəbi məhz neftlərin kimyəvi tərkibi ola bilər. Çökmüş ballastların miqdarını müəyyən etmək üçün aparılan təcrübələrin nəticələri göstərdi ki, çökmə prosesi aylarla davam edə bilər. Ballastın əsas hissəsinin çökməsi məhz ilk günlərdə baş verir. Məhz çökmüş ballastların sayını kvantlaşdırmaq və təklif etmək üçün hipotetik model təklif edilmişdir. Çökmüş ballastların miqdarını müəyyən etmək və proqnozlaşdırmaq üçün riyazi model təklif olunmuş və onun mədən şəraitində tətbiqi məqsədəuyğun sayılmışdır.

**İkinci fəsil**də müxtəlif çeşidli neftlərin qarışması və sulaşma dərəcəsinin onların reo-fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinə və həmçinin keyfiyyət göstəricilərinə təsirinin laboratoriya sınaqlarının nəticələri verilmişdir. Bu fəsilə həmçinin müxtəlif neftlərin və neft-kondensat-su qarışıqlarının fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin tədqiqinin nəticələri və kondensatın sulaşması və neftlə qarışmasının onların yığılımı və nəqlə hazırlanması proseslərinin səmərəliliyinə təsirinə aid nəticələrdə öz əksini tapmışdır.

Laboratoriya şəraitində “Muradxanlı” İNM-in “Cəfərli” sahəsinin müxtəlif quyularından və yığılım çənindən götürülmüş qarışıq neft nümunələrinin keyfiyyət göstəricilərindən olan sıxlıq, özlülüyün qiymətləri və su, mexaniki qarışıq, xlor duzlarının miqdarı məlum üsullar ilə təyin edilmiş və onların bir-birindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqləndiyi məlum olmuşdur. Proses zamanı 43 saylı quyu neftinin susuz, 28, 37 saylı quyulardan və çəndən götürülmüş neftlərin işə uyğun olaraq 15, 40 və 52% sulaşma dərəcəsinə malik olduğu aydın olmuşdur. Tədqiqat üçün götürülmüş müxtəlif neft nümunələrinin sulaşma dərəcəsi süni olaraq artırıldıqdan sonra reoloji xassələri “Reotest-2” viskozimetri ilə tədqiq edilmişdir. Təcrübələrin nəticələri göstərmişdir ki, neft nümunələri qeyri-Nyuton

mayelərdir və sulaşma dərəcəsinin artması onlarda özlülüyün əhəmiyyətli dərəcədə artmasına səbəb olur. Həmçinin bütün neft nümunələrində sulaşma dərəcəsinin müəyyən bir qiymətindən sonra sürət qradiyentinin artmasına baxmayaraq axma əyrilərində sürüşmə gərginliyinin kəskin azalması müşahidə edilmişdir. Təcrübə üçün götürülmüş 28, 37, 43 sayılı quyudan və çəndən götürülmüş qarışıq neft nümunələrində sulaşma dərəcəsinin limit doyma həddi uyğun olaraq 70, 80, 40 və 80% olmuşdur<sup>2</sup>. Laboratoriya şəraitində neft-kondensat-su qarışıqlarının reoloji və keyfiyyət göstəricilərinin kondensatın və suyun miqdarından asılılığını tədqiq etmək üçün “Ümid yatağı” kondesatı və “Bulla” sahəsinin neftindən istifadə edilmişdir. Kondesatla neftin fiziki-kimyəvi xassələri bir-birindən çox fərqlənir (**cədvəl 1**). Aparılmış reoloji tədqiqatların nəticələrinə əsasən müəyyən edilmişdir ki, neft, kondensat və onların kondensatın müxtəlif kütlə paylarında qarışıqlarının bütün sistemlər üçün axma əyriləri qeyri xətti olmaqla koordinat başlanğıcından keçmir və sürüşmə gərginliyi oxunu kəsməyə meyllidir. Həmçinin tədqiqat prosesində neft-kondensat-su qarışığının sıxlığı, donma temperaturu, kinematik özlülüyünün qiyməti və qarışıqda su, mexaniki qarışıqlar və xlor duzlarının miqdarı da təyin edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, sulaşma dərəcəsi 75% olan neft ilə qarışdırılması zamanı məhsulun keyfiyyət göstəriciləri üçün əksər hallarda additivlik qaydası ödənilmir. Neft ilə kondensat qarışığının reoloji xassələrinə suyun miqdarının təsirini tədqiq etmək məqsədi ilə susuz və müxtəlif sulaşma dərəcələrinə malik qarışıqların 5 və 20<sup>0</sup>C temperaturlarda viskozimetrin köməyi ilə reoloji xassələri tədqiq olunmuş və nəticələr əsasında qurulmuş axma əyriləri öyrənilmişdir. Nəticələrin təhlilindən müəyyən edilmişdir ki, məhz sulaşma dərəcəsinin qiyməti axma əyrilərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Müəyyən edilmişdir ki, sulaşma dərəcəsi artdıqca sistemin özlülüyü ilk olaraq artır və müəyyən sulaşmadan sonra isə kəskin azalır.

Kompyuterin belə genie istifadə edilməsi onunla əlaqədar dər ki, texnoloji proseslərin, elm səhələrinin və sairə məxtəlif təyinatlı hesablanması, optimallaşdırılması və idarə edilməsi zərurəti olduqca böyükdür.

---

<sup>2</sup>Nurullayev, V.X. Neftlərin sulaşma dərəcəsinin onların reoloji parametrlərinə təsirinin tədqiqı / V.X.Nurullayev, M.B. Adıgözəlova, R.Q. Nurməmmədova // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, -2022.№1(12), -s.4-14.



**Cədvəl.1**  
**“Ümid” yatağı kondensatının və “Bulla” sahəsindəki**  
**neftinin fiziki-kimyəvi xarakteristikası**

Kondensatın кытла рауэ, вк	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,98	1,0
$\rho_{qar.}^5$ , kq/m <sup>3</sup>	981	983	980	975	972	967	940	907	871	847	822	821
$\rho_{qar.}^{20}$ , kq/m <sup>3</sup>	976	976	973	969	964	962	934	895	859	833	810	806
Donma temperaturu, °C	13	16	15	14,5	14	13,5	10	7	4	1	-1	-1,6
Mexaniki qarəyöür,%	0,368	0,367	0,366	0,365	0,364	0,363	0,361	0,355	0,348	0,342	0,334	0,335
Xlor duzlarə, mq/dm <sup>3</sup>	1133,67	1097,1	1053,216	1038,588	1031,274	1015,158	886,476	667,24	378,84	195,734	37,884	7,314
Kinematik üzlülük sSt	5 °C	axınər	axınər	axınər	axınər	axınər	axınər	axınər	axınər	axınər	axınər	axınər
	20 °C	axınər	axınər	axınər	axınər	axınər	axınər	122,5	40,40	18,90	10,30	7,60

Elm və texnikanən müxtəlif təyinatlı sahələrində, sənayedə kompyuterin tətbiq edilməsi 20-21 əsrlərdə bir elm sahəsi kimi riyazi modelləşdirmə XX əsrin əvvəllərində yaradılmışdır və hal-hazırkı dövrdə inkişaf etdirilir. Daha sonralar isə digər sahələrdə də neft sənayesində də geniş tətbiq olunmaqdadır. Bu nöqtəyi nəzərdən reagentsiz və reagentin iştirakı ilə Muradxanlı yataq neftinin effektiv özlülüyünə reagentin qatılığının, sınağın temperaturunun və sürət qradientinin təsirinin öyrənilməsində statistik riyazi modellərin tətbiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Reagentsiz və reagentin iştirakı ilə Muradxanlı yataq neftinin effektiv özlülüyünə reagentin qatılığının  $x_1$ , sınağın  $x_2$

temperaturunun və sürət qradientinin  $x_3$  təsiri öyrənilərək onun statistik riyazi modeli qurulmuşdur. Planlaşdırma matrisində çıxış funksiyası (meyar) kimi effektiv özlülüyün ( $y$ ) minimum olması nəzərdə tutulmuşdur. Prosesin riyazi modelinin tənliyi funksiyanın Teylor sırasına ayrılmasının çoxhədlişi şəklindədir. Regressiya modelinin əmsalları Student meyarı əsasında müəyyən edilmişdir. Riyazi modelin əmsalları qiymətləndirildikdən sonra qurulmuş riyazi modelin prosesə adekvatlığı yoxlanılmışdır. Adekvatlıq Fişer meyarı əsasında müəyyən edilmişdir. Qurulan riyazi modelin prosesə adekvat olması üçün  $F_{hesab.} \leq F_{cədvəl}$  şərti ödənilməlidir. Digər hər iki variant üçün də analoji riyazi modelləşdirmə və optimallaşdırma üsulu tətbiq edilmişdir. Bu əməliyyatlar kompyuter proqramı əsasında həyata keçirilmişdir.

Prosesin statistik riyazi modelləri aşağıdakı (1-3) tənliklər şəklində alınmışdır:

$$y = 0.348 + 0.002x_1 - 0.003x_2 + 0.003x_1 \cdot x_2 + 0.002x_1 \cdot x_3 + 0.007x_1 \cdot x_2 \quad (1)$$

$$(2) \quad y = 0.055 + 0.002x_1 - 0.003x_2 + 0.001x_3 + 0.002x_1 \cdot x_3 + +0.002x_2 \cdot x_3$$

$$(3) \quad y = 0.062 + 0.001x_1 + 0.001x_3 + 0.002x_1 \cdot x_2 + 0.001x_1 \cdot x_3 + +0.001x_1$$

Prosesin statistik riyazi modelləri (1-3) əsasında onların optimal rejim parametrləri aşkar edilmişdir:

$$x_1 = 402 \quad x_2 = 18,5 \quad x_3 = 436,2 \quad y = 0,35$$

$$x_1 = 88.4 \quad x_2 = 20.3 \quad x_3 = 144.6 \quad y = 0,063$$

$$x_1 = 1.054 \quad x_2 = 6.07 \quad x_3 = 144.6 \quad y = 0,058$$

Prosesin optimal rejim parametrlərini müəyyən etmək üçün “kompleks” optimallaşdırma üsulundan istifadə edilmişdir. Nəticədə, prosesin qurulmuş reqressiya modeli (1-3) prosesin texnoloji parametrlərinin çoxsaylı variantlarını təhlil etməyi mümkün edir. Bu da öz növbəsində texnoloji prosesin gedişatı haqqında proqnoz verməyə imkan yaradır.

**Dissertasiya işinin üçüncü fəsil** mürəkkəb reoloji xassələrlə xarakterizə olunan neftlərin bir-biri ilə qarışmasını və eyni zamanda onların sulaşma dərəcəsi nəzərə alınmaqla yığılma, hazırlanma və nəql kimi proseslərdə səmərəliliyin artmasının təmin edilməsinə həsr edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, tədqiqatlar zamanı mədən şəraitində neftlərdə və həmçinin onların qarışıqlarında ballast suyunun faiz miqdarı və eyni zamanda suyun neftdə maksimal disperqlənmə dərəcəsinin təyini üçün tərəfimizdən ekspress-üsul işlənmişdir. Anomal xassəli neftlərə və eyni zamanda neft-kondensat qarışıqlarına sulaşma dərəcəsinin deemulsasiya prosesinə təsiri reagentsiz və reagent iştirakı zamanı tədqiq edilmişdir. Laboratoriya şəraitində “Alkan-318” markalı reagentinin yüksək parafinli neftlərinin deemulsasiyasına və həmçinin bu tip neftlərin nəqli zamanı parafinçökmə prosesinə

təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, “Alkan-318” reagenti çoxfunksiyalı olmaqla effektiv kompleks təsirə malikdir.

Hal-hazırda neftlərin mədən şəraitində deemulsasiya prosesi olduqca mühüm texnoloji proseslərdən biri olmaqla əhəmiyyət kəsb edir və bu proses zamanı iqtisadi baxımından səmərəliliyin artırılması zamanın tələbindən irəli gələn aktual bir məsələ olaraq qalmaqdadır. Mürəkkəb reoloji xassələrə malik neftlərin deemulsasiyasının effektivliyinə onların sulaşma dərəcəsinin təsiri “Muradxanlı” yatağı neft nümunələrində tədqiq edilmişdir. Təcrübə prosesində deemulqator kimi “Disolvan-4411” reagenti götürülmüşdür. Proses 20, 40, 60<sup>0</sup>C temperaturalarda aparılmış və sulaşma dərəcəsi müxtəlif olan neft nümunələrindən istifadə edilmişdir. Neft emulsiyalarının deemulqatorla deemulsasiyasının səmərəliliyi “butulka testi” üsulu ilə vaxtdan asılı olaraq dayanıqlı su-neft sistemindən ayrılan suyun miqdarına əsasən qiymətləndirilmişdir. Emulsiya nümunələri termokimyəvi təsirdən sonra çökdürməyə qoyulmuş və müəyyən zaman müddətindən sonra suyun neftdən ayrılması – çökməsinin dinamikasına nəzarət edilmişdir. Neft emulsiyalarının dayanıqlığının onların sulaşma dərəcəsi və parçalanmasını təmin edən reagent-deemulqatorun sərf xarakteristikasından asılılığının təhlili əsasında deemulsasiya prosesinin səmərəliliyinin neftdə su fazasının miqdarı və onun disperslik dərəcəsindən çox asılı olduğu müəyyən edilmişdir. Deemulsasiya olunan neftlərdə suyun miqdarı çoxaldıqca deemulqatorun sərfinin azalması müşahidə edilmişdir. Deemulqator reagent kimi yerli istehsal olan “Alkan-202”-dən istifadə etməklə neft ilə kondensatın müxtəlif qarışıqlarının deemulsasiya prosesi öyrənilmişdir. Bu məqsədlə ilkin sulaşması 36% olan “Ümid” kondensatı və “Ələt-Səngəçal-Bulla” neftinin (50:50%) nisbətində qarışığı süni olaraq lay suyu ilə müxtəlif sulaşma dərəcələrinədək (50, 60, 70, 80 %) süni yolla sulaşdırılmış və sonra həmin sistemlərin deemulsasiyasına baxılmışdır. Həmin qarışıqların 50, 60, 70 və 80 % sulaşma dərəcələrində 60<sup>0</sup>C temperaturda deemulsasiyasının nəticələrinə əsasən müəyyən edilmişdir ki, sulaşma amili neft-kondensat qarışığının deemulsasiyasına

əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Belə ki, sulaşmanın faizinin coxalmasına uyğun olaraq qarışıqın susuzlaşdırılma dərəcəsi artır və bu zaman emulsiyaların nisbətən tez parçalanması müşahidə olunur.

Neftlərin qarışmasının onların deemulsasiyasına təsirini öyrənmək üçün laboratoriya şəraitində ayrı-ayrı neft nümunələri və onların qarışıqlarının susuzlaşdırılması prosesi tədqiq edilmişdir. Reoloji, fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri və sulaşma dərəcəsinə görə bir-birindən fərqlənən iki neft nümunəsi və onların müxtəlif nisbətdə qarışıqlarının deemulsasiyasının səmərəliliyi ümumi qəbul edilmiş "butulka testi" üsuluna əsasən təyin olunmuşdur. İstər reagentsiz, istərsə də reagentlə aparılan sınaqlar nəticəsində emulsiyaların parçalanma sürətləri müəyyən edilmişdir. Həmin neftlərin kütlə paylarının (0:1; 0,15:0,85; 0,3:0,7; 0,4:0,6; 0,5:0,5; 0,6:0,4; 0,7:0,3; 0,85:0,15 və 1:0) nisbətlərinə uyğun gələn qarışıqlarının susuzlaşdırılma dərəcəsinin müxtəlif qiymətlərində deemulqatorun sərfinin dəyişməsi təhlil edilmişdir. Məsələn, emulsiyanın 60% parçalanma dərəcəsi üçün göstərilən nisbətlərə uyğun qarışıqlar üçün reagentin sərfi uyğun olaraq 17 və 10 q/t təşkil edirsə, qarışan neftlərin digər qatılıqları üçün reagentin sərfinin dəyişməsi artma və azalma halları ilə müşahidə olunur. Məsələn 50:50 % qarışıqın deemulsasiyası üçün reagentin sərfində müsbət sinerqizm mövcud olursa, 60:40% nisbəti üçün mənfi sinerqizm müşahidə edilir.

Bir qayda olaraq məhz suyun neftdə emulqasiyası, başqa sözlə desək disperslilik dərəcəsi su-neft emulsiyalarının vacib xarakteristikası sayılır və onun əsas xassələrini müəyyənləşdirir. Lakin bəzi obyektiv səbəblərdən heç də həmişə mədən şəraitində suyun neftdə dəyişən disperslənmə dərəcəsinə lazım olan dəqiqliklə təyin etmək mümkün olmur.

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq neftin suyu disperslənmə qabiliyyətinin və ya sulaşma dərəcəsinin təyini üçün «damcı nümunəsi» üsulu ilə laboratoriya tədqiqatları aparılmış və müəyyən nəticələr əldə edilmişdir. Aparılmış laboratoriya tədqiqatları göstərir ki, «damcı nümunəsi» üsulu kifayət qədər

informativdir və onu reoloji mürəkkəb maddən neftlərinin suyu disperqləmə qabiliyyətinin təyini üçün ekspress analiz qismində tətbiq etmək məqsədəuyğundur<sup>3</sup>.

<sup>3</sup>Адыгезалова, М.Б., Нурмамедова, Р.Г., Халилов, Р.З. Диагностика эффективности эмульсации нефтей на основе «капельной пробы»// Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина» Юбилейной 70-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2016, -18-20 апреля, -с. 349.

Tədqiqat obyektini kimi N.Nərimanov adına NQÇİ-nin «Ələt-dəniz» yatağının (SDÖ-63) 64 sayılı quyusundan hasil olunan yüksək özlülüklü, ağır neft seçilmiş və laboratoriya şəraitində müvafiq ГОСТ-lara uyğun olaraq neftin fiziki-kimyəvi xassələri müəyyən edilmişdir. Təyin edilmiş sıxlıq, donma temperaturu, həmçinin su, xlor duzları, mexaniki qarışıqlar, parafin, qatran və asfaltenlərin miqdarı uyğun olaraq 931 kq/m<sup>3</sup>; 28 °C; 34% 1300,16 mq/dm<sup>3</sup>; 0,20; 5,5; 2,2 və 7,1 % təşkil etmişdir.

Laboratoriya tədqiqatlarını aparmaq məqsədilə müxtəlif sulaşma dərəcələrinə malik olan neftlər homogen vəziyyətə gətirilərək, qapalı tigelə doldurulmuş və təkrar qarışdırıldıqdan sonra ondan pipetka ilə damcı nümunəsi götürülmüşdür. Götürülmüş damcı nümunəsi əvvəlcədən hazırlanmış süzgec kağızının üzərinə damızdırılmışdır. Damcı nümunəsi neftin axma prosesi dayananaqədək (təqribən 20-30 dəqiqə müddətində) baxılan temperaturda saxlanılmışdır. Təcrübələr 2 temperaturda - 5 и 20<sup>0</sup>C-də aparılmış və gözləmə müddəti analoji olmuşdur.

Süzgec kağızında yaranan ləkənin ölçüləri və rənginə əsasən neftdə disperqlənmiş suyun faizi haqqında ilkin qiymətləndirmə həyata keçirilmişdir. Alınmış nəticələrin təhlili göstərir ki, aralıq həlqəvi zonanın sahəsi artdıqca neftin disperqlənmə qabiliyyəti (DQ) yüksəlir. Bu zonanın halqasının daralması neftdə suyun faizinin artdığını xarakterizə edir. Neftin su ilə tamamilə doyduğu hallarda (başqa sözlə suyun disperqlənməsi başa çatdıqda) süzgec kağızında həmin zona artıq mövcud olmur.

**İşin dördüncü** fəslində neft sənayesində istismar olunan avadanlıqların daxili səthində baş verən korroziya proseslərinə aid elmi tədqiqat işlərinin nəticələrinin təhlili verilmiş və eyni zamanda həll olunacaq məsələlər müəyyən edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, neft sənayesində istismar olunan avadanlıqların daxili səthi məhz aqressiv mühitə malik lay sularının təsirindən korroziyaya uğrayır. Lay suyunun aqressivlik dərəcəsi tərkib komponentləri ilə müəyyən edilir. Belə ki, lay suyunun tərkibində molekulyar oksigenin, karbon qazının, hidrogen sulfidin, ion halında mineral duzların və ən əsası sulfat reduksiyaedici bakteriyalarının olması avadanlıqların daxili səthinin korroziya sürətini artırır.

**Dissertasiya işinin bu fəslində şərti adları** MARZA-1, MARZA-2, M-2 olan yeni reagentlərinin müxtəlif aqressiv mühitlərdə bakterisid-inhibitor xassələri öyrənilmişdir. Həmçinin bu fəsilə MARZA-1 ilə Qossipol qətranı əsasında hazırlanmış və şərti adı M-1 olan kompozisiyanın da bakterisid-inhibitor xassələrinin tədqiqindən alınan nəticələr öz əksini tapmışdır. Eyni zamanda MARZA-2 əsasında beş yeni kompozisiyanın korroziya və duz çökməyə qarşı mühafizə effektivliyi tədqiq edilmişdir. Hər beş yeni reagen üzvi mənşəlidir və yerli xammallar əsasında sənaye istehsalı mümkündür.

Laboratoriya şəraitində MARZA-1 reagentinin korroziyadan mühafizə effektivliyi hidrogen sulfid, karbon qazı və hər iki qazın olduğu mühitlərdə 24 və 240 saat müddətində tədqiq edilmişdir. Çoxsaylı laboratoriya təcrübələrinin nəticələrindən məlum olmuşdur ki, mühitdə MARZA-1-in qatılığı artdıqca korroziyanın sürəti azalır və reagentin təsir effekti artır. Sınaq müddətinin artması zamanı korroziya sürətinin zəiflədiyi müşahidə edilmişdir ki, bunu da məhz nümunələrin səthində korroziya məhsullarından yaranan örtüyün metalın səthini ekranlaşdıraraq qoruyucu funksiyasını yerinə yetirməsi ilə izah etmək olar (**cədvəl 2**).

“SOCAR”-ın “Bibiheybətneft” NQÇİ tərəfindən işlənmədə olan yatağın lay sularından götürülmüş sulfat reduksiyaedici bakteriyaların “Desulfomikrobium” və “Desulfovibriodesulforicans”

növlərindən olan ştamlarına “Postgeyt-B” qidalandırıcı mühitində **MARZA-1 reagentinin** təsiri tədqiq edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, MARZA-1 mühitdə biogen hidrogen sulfidin miqdarı kəskin olaraq azalsa da, sulfatın reduksiya prosesi tamamilə dayanmır. Deməli, reagent qidalandırıcı mühitdə sulfatreduksiyaedici bakteriyaların metabolizm prosesini tamamilə dayandıra bilmir.

Tədqiqat prosesi zamanı MARZA-1 və Qossipol qətranı reagentlərinin 10:1 nisbətində olan kompozisiyanın (şərti adı M-1) da bakterisid-inhibitor xassələri tədqiq edilmişdir. Korroziya yaradan aqressiv mühit kimi H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S+CO<sub>2</sub> mühitlərindən istifadə edilmişdir.

**Cədvəl 2**  
**MARZA-1 reagentinin müxtəlif aqressiv mühitlərdə**  
**mühafizə effektləri**

Мьhit	C <sub>inh.</sub> mq/l	K, q/m <sup>2</sup> ·saat	Ləngimə əmsalə, γ	K <sub>p</sub> , mm/il	Мьhafizə effekti, Z, %
H <sub>2</sub> S	-	0,4326	-	-	-
		0,1874	-	-	-
	3,0	0,0506	8,54	0,0566	88,3
		0,0504	3,71	0,0564	73,1
	5,0	0,0328	13,18	0,0367	92,4
		0,0329	5,69	0,0368	82,4
	7,0	0,0190	22,76	0,0212	95,6
		0,0163	11,49	0,0182	91,3
	10,0	0,0086	50,3	0,0096	98,0
		0,0080	23,42	0,0089	95,7
CO <sub>2</sub>	-	0,2418	-	-	-
		0,06231	-	-	-
	3,0	0,0573	4,21	0,0641	76,3
		0,0247	2,52	0,0276	60,22
	5,0	0,0430	5,62	0,0481	82,2
		0,0187	3,33	0,0209	69,86
	7,0	0,0232	10,42	0,0259	90,4
		0,0080	7,78	0,0089	87,15
	10,0	0,0125	14,34	0,0140	94,8
		0,0032	11,47	0,0035	94,83
H <sub>2</sub> S +CO <sub>2</sub>	-	0,3416	-	-	-



	0,7612	-	-	-
3,0	0,0792	4,31	0,0887	76,8
	0,1364	5,58	0,1527	82,07
5,0	0,0526	6,49	0,0589	81,6
	0,0796	4,56	0,0891	89,54
7,0	0,0290	11,77	0,0324	91,5
	0,0246	30,94	0,0275	46,76
10,0	0,0109	31,33	0,0122	96,8
	0,0058	131,24	0,0064	99,23

*Qeyd.* təcrübənin aparılma müddəti 24 saat (surət) və 240 saat (məxrəc)

Təcrübələrin nəticələri göstərmişdir ki, ən yüksək mühafizə effekti məhz kompozisiyanın 100 mq/l-də müşahidə edilir və həlledici dizel yanacağı olduqda H<sub>2</sub>S mühitində bu effekt 98%, CO<sub>2</sub> mühitində 96%, H<sub>2</sub>S+CO<sub>2</sub> mühitində 98%, kerosin olduqda isə müvafiq olaraq 97%, 94% və 99% təşkil edir. Hər iki sulfatreduksiyaedici bakteriyaların olduğu mühitdə kompozisiyanın ən yüksək təsir effekti məhz 120 mq/l qatılığında müşahidə edilmişdir (95-99%)<sup>4</sup>. Beləliklə, MARZA-1 reagenti ilə müqayisədə hazırlanmış M-1 kompozisiyanın göstərilən mühitlərdə korroziyadan mühafizə və bakterisid effekti daha yüksək olmuşdur və bunu da sinergetik effektin baş verməsilə izah etmək olar. Neytral, turş və qələvi mühitlərdə MARZA-2 reagentinin korroziyadan mühafizə effekti laboratoriya şəraitində tədqiq edilmiş və çoxsaylı təcrübələrin nəticələrinə əsaslanaraq korroziya sürəti və tədqiq olunan mühitlərdə reagentin mühafizə effektivliyi təyin edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, reagentin qatılığının 3-10 mq/l intervalında dəyişməsi zamanı neytral mühitdə korroziya sürəti 0,0782-0,0078 q/m<sup>2</sup>-saat, mühafizə effekti 90-99%, turş mühitdə korroziya sürəti 0,3430-0,00 q/m<sup>2</sup>-saat, mühafizə effekti 88-100%, qələvi mühitdə isə korroziya sürəti 0,1843-0,0410 q/m<sup>2</sup>-saat, mühafizə effekti isə 82-96% arasında dəyişir.

Beləliklə, laborator sınaqlarından alınmış nəticələrin müqayisəli təhlilindən məlum olmuşdur ki, MARZA-2 reagentinin 10 mq/l miqdarı hər üç mühit üçün effektivdir və bu zaman onun korroziyadan mühafizə effekti 96-100% təşkil edir. Tədqiq olunan hər üç aqressiv mühitlərdə korroziya sürətinin əhəmiyyətli

dərəcədə azalmasını məhz reagentin metal səthini hidrofoblaşdırmaq xüsusiyyəti ilə izah etmək olar. Belə ki, proses zamanı reagent metal səthində yüksək enerjiyə malik olan aktiv mərkəzləri ekranlaşdırmaqla, onları aqressiv mühitdən təcrid edərək korroziya

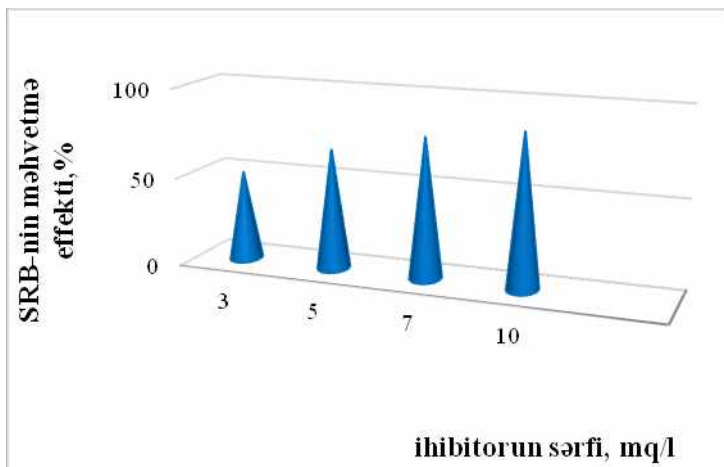
<sup>4</sup>Гурбанов, Г.Р. Исследование универсального комбинированного ингибитора для нефтегазовой промышленности / Г.Р.Гурбанов, М.Б.Адыгезалова, С.М.Пашаева // Изв. вузов. Химия и хим. технология, - 2020. -V.63. №10, -с.78-89.

prosesini passivləşdirir. Təcrübələrin nəticələri hər üç mühitdə MARZA-2 reagentinin güclü inhibitorluq xassəsinə malik olmasını deməyə əsas verir.

Mədən təcrübəsindən məlumdur ki, istismarda olan avadanlıqların daxili səthinin güclü korroziyaya uğramasına səbəb əksər hallarda sulfatreduksiyaedici bakteriyalardır. Bu səbəbdən də MARZA-2 reagentinin qeyd olunan bakteriyalara qarşı təsir effekti məlum NASE standart metodikasına uyğun tədqiq edilmişdir. Qidalandırıcı mühit kimi “Poşqeyt–B” mühiti götürülmüşdür. Qeyd etmək lazımdır ki, sulfatreduksiyaedici bakteriyaların həyat fəaliyyəti dayanan zaman, mühitdə olan digər fizioloji qrup mikroorqanizmlərin də əmələ gətirdiyi biosenozun fəaliyyəti dayanmış olur. Növbəli durulaşdırılma üsulu ilə proses on beş gün ərzində aparılmışdır. Laboratoriya sınaqlarında istifadə edilmiş sulfatreduksiyaedici bakteriyalar “SOCAR”-ın “Bibiheybətneft” NQÇİ-də istismarda olan quyulardan neftlə çıxarılan lay sularından götürülmüşdür. Təcrübələr sulfatreduksiyaedici bakteriyaların  $10^3$  hüç/ml həcmində, 28-30<sup>0</sup>C temperturda MARZA-2 reagentinin 3.0, 5.0, 7.0 və 10 mq/l qatılıqlı məhlullarında aparılmışdır. On beş günlük təcrübələrdən sonra reagentin bakterisid effekti hesablanmış və məlum olmuşdur ki, qatılığın 3.0-10 mq/l intervalında MARZA-2 reagentinin bakterisid effekti 50-85% intervalında qiymət alır.

Ümumilikdə çoxsaylı laboratoriya təcrübələrinin nəticələri məhz MARZA-2 reagentinin çoxfunksiyalı olmaqla bakterisid-inhibitor xassələrə malik olmasını təsdiq etmiş oldu (**şəkil 2**).

Yerli xammal əsasında sənayedə istehsalı mümkün olan MARZA-1, MARZA-2 fərdi reagentlərin və MARZA-1+Qossipol qətranı kompozisiyasının yüksək effektiv bakterisid-inhibitor xassələrə malik olmasını nəzərə alaraq, onlardan neft sənayesində istismar olunan avadanlıqların daxili səthinin korroziyadan mühafizəsində tətbiq edilməsini iqtisadi baxımından məqsədəuyğun saymaq olar.



**Şəkil 2. MARZA-2 reagentinin SRB-ni məhv etmə effekti**

Tədqiqat işinin yerinə yetirilməsi zamanı sinergetizm prinsiplərinə əsaslanaraq MARZA-1 və MARZA-2 bakterisid-inhibitor xassəli reagentlərdən şərti adları P-1, P-2, P-3, P-4, P-5 olan beş yeni kompozisiya laboratoriya şəraitində hazırlanmış və onların bakterisid və hidrogen-sulfidli lay suyunda korroziyadan mühafizə effekti tədqiq edilmişdir.

Kompozisiyaların bakterisid xassəsini öyrənmək üçün sulfatreduksiyaedici bakteriyaların «Desulfomikrobium» və «Desulfovibriodesulfuricans» olan iki ştamından istifadə edilmişdir. Laboratoriya şəraitində yeni kompozisiyaların sulfatreduksiyaedici bakteriyalarının inkubasiya müddətinə təsiri on beş gün ərzində öyrənilmiş və bu zaman bakteriyaların intensiv

çoxalması mümkün olan “Postqeyt B” qidalandırıcı mühitindən istifadə edilmişdir. Müqayisəli təhlil aparmaq məqsədi ilə laboratoriya sınaqları kompozisiya əlavə edilməmiş və kompozisiya əlavə edilmiş qidalandırıcı mühitlərdə yerinə yetirilmişdir. Təcrübələrin nəticələrinin təhlilindən müəyyən edilmişdir ki, P seriyalı kompozisiyalardan ən yüksək bakterisid effekti P-3 kompozisiyanın 10 mq/l qatılığında baş verir (99%).

Məlumdur ki, neft sənayesində avadanlıqların daxili səthinin elektrokimyəvi korroziyaya məruz qalmasına səbəb məhz neftlə birlikdə hasil olunan lay suyudur. Lay sularının əsas tərkib hissəsi məhz həll olmuş müxtəlif qazlar, mineral və üzvi duzlar, mexaniki qarışıqlar və ən əsası hidrogen-sulfid təşkil edir. Ona görə də lay suyu korroziya yaratmaq baxımından güclü elektrolit mühit sayılır. Deyilənləri nəzərə alaraq yeni P-seriyalı kompozisiyaların “SOCAR”-ın “Bibiheybətneft” NQÇİ-nin 1082 sayılı quyusundan götürülmüş lay suyu nümunələrində korroziya sürətinə təsiri tədqiq edilmiş və onların korroziyadan mühafizə effektləri hesablanmışdır. Kompozisiyaların mühitdə qatılığının 3-10mq/l intervalında artması zamanı korroziyadan mühafizə P-1 üçün 85-98%, P-2 üçün 92-99 %, P-3 üçün 95-99 %, P-4 üçün 75-92 % və P-5 üçün isə 72-90% intervalında dəyişir. Ən yaxşı korroziyadan mühafizə effektini P-2 və P-3 kompozisiyaları və 10 mq/l qatılıqda göstərir (99%).

**Cədvəl 3-də** MARZA-1, MARZA-2 fərdi reagentlərin və onlar əsasında hazırlanmış P-seriyalı yeni kompozisiyaların korroziyadan mühafizə və bakterisid effektlərinin müqayisəli təhlili verilmişdir.

Beləliklə, fərdi reagentlərin və P-seriyalı kompozisiyaların cədvəl 3-də verilmiş korroziyadan mühafizə və bakterisid effektlərin qiymətlərinin müqayisəli təhlilindən aşağıdakı nəticələrə gəlmək olar.

1. MARZA-1 və MARZA-2 ilə müqayisədə P-1, P-2, P-3 kompozisiyalarının korroziyadan mühafizə və bakterisid effektləri daha yüksəkdir.

2. P-serialı kompozisiyalardan P-3 kompozisiyasının həm korroziyadan mühafizə və həm də bakterisid effekti ən yüksək qiymətə malikdir.

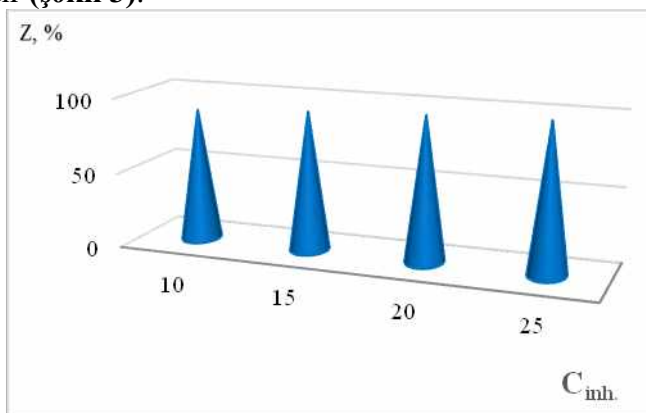
3. Neft sənayesində istismar olunan avadanlıqların daxili səthinin korroziyadan mühafizəsində P-3 kompozisiyasının geniş istifadə edilməsi daha məqsədəuyğun sayılır.

**Cədvəl 3**  
**MARZA-1, MARZA-2 və P-serialı kompozisiyaların**  
**bakterisid -inhibitor (tuz mühitdə) xassələrinin müqayisəli**  
**təhlili**

Reagentlərin cərti adə	Reagentlərin qatələpə, mq/l	Korroziyadan mьhafizə effekti, %	Bakterisid effekti, %
MARZA-1	3,0	88,3	57
	5,0	92,4	67
	7,0	95,6	82
	10	98,0	87
MARZA-2	3,0	88	50
	5,0	90	67
	7,0	93	78
	10	95	85
P-1	3,0	85	59
	5,0	90	74
	7,0	97	81
	10	98	85
P-2	3,0	92	84
	5,0	96	88
	7,0	98	92
	10	99	94
P-3	3,0	95	93
	5,0	97	96
	7,0	99	97
	10	99	99

P-4	3,0	75	56
	5,0	86	70
	7,0	90	78
	10	92	81
P-5	3,0	72	50
	5,0	84	65
	7,0	88	72
	10	90	76

Üzvi mənşəli və şərti adı M-2 olan reagentin laboratoriya şəraitində bakterisid-inhibitor xassələri çoxsaylı təcrübələr aparmaqla öyrənilmişdir. Bu zaman reagentin 10, 15, 20 və 25mq/l miqdarlarından istifadə edilmişdir. M-2 reagentinin korroziyadan mühafizə effekti hidrogen sulfid, karbon qazı, hidrogen sulfid+ karbon qazı olmaqla üç müxtəlif aqressiv mühitlərdə tədqiq edilmişdir. Altı saatlıq laboratoriya təcrübələrinin nəticələrinin emalından sonra məlum olmuşdur ki, hər üç aqressiv mühitdə ən yüksək korroziyadan mühafizə effekti məhz reagentin 25mq/l qatılığında müşahidə olunur. Hidrogen sulfid qazı olan mühitdə korroziyadan mühafizə effekti 98%, karbon qazı olan mühitdə 92.7% və hər iki qazın birgə olduğu aqressiv mühitdə isə 94.8% təşkil edir (**şəkil 3**).



**Şəkil 3. M-2 reagentinin hidrogen sulfid mühitində mühafizə effekti**

M-2 reagentinin sulfatreduksiyaedici bakteriyalara qaşı təsir effekti də laboratoriya şəraitində yeddi gün müddətində tədqiq edilmiş və onun müxtəlif qatılıqlarda bakterisid effekti hesablanmışdır (cədvəl 4).

**Cədvəl 4**  
**M-2 reagentinin bakterisid effekti**

Qatılma, mq/l	Bakteriyaların sayı (həceyrə sayı /ml)	H <sub>2</sub> S-nin miqdarı, mq/l	Bakterisid effekti, %
0,00	10 <sup>7</sup>	270	-
10	10 <sup>5</sup>	80	70
15	10 <sup>3</sup>	60	78
20	10 <sup>2</sup>	22	92
25	10 <sup>1</sup>	5,4	98

Cədvəl 4-dən görüldüyü kimi, intensiv çoxalmaq xüsusiyyətinə malik qidalandırıcı mühitdə M-2 reagentinin qatılığı artdıqca bakteriyaların sayı, biogen hidrogen sulfidin miqdarı azalır və reagentin bakterisid effekti isə artır. Belə ki, M-2 reagentinin qatılığının 10-25mq/l intervalında dəyişməsi zamanı bakteriyaların sayı 10<sup>7</sup>-10<sup>1</sup>, hidrogen sulfidin miqdarı 270-5,4mq/l və reagentin bakterisid effektinin qiyməti isə 70-98% arasında dəyişir.

Beləliklə, müəyyən edilmişdir ki, yüksək bakterisid effekti məhz M-2 reagentinin 25mq/l qatılığında müşahidə edilir. Təcrübələrin nəticələri M-2 reagentinin yüksək bakterisid-ihbibitor xassələrə malik olmasını deməyə əsas verir.

Hal-hazırda texnoloji baxımından yüksək inkişaf etmiş bir mərhələdə olan bəşəriyyətin əsas enerji mənbəyi əvvəlki kimi fiziki-kimyəvi xassələrinə görə neft olaraq qalmaqdadır. Dünyanın inkişaf etmiş neft sənayesi ölkələri hər gün milyon tonlarla neft hasil edir. Neftin hasili, yığılması, hazırlanması və boru kəməri ilə

nəqli proseslərində asfalten-qətran-parafin çöküntüləri, duz çöküntüləri, aqressiv mühitin və mikroorqanizmlərin təsirinin səbəb olduğu elektrokimyəvi korroziya prosesləri neftçi mühəndislər qarşısında çətin problemlər yaratmaqdadır. Çünki sadalanan faktorlar quyuyu-yığıcı-nəqli sisteminin bütün mərhələlərində qaldırıcı lift borularının, qoruyucu kəmərlər borularının, nasos kompressor borularının, nasos ştanqlarının, atqı xətlərinin və digər mədəndaxili boru xətlərinin, çənlərin, neftin emalınadək qurulaşdırılmış boru xətlərinin və magistral boru kəmərlərinin vaxtından əvvəl sıradan çıxmasına səbəb olur. Duzçökmə və korroziya aqressivliyinin yaratdığı problemlər təkcə qiymətli metal və onun xəlitələrindən hazırlanmış avadanlıqların, qurğuların, boruların və s. yeyilib, dağılıraq sıradan çıxması ilə nəticələnmişdir, həm də bu zaman təbiətin ekoloji tarazlığı pozulur. Qeyd etmək lazımdır ki, XX əsrin sonlarından başlayaraq neft hasilatının və emalının artması bütövlükdə duzçökmə və korroziya problemini daha da kəskinləşdirmişdir.

Hazırda dünya neft sənayesi ölkələrində hasil edilən neftin beş misli qədər lay suyu çıxarılır. Lay təzyiqinin saxlanması sistemində laya vurulan suları da nəzərə alsaq bu miqdar daha da çox olur. Bildiyimiz kimi lay suları elektrolit olmaqla tərkibinə hidrogen sulfid, karbon qazı, oksigen, mikroorqanizmlər, müxtəlif tərkibli mineral duzlar, o cümlədən natrium xlorid, kalsium xlorid, maqnezium xlorid, natrium karbonat, natrium hidrokarbonat, kalsium hidrokarbonat, sulfatlar, sulfidlər, brom, yod və bəzi birləşmələri, üzvi maddələr (naftin turşusunun birləşmələri və s.) daxildir. Bəzi lay sularının tərkibində dəmirin, alüminiumun və silisiumun oksidlərinə də rast gəlinir. Lay suyunun tərkibindən məlum olur ki, o, neft mədəni avadanlıqları üçün həm elektrokimyəvi korroziya, həm də duzçökmə agenti rolunu oynayır.

Neft sənayesində istismar olunan metal tərkibli qurğu avadanlıqlarının korroziya və duzçökmədən mühafizəsi aktual bir problem olaraq qalmaqdadır və dünya iqtisadiyyatında bu problemlərin birgə vuduğu ziyan ildə milyard dollar ilə ölçülür.



Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi zamanı özündə korroziya və duzçökməyə qarşı mühafizə xassələrini birləşdirən on iki kompozisiya hazırlanmışdır (**cədvəl 5**).

Laboratoriya şəraitində yerinə yetirilmiş çoxsaylı təcrübələrin nəticələri göstərmişdir ki, on iki yeni kompozisiyadan yalnız ikisi K-5 və D-5 kompozisiyaları həm duzçökməyə və həm də korroziyaya qarşı yüksək mühafizə effektinə malikdir (**cədvəl 6-9**).

Cədvəllərdən göründüyü kimi hər iki kompozisiyanın qatılığı 20 mq/l-dən 100mq/l-ə kimi artdıqca duzçökməyə qarşı mühafizə effekti artır. 100mq/l qatılıqda K-5-də bu effek 98%, D-5-də isə 99% təşkil edir.

### Cədvəl 5

#### Kompozisiyaların komponent tərkibi və şərti adları

№	Komponent tərkibi	Komponent nisbəti,%	Şərti ad
1	MAP3A-2+qossipol+kerosin	5:45:50	KTKDƏ – K-1
2	MAP3A-2+qossipol+kerosin	7:43:50	KTKDƏ – K-2
3	MAP3A-2+qossipol+kerosin	9:41:50	KTKDƏ – K-3
4	MAP3A-2+qossipol+kerosin	11:39:50	KTKDƏ – K-4
5	MAP3A-2+qossipol+kerosin	13:37:50	KTKDƏ – K-5
6	MAP3A-2+qossipol+kerosin	15:35:50	KTKDƏ – K-6
7	MAP3A-2+qossipol+dizel yanacaq	5:45:50	KTKDƏ – D-1
8	MAP3A-2+qossipol+dizel yanacaq	7:43:50	KTKDƏ – D-2
9	MAP3A-2+qossipol+dizel yanacaq	9:41:50	KTKDƏ – D-3
10	MAP3A-2+qossipol+dizel yanacaq	11:39:50	KTKDƏ – D-4
11	MAP3A-2+qossipol+dizel yanacaq	13:37:50	KTKDƏ – D-5
12	MAP3A-2+qossipol+dizel yanacaq	15:35:50	KTKDƏ – D-6

Cədvəl 8 və cədvəl 9-da verilmiş nəticələrdən göründüyü kimi, K-5 və D-5 kompozisiyaların qatılığı 20-100mq/l arasında dəyişdikcə korroziyadan mühafizə effekti uyğun olaraq 86-99% və 89-100% arasında dəyişir<sup>5</sup>.

<sup>5</sup>Gurbanov, G.R. Investigation of the efficiency of the composition containing gossypol resin against corrosion and scaling / G.R.Gurbanov, M.B. Adigezalova // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii Khimiya i Khimicheskaya Tekhnologiya, -2022, V. 65. № 12, -c. 76-84.

### Cədvəl 6

#### K-5 kompozisiyasının kalsium duzlarına qarşı mühafizə effekti

№	Qatələpə, mq/l	Mühafizə effekti, %
1.	20	85
2.	30	89
3.	40	91
4.	50	93
5.	70	96
6.	100	98
7.	120	90

### Cədvəl 7

#### D-5 kompozisiyasının kalsium duzlarına qarşı mühafizə effekti

№	Qatələpə, mq/l	Mühafizə effekti, %
1.	20	88
2.	30	91
3.	40	93
4.	50	96
5.	70	98

6.	100	99
7.	120	90

**Cədvəl 8**

**K-5 kompozisiyasının korroziyadan mühafizə effekti**

№	Qatələpə,mq/l	Mühafizə effekti, %
1.	20	86
2.	30	90
3.	40	92
4.	50	92
5.	70	95
6.	100	99
7.	120	89

**Cədvəl 9**

**D-5 kompozisiyasının korroziyadan mühafizə effekti**

№	Qatələpə,mq/l	Mühafizə effekti, %
1.	20	89
2.	30	91
3.	40	93
4.	50	94
5.	70	97
6.	100	100
7.	120	89

Beləliklə, kompleks təsirə malik on iki kompozisiyaların tədqiqi zamanı duzçökmə və korroziyaya qarşı ən yüksək təsir effektivinə K-5 və D-5 kompozisiyaları malikdir.

**Dissertasiya işinin beşinci fəslində** yüksəkparafinli neftlərin əsas tərkib komponentləri olan asfalten, qətran, parafin və onların əmələ gətirdiyi çöküntülər, onların formalaşmasına təsir edən əsas faktorlar və bu problemin həlli istiqaməti üzrə aparılmış elmi tədqiqat işlərinin nəticələri sistemləşdirilərək təhlil olunmuş və

ümumi nəticə hasil edilmişdir. Göstərilmişdir ki, tədqiqatçıların asfalten-qətran-parafin çöküntülərinin formalaşma mexanizmi və həmçinin ona təsir edən faktorlar haqqında fikirləri bir mənalı deyildir.

Son zamanlar neft kəmərlərinin daxili səthində toplanan parafin çöküntülərinin formalaşmasını müasir baxışlarla düzgün izah edən çoxlu sayda nəzəriyyələr vardır və bunlardan nisbətən daha geniş yayılan məhz asfalten-qətran-parafin çöküntülərinin əmələ gəlmə prosesini bərk parafin-naften karbohidrogenlərinin kristallaşma temperaturu nöqtəyi-nəzərindən izah edən nəzəriyyədir. Göstərilir ki, bu nəzəriyyə adgeziya, adsorbsiya və qətran-asfalten komponentlərinin dispers neft sistemlərinə təsiri kimi müəyyənedici faktorları nəzərə almır. Həmçinin başqa bir nəzəriyyədə isə avadanlıqların daxili səthində parafinləşməsi prosesinə asfalten-qətran komponentlərinin əhəmiyyətli dərəcədə təsir etdiyi bildirilir. Bu nəzəriyyəni irəli sürən tədqiqatçı alimlər asfalten-qətran-parafin çöküntülərinin formalaşma prosesini dispers neft sistemində olan naften karbohidrogenlərinin və asfaltenlərin koaqulyasiyası, aqreqasiyası və mitsella əmələ gətirmə xassəsi ilə əsaslandırırlar.

Aparılmış çoxsaylı elmi araşdırmalardan məlum olmuşdur ki, istər respublikamızda, istərsə də xarici ölkələrdə yüksək parafinli neftlərin yığılma-nəql sistemində yaranan mürəkkəbləşmələr və onların aradan qaldırılması istiqamətində aparılan elmi-tədqiqat işlərində göstərilir ki, həqiqətən də hazırda bu tip neftlərin səmərəli nəqli üçün korroziya və parafinçökmə proseslərini aradan qaldırmaq lazımdır. Lakin, dərc olunan elmi məqalələrdə və həmçinin bu istiqamətdə yerinə yetirilən dissertasiya işlərində yüksək parafinli neftlərin yığılma-nəql sistemində effektivliyin artırılması üçün ayrı-ayrılıqda bir qrup müəlliflər korroziyanın, digərləri isə yalnız parafin çökmənin aradan qaldırılmasını məqsədüeygün sayırlar. Yüksəkparafinli neftlərin yığılma-nəql sistemində iqtisadi baxımdan daha yüksək effekt almaq üçün mürəkkəbləşmələri yaradan hər iki faktorun, daha doğrusu korroziya və parafinçökmə proseslərinin eyni zamanda birgə aradan

qaldırılması üçün səmərəli texnologiyanın işlənməsinin daha məqsəduyğun olduğuna əsaslanaraq dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi zamanı tədqiqat işləri bu istiqamətdə aparılmışdır. Bu səbəbdən də, korroziya və parafinçökməyə qarşı yerli və xarici ölkə istehsalı olan reagentlər seçilmiş və onların laboratoriya şəraitində mühafizə effektləri təyin edilmişdir.

Bu fəsildə laboratoriya şəraitində hazırlanmış model neftin və bu neftin donma temperaturuna, tiksotrop luq xassəsinə, effektiv özlülüyünə və həmçinin formalaşan asfalten-qətran-parafin çöküntülərinə Rusiya Federasiyasının “EKOS-1” firmasının istehsalı olan “Difron-4201” və “Difron-3970” aşqarlarının təsirinə aid təcrübi nəticələr verilmişdir. Eyni zamanda beşinci fəsildə “Difron-4201” və MARZA-1 əsasında hazırlanmış yeni kompozisiyanın yüksək parafinli neftin donma temperaturuna və hidrogen sulfidli lay suyunda korroziya sürətinə təsiri və yüksəkparafinli neftlərin nəqlində yeni texnologiyanın işlənməsi məsələləri öz əksini tapmışdır.

Tədqiqat üçün götürülmüş yüksək parafinli model neft nümunəsinin fiziki-kimyəvi göstəriciləri **cədvəl 10-da** verilmişdir.

### Cədvəl 10

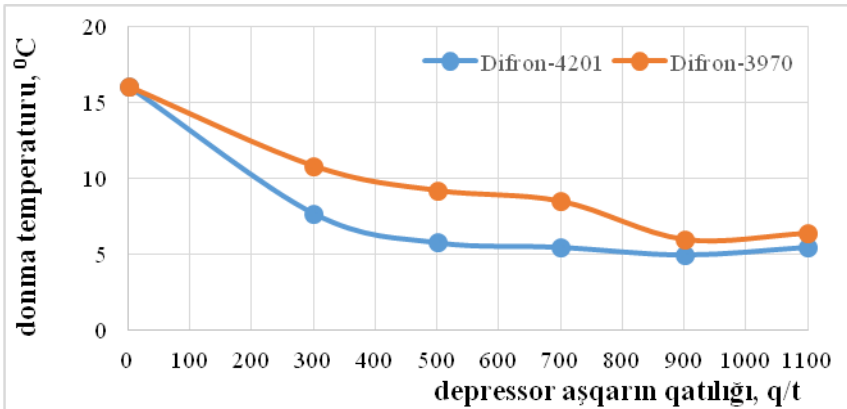
#### Yüksək parafinli neftin fiziki-kimyəvi xarakteristikası

№	Parametrlər	Kəmiyyət	Təyini ыsulu
1	№munədə suyun miqdarə, %	0.2	ГОСТ 2477-2014
2	Səxləq, $\rho_4^{20}$ kq/m <sup>3</sup>	894.3	ГОСТ 3900-85
3	Parafinin miqdarə, %	11.6	ГОСТ 11851-85
4	Qatranən miqdarə, %	10.2	ГОСТ 11851-85
5	Asfaltenin miqdarə, %	5.2	ГОСТ 11851-85
6	Donma temperaturu, °C	+16	ГОСТ 20287-91
7	Parafinin ərimə temperaturu, °C	57	ГОСТ 11858-83
8	Кькьгдьн miqdarə, %	0.22	ГОСТ 1437-75
9	A/Q	0.509	-

Qeyd etmək lazımdır ki, bu neft nümunəsi Nərimanov və Abşeron yataqlarının əmtəə neftlərinin 2:1 nisbətindən hazırlanmışdır.

Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi zamanı depressor aşqarının seçilməsi və effektivliyinin qiymətləndirilməsi məhz neftin donma temperaturuna təsirinə əsasən aparılmışdır. Depressor aşqarların yüksək parafinli neftin donma temperaturuna təsiri PД 39-3-812-82 metodikaya əsasən aparılmış və reagent kimi “Difron-3970” və “Difron-4201” aşqarlardan istifadə olunmuşdur.

Aparılmış çoxsaylı laboratoriya sınaqlarının nəticələrinin təhlili göstərmişdir ki, “Difron-3970” ilə müqayisədə “Difron-4201” depressor aşqarı yüksək parafinli neftin donma temperaturuna daha effektiv təsir göstərir. Qeyd etmək lazımdır ki, ən yüksək effekt hər iki aşqarın 900 q/t qatılığında müşahidə olunur. Qeyd olunan qatılıqda “Difron-3970” depressor aşqarı neftin donma temperaturunu  $+16^{\circ}\text{C}$ -dən  $+7^{\circ}\text{C}$ -ə kimi, “Difron-4201”depressor aşqarı isə  $+5^{\circ}\text{C}$ -ə kimi azaldır (**şəkil 4**). Məhz bu səbəbdən tədqiqat işinin yerinə yetirilməsi zamanı yüksək parafinli neftin digər reoloji parametrlərinə təsir kimi məhz “Difron-4201” depressor aşqarından istifadə edilmişdir.



**Şəkil 4. Depressor aşqarlarının yüksək parafinli neftin donma temperturuna təsiri**

Yüksək parafinli neft yataqlarının istismara verilməsi ilə əlaqədar olaraq hal-hazırda boru kəmərlərinin və istismarda olan digər avadanlıqların daxili səthində toplanan asfalten-qətran-parafin çöküntüləri ilə mübarizə dünyanın neft sənayesi inkişaf etmiş ölkələrində, o cümlədən respublikamızda kəskin xarakter almışdır. Ona görə də parafin çöküntülərinə qarşı effektiv mübarizənin aparılması ən mühim həlledici məsələlərdən biri sayılır. Belə ki, asfalten-qətran-parafin çöküntüləri neftin hasilatı, yığılması, boru kəmərləri ilə nəqli və saxlanması proseslərinin texniki-iqtisadi göstəricilərini pisləşdirməklə yanaşı, enerjiyə tələbatı yüksəldir və qəzaların baş vermə ehtimalını artırır. Başqa sözlə, hazırda yüksək parafinli neftlərin quyu-yığım-nəql sistemində istifadə olunan avadanlıqların daxili səthində asfalten-qətran-parafin çöküntülərin yığılması texnoloji mürəkkəbləşmələrin yaranmasına, hasilatın aşağı düşməsinə və istismarda olan qurğu və avadanlıqların istismar müddətini başa vurmadan sıradan çıxmasına səbəb olur.

Asfalten-qətran-parafin çöküntülərinə qarşı çoxsaylı mübarizə üsullarının mövcud olmasına baxmayaraq, hazırda neft sənayesində mürəkkəb geotexnoloji şəraitlərdə yüksək parafinli neftlərin nəqli və saxlanması zamanı iqtisadi və tətbiq texnologiyasının sadəliyi baxımından ən optimal üsul məhz depressor aşqarlardan istifadədir. Qeyd etmək lazımdır ki, asfalten-qətran-parafin çöküntülərinə qarşı depressor aşqarlardan istifadə üsulu digər üsullardan təkə texnoloji effektivliyinə görə fərqlənir. Eyni zamanda bu üsulda parafin karbohidrogenlərinin kristallaşmasının başlanğıc temperaturundan yuxarı temperaturlarda reagentin əlavə edilməsi zamanı alınan effekt boru kəməri ilə hərəkətdə olan neftin termohidrodimamiki şəraitindən asılı olmur. Məhz bu səbəbdən dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi zamanı laboratoriya şəraitində “Difron-4201” depressor aşqarının yüksəkparafinli neftdə parafin çöküntülərinin formalaşma prosesinə təsiri öyrənilmişdir. Bu məqsədlə depressor aşqarların effektivliyinin qiymətləndirilməsində və optimal sərf normasının təyininə istifadə olunan “soyuq borucuq” üsulundan istifadə edilmişdir. “Soyuq borucuq” üsulu məhz hərəkətdə olan neftdən

parafin çöküntülərinin metallik soyuq səth üzərinə çökməsinə əsaslanmış üsuldur.

Laboratoriya sınaqları “soyuq borucuğ”un  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $5^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}\text{C}$  temperaturlarında və iki saat müddətində yerinə yetirilmişdir. “Soyuq borucuğ”un hər bir temperaturunda 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 dəqiqə müddətində səthə toplanan parafin çöküntülərinin kütləsi analitik tərəzidə çəkilərək dəqiqləşdirilmişdir.

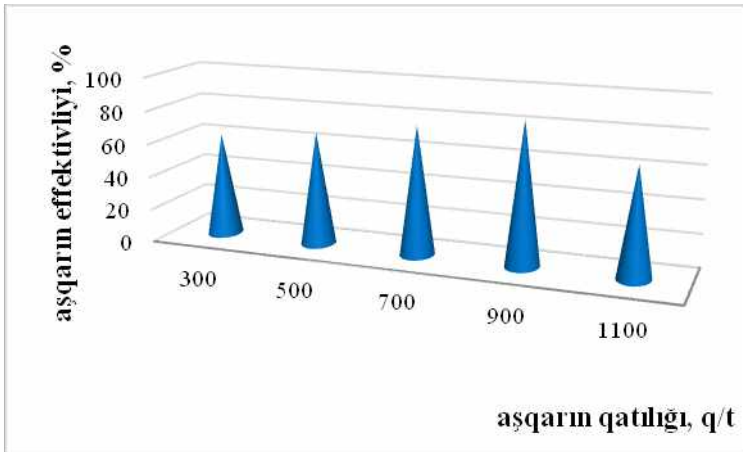
Laboratoriya təcrübələri “Difron-4201” depressor aşqarının 300, 500, 700, 900, 1100 q/t miqdarları əlavə edilmiş neft nümunələri aparılmış və depressor aşqarın effektivliyi aşağıdakı riyazi asılılığa əsasən hesablanmışdır.

burada: K- depressor aşqarın effektivliyi;

$m_1$  – aşqarsız mühidə AQPÇ-nin kütləsi;

$m_2$  – depressor aşqar olan mühidə AQPÇ-nin kütləsi;

**Şəkil 5-də** “soyuq borucuğ”un  $5^{\circ}\text{C}$  temperaturunda depressor aşqarının neft çöküntülərinə qarşı effektivliyi göstərilmişdir.





## Şəkil 5. “Difron 4201”-in parafinçökməyə qarşı effektivliyi

Şəkil 5-dən göründüyü kimi ”Difron-4201” depressor aşağı temperaturlarda yüksək parafinli neftlərdə asfalten-qətran-parafin çöküntülərinə qarşı effektiv vasitə kimi istifadə oluna bilər və onun optimal sərf norması 900q/t-dur<sup>6</sup>.

Məlumdur ki, yüksək parafinli neftlər aşağı temperaturlarda quruluş əmələ gətirməyə meyilli (tikotrop xassəli) qeyri-bircins tərkibli və qeyri tarazlıqlı dispers sistemlərə aid olan reoloji mürəkkəb mayelərdir. Məhz yüksək parafinli neftlərin tikotropluq xassəsinə malik olmasına səbəb tərkibində quruluş əmələ gətirməyə meyilli olan parafin, asfalten və qətran kimi komponentlərin olması ilə bağlıdır.

---

<sup>6</sup>Гурбанов, Г.Р. Исследования влияние депрессорного присадка «Дифрон-4201» на формирование парафиноотложения в лабораторных условиях / Г.Р.Гурбанов, М.Б.Адыгезалова, С.Ф. С.М.Пашаева [и др.] // Азербайджанского нефтяного хозяйства, - 2020. №12, - с. 30-36.

Tikotrop xassəyə malik yüksək parafinli neftlərin reoloji xassələrinin tədqiqi göstərir ki, dispers halda olan asfalten, qətran və parafin komponentləri hesabına aşağı temperaturlarda neftdə qeyri-nyutonluq xassəsi əmələ gəlir. Bu zaman neftin tərkibində olan qətran komponentləri ona elastiklik, parafin komponentləri isə qeyri-xətti-özlü xassələr verir. Qeyd edək ki, tikotrop xassəli neftlərin reoloji parametrlərinin qiyməti onların axma prosesində və onun sonradan dayandırılması zamanı dəyişir. Axın zamanı neftin parafinli quruluşu dağılır, dayanma zamanı isə yenidən bərpa olunur. Başqa sözlə tikotropiya zaman keçdikcə yüksək parafinli dispers neft sisteminin dağılmış quruluşunun bərpa oluna bilməsi xassəsidir.

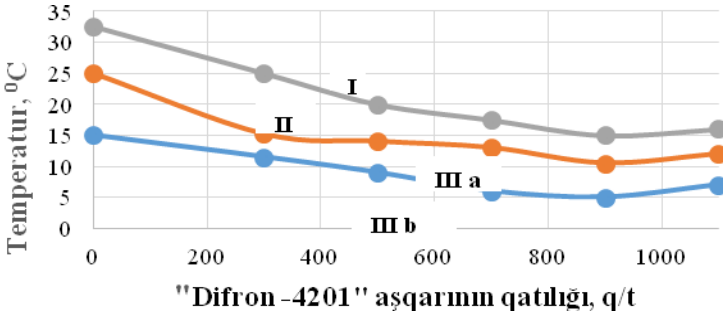
“Reotes-2” markalı rotasion viskozimetrindən istifadə etməklə, laboratoriya şəraitində 10<sup>0</sup>C, 15<sup>0</sup>C, 20<sup>0</sup>C temperaturlarda yüksək parafinli neftin tikotropluq xassəsi ГОСТ 1929-87 standartlarına uyğun tədqiq edilmişdir. Laboratoriya təcrübələri həm aşqarsız, həm də müxtəlif miqdarda ”Difron-4201” depressor

aşqarı əlavə olunmuş yüksək parafinli nümunələrində aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, aşqarın qatılığı artdıqca histerizis petləsinin sahəsi azalır və ən çox kiçilmə isə məhz "Difron-4201" depressor aşqarının 900q/t qatılığında baş verir.

Fiziki-kimyəvi göstəriciləri fərqli olan neftlərin müxtəlif reoloji xassələrinin düzgün təyin edilməsi onların hərəkət rejiminin hesablanması zamanı təcrübədə nəzərə çarpacaq enerji itkilərinin qarşısının alınmasından, həmçinin boru kəməri vasitəsi ilə onların nəql olunması səmərəliliyinin artırılmasında böyük əhəmiyyətə malikdir. Xüsusən ozlü-plastik xassəli neftlərin limit sürüşmə gərginliyinin və effektiv özlülüyünün düzgün təyin edilməsi həm nəzəri hesabatlarda, həm də təcrübədə tətbiq üçün çox əhəmiyyətlidir. Ona görə də tədqiqat prosesində laboratoriya şəraitində "Difron-4201" depressor aşqarının yüksək parafinli neftin bir sıra reoloji parametrlərinə təsiri öyrənilmişdir. Təcrübələr "Reotes-2" viskozimetrində geniş temperatur intervalında (6<sup>0</sup>C, 8<sup>0</sup>C, 10<sup>0</sup>C, 12<sup>0</sup>C, 15<sup>0</sup>C, 20<sup>0</sup>C, 30<sup>0</sup>C, 40<sup>0</sup>C, 50<sup>0</sup>C) və sürət qradientinin 0.1-dən 35 s-1 kimi diapazonunda yerinə yetirilmişdir. Təcrübələr aşqarsız və "Difron-4201" depressor aşqarının 300, 500, 700, 900, 1100 q/t miqdarı əlavə edilmiş neft nümunələrində aparılmışdır. Tədqiq olunan yüksək parafinli neftin reoloji parametrlərinin qiymətləri Balkli-Qerşelya modeli üzrə təyin edilmişdir. Təcrübələrin nəticələri göstərmişdir ki, depressor aşqarın qatılığının 900q/t-na kimi artması zamanı neftin limit sürüşmə gərginliyinin qiyməti 6<sup>0</sup>C-də 15; 8<sup>0</sup>C-16,5; 10<sup>0</sup>C-18,3; 12<sup>0</sup>C-46,3 və 15<sup>0</sup>C -65,2 dəfə azalır. Həmçinin neftin effektiv özlülüyün qiyməti də göstərilən qatılıq intervallarında 6<sup>0</sup>C-də 5,6; 8<sup>0</sup>C-2,6; 10<sup>0</sup>C -2,8; 12<sup>0</sup>C-3,8 və 15<sup>0</sup>C-5,1 dəfə aşağı düşür.

Reoloji xassələrin tədqiqi üzrə aparılmış təcrübələrin nəticələrindən istifadə edərək yüksək parafinli neftin limit sürüşmə gərginliyinin temperaturdan və "Difron-4201" depressor aşqarın qatılığından asılılığı, neftin konsistensiya indeksinin temperaturdan və "Difron-4201" depressor aşqarın qatılığından asılılığı, neftin qeyri-Nyuton göstəricisinin temperaturdan və "Difron-4201" depressor aşqarın qatılığından asılılıq qrafiki tərtib edilmişdir.

Təcrübələrin nəticələrinə əsaslanaraq, “Difron-4201” depressor aşqarının qatılığının və temperaturunun dəyişməsi zamanı yüksəkparafinli neftdə baş verən struktur və faza keçidlərinin onun struktur-mexaniki xassələrinə təsirini aydınlaşdırmaq məqsədilə aşağıdakı asılılıqları xarakterizə edən qrafik qurulmuşdur (**şəkil 6**).



**Şəkil 6. “Difron-4201” depressor aşqarının müxtəlif qatılıqlarında yüksəkparafinli model neftin struktur və faza keçidləri**

Şəkildəki əyrilər (1,2,3) qrafiki aşağıdakı sahələrə ayırır.

- I. Sistemin molekulyar-disper halını xarakteriz edən sahə
  - II. Sistemin sərbəst-dispers halını xarakterizə edən sahə
  - III. Sistemin əlaqəli-disper halını xarakterizə edən sahə
- III sahəni isə iki zonaya ayırmaq olar.

1.  $T_{\tau}$ -dan  $T_d$  – temperaturu kimi olan yumşaq gel olan zona
2.  $T_d$  – temperaturdan aşağıda bərkimiş gel olan zona

Şəkildəki I əyri parafinin kristallaşmasının başlanğıc temperaturunun, II əyri qeyri-xətti-özlü plastik təbiətinin başlanma temperaturunun, III əyri isə neftin donma temperaturunun “Difron-4201” depressor aşqarının qatılığından asılılığını göstərir. Şəkildən görüldüyü kimi hər üç parametrin qiyməti “Difron-4201” depressor aşqarının qatılığı artdıqca azalır, lakin qatılığın 1100 qiymətində nisbətən artması müşahidə olunur və ən çox azalma isə aşqarın 900 q/t qatılığında baş verir.

Yüksək parafinli neftin və adsorbsiya edən səthin temperaturundan asılı olaraq asfalten-qətran-parafin çöküntülərinin

tərkib və xassələri tədqiq edilmişdir. Tədqiqat zamanı müəyyən edilmişdir ki, yüksəkparafınli neftin və “soyuq borucuğ”un” temperaturunun dəyişməsi parafin çöküntülərinin qrup tərkibinə təsir göstərir. Neftin temperaturunun azalması qətran və asfaltenlərin miqdarının azalmasına gətirib çıxarır. Model neftin və “soyuq borucuğ”un” temperaturunun neftin donma temperaturuna yaxın temperaturlara qədər düşməsi zamanı aşağımolekullu parafin karbohidrogenlərinin ayrılması hesabına neft çöküntülərində n-alkanların tərkibi və molekulyar-kütlə paylanması dəyişir. Model neftə “Difron-4201” depressor aşqarının əlavə edilməsi zamanı çöküntüdə karbon atomlarının sayı C<sub>17</sub>-C<sub>40</sub> olan parafin karbohidrogenlərinin payının azalması və molekul kütləsinin daha aşağı qiyməti ilə n-alkanların miqdarının artması müşahidə edilir. Çöküntülərin qrup tərkibində qətran və asfaltenlərin miqdarı azalır. Neft çöküntülərinin tərkibində belə dəyişikliklər onların reoloji xassələrinin yaxşılaşmasına gətirib çıxarır.

Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi zamanı Muradxanlı və Sanqaçal yatağı neftlərinin dinamik özlülüyünə “Difron-4201” və Difron-4201+Marza-2=90:1 tərkibli kompozisiyanın (şərti adı M-3) təsiri tədqiq edilmişdir. Alınmış nəticələrdən məlum olmuşdur ki, “Difron-4201” depressor aşqarı ilə müqayisədə yeni M-3 kompozisiya 900q/t qatılığında daha effektiv təsirə malikdir (**cədvəl 11-12**)<sup>7</sup>.

**Cədvəl 11**  
**Muradxanlı yatağı neftinin dinamik özlülüyünə M-3 kompozisiyasının təsiri**

сырғамә гәргинлиyi σ, Pa	аеқарслз вә M-3 кoмпoзиsиyasәнән 900 q/ton миқдарәнда динамик үзлүлүк, sPz					
	20 °C		10°C		5°C	
	әмтәә неftи	аюқарлә неftи	әмтәә неftи	аюқарлә неftи	әмтәә неftи	аюқарлә неftи
18.09	652.1	281.1	938.8	391.2	1234.3	561.0
21.71	396.8	165.3	625.9	240.7	678.1	308.2
21.94	246.8	94.9	397.3	141.9	406.7	184.8
25.34	127.8	42.6	243.4	76.1	260.8	108.6

27.57	78.8	30.3	135.4	42.3	177.1	73.8
31.19	48.8	16.3	81.0	27.0	104.1	34.7
34.81	27.6	6.0	48.5	17.3	69.3	23.1
37.04	15.2	5.8	30.7	9.0	44.2	13.0
48.74	13.7	3.6	19.5	5.4	31.1	9.7
55.99	7.5	1.9	12.0	3.2	18.5	5.4
63.23	5.6	1.2	7.5	2.5	10.6	3.5
70.48	3.9	0.8	5.2	1.3	6.9	2.0

Beləliklə, Muradxanlı neft nümunəsində yeni kompozisiya “Difron-4201” aşqarı ilə müqayisədə dinamik özlülüyü 20<sup>0</sup>C-də 2 dəfə, 10<sup>0</sup>C-də 1.8 dəfə, 5<sup>0</sup>C-də 2.2 dəfə, Sanqaçal neft nümunəsində isə uyğun olaraq 2, 2.1 və 2 dəfə azalır.

<sup>7</sup>Gurbanov, H.R Research of the rheo-physical and chemical properties of commercial oil through the use of additives / H.R Gurbanov, G.N. Abdullayeva, G.A. İsayeva Processes of petrochemistry and oil refining, 2022, V.24,№3,p. 413-418

“Soyuq borucuq” üzərində reagentsiz və kompozisiya əlavə edilmiş (700 q/t) neft üçün müxtəlif temperaturda və müxtəlif zaman ərzində çöküntü əmələgəlmənin nəticələri **cədvəl 13-də** verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, parafin çöküntülərin miqdarı temperaturla tərs, zamanla isə düz mütənəsb olaraq dəyişir.

**Cədvəl 12**  
**Sanqaçal yatağı neftinin dinamik özlülüyünə**  
**M-3 kompozisiyasının təsiri**

сырғамә гәргинлиyi σ, Pa	аеқарслз вә M-3 кoмпoзиsиyasәнән 900 q/ton миқдарәнда динамик özlölüy, sPz					
	20 °C		10 °C		5 °C	
	әmtә nefti	аюқарлә neft	әmtә nefti	аюқарлә neft	әmtә nefti	аюқарл ә neft
18.09	657.1	273.8	751.0	312.9	1126.6	512.1
21.71	401.6	154.5	469.4	195.6	625.9	284.5

21.94	218.9	78.2	287.8	110.7	375.4	170.6
25.34	144.2	48.1	156.4	55.9	208.6	231.8
27.57	72.8	22.8	83.3	27.8	114.6	71.6
31.19	40.4	12.7	52.0	5.8	69.4	43.4
34.81	27.6	11.5	34.6	15.8	41.5	34.6
37.04	13.3	4.4	19.1	7.3	28.7	23.9
48.74	6.7	3.0	11.4	5.7	19.5	13.9
55.99	3.7	1.5	6.9	2.9	13.3	8.3
63.23	2.1	0.9	5.6	2.8	8.3	4.6
70.48	1.3	0.3	3.0	1.1	5.2	2.6

Qossipol qətranı əsaslı kompozisiyanın (şərti adı M-4) yüksəkparafinli neftdə çöküntü əmələgəlmənin kinetikasına və neft çöküntülərin tərkibinə təsirinin laboratoriya şəraitində tədqiq edilmişdir.

Ən çox parafin çöküntüləri 20°C temperaturda yaranır və çökən parafinin miqdarı 28.7% təşkil edir. Lakin həmin temperaturda kompozisiya əlavə edilmiş neftdə isə çöküntünün miqdarı 4 dəfə azalır və reagentin mühafizə effekti 76% olur. Neftin temperaturu yüksəldikcə kompozisiyanın mühafizə aktivliyi azalaraq 30°C temperaturda 57%, 40°C temperaturda 39% və 50°C temperaturda isə 6.5% təşkil edir<sup>8</sup>.

**Cədvəl 13**  
**Yüksəkparafinli neftdən “soyuq borucuq”un səthinə**  
**toplanan çöküntünün miqdarı (kutlə, %)**

zaman, dəqiqə	temperatur, °C							
	20 °C		30 °C		40 °C		50 °C	
	1	2	1	2	1	2	1	2
5	17.6	5.3	13.0	5.9	12.3	7.5	6.1	5.3
10	20.2	6.3	13.6	6.5	13.2	8.0	6.2	5.8
15	24.3	7.1	15.7	7.3	14.1	8.5	6.0	5.8
30	26.8	7.3	17.7	8.3	15.0	8.9	7.6	6.3
50	28.7	7.3	19.8	8.5	15.5	9.5	7.8	7.3

1- Reagentsiz yüksək parafinli neft.

2- Kompozisiya əlavə edilmiş yüksək parafinli neft.

Təcrübələrin nəticələrinə əsaslanaraq müxtəlif temperaturalarda çöküntünün əmələgəlmə sürəti hər iki neft nümunəsi üçün hesablanmış və alınan nəticələr **cədvəl 14-15-də** verilmişdir.

**Cədvəl 14**  
**Kompozisizə neftdə çöküntünün əmələgəlmə sürəti**

zaman, dəq	5	10	20	30	40	50
$T_{\text{Neft}} \text{ } ^\circ\text{C}$	çöküntü əmələgəlmə sürəti; $Dm/Dt$ , q/dəq					
20	3.15	1.85	1.26	1.1	1.0	0.7
30	2.3	1.25	0.8	0.7	0.5	0.4
40	1.75	1.2	0.75	0.6	0.55	0.3
50	0.75	0.42	0.36	0.3	0.28	0.2

Cədvəl 15-dən göründüyü kimi parafin çöküntülərin əmələgəlmə sürəti neftin temperaturundan əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır.

<sup>8</sup>Адыгезалова, М.Б. Комбинированного ингибитора для нефтегазовой промышленности//Журнал Практика противокоррозионной защиты.- Т.25.- 2020. №2 (25), с.34-44.

Belə ki, temperaturun  $20^\circ\text{C}$ -dən  $30^\circ\text{C}$ -ə kimi yüksəlməsi parafin çöküntülərin formalaşma sürətini 1.75 dəfə,  $40^\circ\text{C}$ -ə kimi 2.3 dəfə və  $50^\circ\text{C}$ -ə kimi isə 3.5 dəfə azalmasına səbəb olur. Tədqiq olunan bütün temperatur intervallarında çöküntü əmələgəlmənin ən yüksək sürəti məhz prosesin birinci beş dəqiqəsində baş verir. Prosesin müddəti artıqca temperaturdan asılı olaraq sürət 3-4 dəfə azalır.

Kompozisiyanın təsirindən isə yüksəkparafinli neftdə çöküntü əmələgəlmənin sürəti azalır (**cədvəl 15**).

**Cədvəl 15**  
**Kompozisiyalı neftdə çöküntünün əmələgəlmə sürəti**

zaman, dəq	5	10	20	30	40	50
------------	---	----	----	----	----	----

$T_{\text{Neft}} \text{ } ^\circ\text{C}$	зидкынтънын эмөлөгөлмө сүрәти; $\Delta m/\Delta t$ , q/dəq					
20	1.4	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3
30	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	0.17
40	0.7	0.5	0.3	0.2	0.18	0.14
50	0.5	0.3	0.2	0.18	0.14	0.12

Reagentsiz neftlə müqayisədə 20-30<sup>0</sup>C temperatur intervalında sürət orta hesabla 2,3 dəfə azalmış olur. Lakin 40-50<sup>0</sup>C temperaturalarda isə reagentsiz və reagent əlavə edilmiş neftdə çöküntü əmələgəlmə sürəti 1,5 dəfə azalır və bu da temperatur amilindən asılıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, asfalten-qatran-parafin çöküntülərinə qarşı mübarizədə daha sərfəli üsulu seçmək üçün çöküntü əmələgəlmənin kinetikasi ilə yanaşı, həm də neft şöküntülərin qrup tərkibləri haqqında informasiyanın bilinməsi vacibdir. Cədvəl 15-də 30 <sup>0</sup>C temperaturda formalaşan çöküntülərin qrup tərkibi haqqında məlumatlar öz əksini tapmışdır.

Neft çöküntülərinin yığılmasından asılı olaraq asfalten-qatran-parafin çöküntülərinin qrup tərkibi sabit qalmayaraq dəyişir. Təcrübələrin nəticələrinin analizindən məlum olmuşdur ki, başlanğıc neftdə ilk 5-15 dəqiqə ərzində alınan çöküntünün tərkibində parafin karbohidrogenlərin miqdarı kəskin artır və sonrakı müddətlərdə isə praktiki olaraq dəyişmir (**cədvəl 16**). Belə bir asılılıq çöküntü əmələgəlmənin sürətindəki nəticələrlə uzlaşır. Digər bir tərəfdən zaman keçdikcə başlanğıc neftdə AQPÇ-nin tərkibindəki PK/AQ nisbəti 1,2-dən 2,2-yə kimi artır. Bu da çöküntünün parafin tərkibli olmasını və çöküntü əmələgəlmə prosesində parafin karbohidrogenlərin həlledici rol oynadığının göstəricisidir. Lakin kompozisiyanın tətbiqindən sonra AQPÇ-nin tərkibində parafin karbohidrogenlərin miqdarı ilkin neftlə müqayisədə zamandan asılı olaraq 8-13% aşağı düşür.

Kompozisiyasız neftdə 30 dəqiqə ərzində toplanan çöküntü nümunələrində parafin karbohidrogenlərin molekulyar-kütlə paylanması MKP praktikin olaraq dəyişmir. Lakin sınağın



başlanmasından 60 dəqiqə sonra aşağımolekullu n-alkanların faiz miqdarının artması müşahidə olunur.

**Cədvəl 16**

**30°C temperaturda formalaşan çöküntülərin qrup tərkibi**

Зидкэнтэ нэмонэси	Zaman, dəq	Komponentlərin miqdarə, %				
		K.G.F	PK	Qatran	Asfaltén	PK/ AQK
Neft		81.1	8.7	3.1	4.1	1.2
Əlkin neft	5	62.27	38.8	13.3	14.3	1.6
Neft+komp.		64.45	34.1	12.1	13.6	1.5
Əlkin neft	10	64.43	50.3	10.7	15.6	2.3
Neft+komp.		64.46	43.8	13.5	12.7	1.7
Əlkin neft	15	69.06	50.9	11.5	9.8	2.4
Neft+komp.		64.66	43.8	15.8	7.6	1.9
Əlkin neft	30	71.26	50.2	12.1	6.9	2.6
Neft+komp.		64.96	46.2	19.1	6.0	1.8
Əlkin neft	50	66.96	54.2	16.3	8.2	2.2
Neft+komp.		70.26	47.3	12.1	9.7	2.2

KGF-karbohidrogenlərin geniş fraksiyası

PK-parafin karbohidrogenləri

AQK-asfaltén-qatran komponentləri

Zamandan asılı olaraq parafin karbohidrogenlərinin tərkibinin dəyişməsinə əsaslanaraq demək olar ki, ilk öncə neft çöküntülərinin miqdarı məhz bərk n-alkanların, sonuncu mərhələdə isə aşağımolekullu n-alkanların hesabına formalaşır.

Alınan nəticə neft çöküntülərin qrup tərkiblərin nəticələri ilə uzlaşır. Belə ki, sınağın başlanğıcında formalaşan çöküntüdə bərk parafin karbohidrogenlərini AQPÇ-də saxlayan asfaltén komponentlərin miqdarı artır. Lakin bərk karbohidrogenlərin miqdarının azalması çöküntüdə (30-60-dəqiqə intervalında) asfalténlərin faiz miqdarının azalmasına səbəb olur. Kompozisiyalı neftdən 5-50 dəqiqədə formalaşan çöküntüdə n-alkanların MKP faizləri başqa xarakter daşıyırlar. Birinci beş dəqiqədə karbon atomunun sayı az olanın, sonra isə çox olanın kütlə payı ilkin neftlə müqayisədə artır. Təcrübənin 5-30 dəqiqə müddətində reagentsiz

neftlə müqayisədə əlavə edilən kompozisiya aşağımolekullu karbohidrogenlərin qatılığının atırmasına, bərk n-alkanların qatılığının azalmasına səbəb olur (**cədvəl 17**). Kompozisiya qeyd edilən müddət ərzində parafin karbohidrogenlərin əhəmiyyətli hissəsini neft həcmində saxlayır. Ona görə də, reagentsiz neftlə müqayisədə kompozisiya olan neftdə onların miqdarı azdır.

**Cədvəl 17**  
**Neft çöküntüsündə PK-nin tərkibinin çöküntü əmələgəlmə müddətindən asılılığı**

Зидкынтъ нытунэлэри	Zaman , dəq	Кытлэ payэ,%		
		$\frac{YC_{12} - C_{16}}{C_{16}}$	$\frac{YC_{17} - C_{33}}{C_{33}}$	$\frac{YC_{12} - C_{16}}{YC_{17} - C_{33}}$
Əlkin neft	5	27.06	73.1	0.37
Neft+kompozisiya	5	30.9	64.9	0.48
Əlkin neft	10	25.6	73.9	0.35
Neft+kompozisiya	10	28.6	70.7	0.40
Əlkin neft	15	25.1	75.5	0.33
Neft+kompozisiya	15	30.8	68.2	0.45
Əlkin neft	30	25.5	72.7	0.35
Neft+kompozisiya	30	31.5	67.3	0.47
Əlkin neft	50	29.4	70.4	0.42
Neft+kompozisiya	50	13	79.5	0.16

60 dəqiqə ərzində kompozisiyalı neftdən formalaşan çöküntüdə bərk karbohidrogenlərin miqdarı 5-30 dəqiqə ərzində toplanan çöküntüdə olandan çox yüksəkdir. Çöküntülərin tərkibində belə bir fərqin yaranması yəqinki, kompozisiyanın neftin həcmində bərk karbohidrogenləri saxlamaq qabiliyyətinin azalması ilə əlaqədardır. Bu zaman dabərk PK birlikdə çöküntüyə keçirlər.

Məlumdur ki, yüksək parafinli neftlərdə neft sənayesi inkişaf etmiş ölkələrdə parafin çöküntülərinə qarşı istifadə olunan depressor aşqarlar kimyəvi baxımdan üzvi mənşəli polimer maddələrdir. Məhz belə maddələrin əldə olunmasında olan çətinliklərə görə onların satış qiyməti kifayət qədər yüksək olur. Ona görə də yüksək parafinli neftlərin boru kəməri ilə nəqlində

depressor aşqarların tətbiqi digər mövcud üsullarla müqayisədə əksər hallarda az əlverişli olur. Lakin bütün bunlara baxmayaraq depressor aşqarların tətbiqi üsulunun yüksək parafinli neftlərin reoloji parametrlərini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırması, aşqarın neftə təsirinin stabilliyi, prosesin həyata keçirilməsinin sadəliyi, reallaşdırılması zamanı kapital xərclərin aşağı olması kimi üstünlükləri var. Məhz bu səbəbdən də qeyd olunan üstünlüklərə əsaslanaraq depressor aşqarlara qoyulan xərcləri və aşqarın tətbiqi zamanı yüksək parafinli neftin qızdırılmasına sərf olunan istismar xərclərini xeyli azaltmaqla onun etibarlılığını qorumaq vacibdir. Digər tərəfdən yuxarıda qeyd edildiyi kimi hazırda mövcud olan depressor aşqarlar yüksək qiymətə malik kimyəvi maddələr əsasında sintez edilir və yaxın zamanlarda daha ucuz xammal əsasında aşqarların yaradılması gözlənilir. Məhz bu səbəbdən də yüksək parafinli neftlərə depressor aşqarların tətbiq üstünlüyünü saxlamaq üçün xərclərin azaldılmasına hesablanmış yeni tətbiq texnologiyaların hazırlanması və ilk öncə laboratoriya şəraitində sınaqdan keçirilməsi ən mühüm məsələlərdən biridir. Digər tərəfdən yüksək parafinli neftlərin boru kəməri ilə nəqli zamanı həlli vacib problemlərdən biri də məhz boru kəmərlərinin daxili səthinin korroziyadan mühafizədir. Qeyd etmək lazımdır ki, nəql zamanı neftin özlülüyünü artırmaqla axıcılığını çətinləşdirən faktorlardan biri də boru kəmərinin daxili səthində baş verən korroziya prosesidir. Belə ki, boru kəmərinin daxili səthində baş verən korroziya prosesi zamanı səthin hamarlılığının pozulması, korroziya məhsulunun yaranması parafinçökmə prosesinin sürətini və neftin özlülüyünü artırmaqla yanaşı, həm də parafin karbohidrogenlərinin kristallaşma mərkəzləri rolunu oynayaraq asfalten-qatran-parafin çöküntülərinin formalaşmasına da səbəb olur.

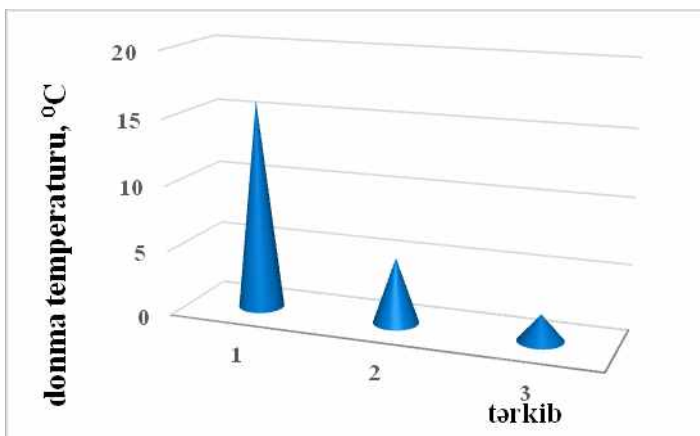
Qeyd olunduğu kimi korroziya zamanı boru kəmərinin daxili səthinin hamarlığı itir və səth kələ-kötürləşir. Belə halda isə parafin çöküntülərinin səthə yapışması və miqdarının artması daha da intensivləşir. Ona görə də yüksək parafinli neftlərin yığılma-nəql sistemində səmərəliyinin artırılması üçün kompleks yanaşma

prinsipləri əsasında parafinçökmə və korroziya problemlərinin eyni zamanda həll edilməsi daha məqsədəuyğun olar. Başqa sözlə desək, elə bir reagent və yaxud kompozisiya hazırlamaq lazımdır ki, o eyni zamanda həm elektrokimyəvi korroziyaya və həm də parafinçökməyə qarşı yüksək təsir effektivinə malik olsun. Məhz bu nöqteyi-nəzərdən ilk dəfə olaraq müxtəlif təyinatlı “Difron-4201” və MARZA-1 reagentlərin müxtəlif mol nisbətlərindən yeni kompozisiya hazırlanmış (şərti adı M-5) və onların yüksək parafinli neftin donma temperaturuna və “Bibiheybətneft” NQÇİ-nin 1082 sayılı quyusundan götürülmüş hidrogen sulfidli lay suyunda korroziya sürətinə təsiri öyrənilmişdir.

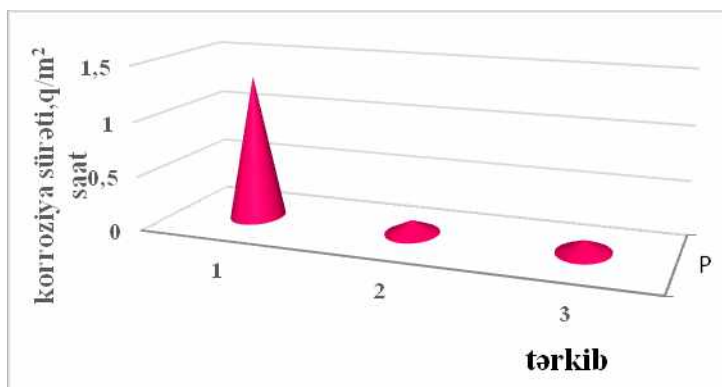
Çoxsaylı laboratoriya sınaqlarının nəticələrindən məlum olmuşdur ki, məhz M-5 kompozisiyası həm korroziyadan mühafizədə və həm də yüksək parafinli neft nümunəsinin donma temperaturunu azaltmaqda daha yüksək təsir effektivinə malikdir (**şəkil 7, 8**). Belə ki, “Difron-4201” depressor aşqarının 900q/t qatılığında neftin donma temperaturunu  $+16^{\circ}\text{C}$ -dən  $+5^{\circ}\text{C}$ -yə kimi aşağı saldığı halda, yeni kompozisiya isə donma temperaturunu  $+2^{\circ}\text{C}$ -yə endirir.

Şəkil 7-dən görüldüyü kimi, yeni kompozisiya hidrogen sulfidli lay suyunda korroziya sürətini MARZA-1 reagenti ilə müqayisədə daha çox aşağı salır.

Beləliklə, aparılmış çoxsaylı laboratoriya təcrübələrinin nəticələrindən məlum olmuşdur ki, yeni kompozisiya parafinçökmə və korroziyaya qarşı yüksək mühafizə effektivliyinə malik olmaqla yanaşı, həm də depressor aşqarın sərfini də 900q/t-dan 700q/t kimi azaltmağa imkan verir.



**Şəkil 7. M-5 kompozisiyanın yüksək parafimli neftin donma temperaturuna təsiri. 1- neft, 2-neft+900q/t “Difron-4201”, 3- neft+M-5 kompozisiya**



**Şəkil 8. M-5 kompozisiyanınhidrogen sulfidli lay suyunda korroziya sürətinə təsiri. 1-lay suyu, 2-lay suyu+10mq/l MARZA-1, 3-lay suyu+ M-5 kompozisiya**

Laboratoriya şəraitində hazırlanmış yeni kompozisiyanın boru kəməri ilə nəql zamanı yüksək parafimli neftlərə mədən şəraitində tətbiqi texnologiyası işlənmiş və mədən şəraitində həyata keçirilməsi üçün yeni texnoloji sxemi hazırlanmışdır.

Yeni kompozisiyanın yüksəkparafınli neftlərə tətbiqi zamanı aşağıdakı texnoloji avadanlıqlardan istifadə olunması təklif olunur:

- aşqar məhlulu hazırlamaq üçün tutum;
- aşqar məhlulunu saxlamaq üçün tutum;
- MARZA-1 reagentini saxlamaq üçün tutum,
- həlledicini saxlamaq üçün tutum;
- dozalaşdırıcı tutum;
- dozalaşdırıcı nasos.

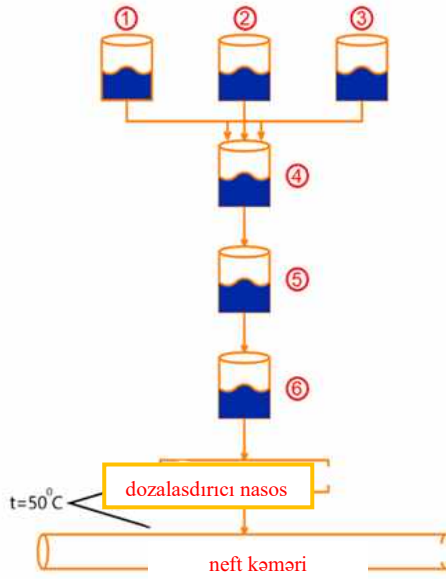
Tutulmlar ölçü şkalasına malik olmalı və qızdırıcı ilə təmin olunmalıdır.

Qurğuların texnoloji parametrləri aşağıdakı kimi olmalıdır.

- tutumlarda təzyiq - atmosfer təzyiqi;
- tutumlarda aşqar məhlulunun temperaturu 35-40<sup>0</sup>C;
- aşqar əlavə edilən zaman neftin temperaturu 50-60<sup>0</sup>C

**Şəkil 9-da** çoxfunksiyalı yeni kompozisiyanın boru kəməri ilə hərəkətdə olan neftə vurulma prosesinin həyata keçirilməsi üçün təklif olunan sadə texnoloji sxemi verilmişdir.

Təklif olunan texnologiya məhz yüksək parafınli neftlərin yığılma-nəql sistemlərində mürəkkəbləşmələr yaradan parafınçökmə və avadanlıqların daxili səth korroziyasının, yəni iki əsas problemin eyni vaxtda həll olunmasını və həmçinin yüksək iqtisadi səmərənin əldə olunmasını təmin edir.



**Şəkil 9. M-5 kompozisiyanın yüksək parafinli neftə tətbiq edilməsinin prinsiplial texnoloji sxemi. 1-“Difron-4201” aşqarı üçün tutum; 2-MARZA-1 reagenti üçün tutum; 3-həlləddici üçün tutum; 4-qarışdırıcı üçün tutum; 5-dozalaşdırıcı tutumu**

## NƏTİCƏLƏR VƏ TƏKLİFLƏR

1. Eksperimental tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmədir ki, məxtəlif növ neftlərin quyulardan yəpəlmə və nəqli sistemində yaranan çətinliklər əsasən reoloji parametrlərin və "arzuolunmaz" dispers neft sistemlərinin qarşınması zamanı digər keyfiyyət göstəricilərinin qiymətlərinin additivlik qaydasına uyğun olmayan anomal dəyişməsi nəticəsində yaranır.

2. İlk dəfə olaraq, "damcı nümunə" testi əsasında inkişaf etdirilmiş ekspress metod vasitəsilə neftlərin növlərinin su ilə doyma həddinin proqnozlaşdırılması mümkünlüyü bu neftlərin su dispersiya qabiliyyətinin dəyişmə dinamikasına əsaslanaraq müəyyən edilmişdir.

3. Laboratoriya tədqiqatlarına əsasında, birarayasızgəməməlik amili nəzərə alaraq, neft qarışıqlarının nəql hazırlığını artırmaq məqsədilə qarışdırma zamanı rəşional qarışdırma prinsipinin riayət olunmasının zəruriliyi müəyyən edilmişdir.

4. Müəyyən bir həddə hələtmə qabiliyyəti, eləcə də qarışma zamanı tərkib hissələrinin nisbətindən asılı olaraq, xam neftdən asfaltenlərin çökmə qabiliyyətində qeyri-additiv xüsusiyyətlərin müşahidə olunduğu göstərilmişdir.

5. Müəyyən edilmədir ki, neftlər qarşudərəldəqda onlarən qarşıləqlə təsiri nəticəsində  $\rho_{\text{н}}^{\text{н}}$ , temperaturu, neftin donması, həcmi və sairə kimi praktiki əhəmiyyətli parametrlərin anomal dəyişməsi nəticəsində məxtəlif təxaclarən əmələ gəlməsi müşahidə oluna bilər.

6. Reoloji mürəkkəb neft qarışıqlarının nəql məlumatlarına əsaslanaraq, neft qarışıqlarının reoloji xüsusiyyətlərini (relaksasiya vaxtı və özlülük) diaqnostika etmə mümkünlüyü göstərilmişdir.

7. Təcrəbi tədqiqatlarən nəticələri göstərməkdir ki, neft emulsiyalarənən su ilə doymasə artdeqca onlarən deemulsasiyasə zamanı deemulqator reagentinin sərfi azalır. Müəyyən edilmədir ki, neftin susuzlaşdırılması prosesinin effektivliyini azaltmadan



istifadə olunan deemulqatorun sərfini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq mümkündür.

8. Müəyyən edilmişdir ki, yerli xammal əsasında istehsalı mümkün olan bakterisid-inhibitor xassəli MARZA-1 və MARZA-2 reagentləri və onlar əsasında hazırlanmış P seriyalı kompozisiyalar 10mq/l optimal qatlıqlarında korroziya sürətinin minimumuna endirməklə yüksək mühafizə və bakterisid effektivliyinə malikdirlər.

9. Eksperimental tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, “Difron-4201” depressor aşqarı yüksək parafinli neftin donma temperaturuna, parafınçökmə prosesinə, limit sürüşmə gərginliyinə, effektiv özlülüyünə və həmçinin struktur-mexaniki xassələrinə əhəmiyyətli dərəcədə təsirinin optimal qatılığı 900q/t-dur.

10. Yüksək parafinli neftin donma temperaturuna və hidrogen sulfidli lay suyunda korroziya sürətinə yeni M-5 kompozisiyasının təsirinin tədqiqi zamanı tərkib komponentləri olan Difron-4201” və MARZA-1 ilə müqayisədə uyğun olaraq donma temperaturunun 8 dəfə, korroziya sürətinin isə 132.6 dəfə azalması kimi daha yüksək effektiv nəticələr əldə edilmişdir.

11. Yüksək parafinli neftin və “soyuq borucuğ”un temperaturunun dəyişməsinin parafin çöküntülərinin qrup tərkibinə təsirinin tədqiq zamanı müəyyən edilmişdir ki, neftin temperaturunun azalması qatran və asfaltenlərin miqdarının azalmasına, həmçinin neftin və “soyuq borucuğ”un temperaturunun neftin donma temperaturuna yaxın temperaturlara qədər düşməsi isə aşağı molekullu parafin karbohidrogenlərinin ayrılması hesabına neft çöküntülərində n-alkanların tərkibinin və molekulyar-kütlə paylanmasının dəyişməsinə səbəb olur.

12. Eksperimental tədqiqatlar göstərmişdir ki, “Difron-4201” depressor əlaqədarənən yüksək parafinli neftə əlavə edilməsi zamanı zıqkıntıda karbon atomları sayı  $C_{17}-C_{40}$  olan parafin karbohidrogenlərinin payı azalması və molekul kütləsinin daha əlaqə qiyməti ilə n-alkanların miqdarı artması, qatran və asfaltenlərin miqdarı isə azalması bəy verir. Bəy verən belə

dəyiçiliklər neftin reoloji xassələrinin yaxınlıqmasə ilə nəticələnir.

13. Çöküntü əmələ gəlmənin sürətinin zamandan asılılığından alınan nəticələrin analizindən məlum olmuşdur ki, məhz ən yüksək sürət bütün temperatur intervallarında ilk dəqiqələrdə qeydə alınır və ilk anlarda neft çöküntüsünün miqdarı bərk n-alkanların, sonda isə aşağı molekullu n-alkanların hesabına formalaşır. Müəyyən edilmişdir ki, yeni M-4 kompozisiyanın təsirindən neftdə çöküntü əmələgəlmənin sürəti azalır. Sürətin azlmasına səbəb kompozisiyanın bərk parafin kristallarını neft həcmində saxlamasıdır ki, bu da öz növbəsində çöküntünün qrup tərkibinin dəyişməsi ilə nəticələnir.

14. Laboratoriya şəraitində yerinə yetirilmiş çoxsaylı təcrübələrin nəticələri göstərmişdir ki, yeni K-5 və D-5 kompozisiyaları həm duzçökmə və həm də korroziya proseslərinə qarşı yüksək mühafizə effektivliyinə malikdir.

15. İlk dəfə olaraq çox funksiyalı M-5 kompozisiyanın yüksək parafinli neftlərin nəqli zamanı daxili səth korroziyası və parafinləşmə prosesinə qarşı mədən şəraitində tətbiq texnologiyası işlənmiş və yeni kompozisiyaların mədən şəraitində yüksək parafinli neftlərin yığım-nəql sistemində yarana bilən mürəkkəbləşmələrə qarşı geniş istifadəsi təklif edilmişdir.

**Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı elmi əsərlərdə nəşr olunmuşdur :**

1. Исмайлыв, Г.Г., Проявление «несовместимости» в нефтяных смесях / Г.Г. Исмайлыв, Р.Л. Зейналов, М.Б.Адыгезалова // Теоретическая и прикладная механика,-2016.Т.11.№-4,-с.114-117.

2. Адыгезалова, М.Б., Нурмамедова, Р.Г., Халилов, Р.З. Диагностика эффективности эмульсации нефтей на основе «капельной пробы»/ Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» Юбилейной 70-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2016, -18-20 апреля, -с. 349.

3. Адыгезалова М.Б., Зейналов Р. Л., Бабилов Г.Н. О взаимовлиянии составов нефтей при их смешении / Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» XI Всероссийская научно-техническая конференция «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» 8-10 февраля, 2016 г., с. 140

4. Исмайлыв, Г.Г., Исследование влияния реагентов-деэмульгаторов на кинетику обезвоживания реологически сложной нефти / Г.Г. Исмайлыв, М.Б.Адыгезалова, Е.И. Избасаров, Р.З. Халилов // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело,- 2017.Т.16.№2,-с.138-147.

5. İsmayılov, Q.Q. Neft qarışıqlarının reo-nano kimyəvi xüsusiyyətləri haqqında / Q.Q. İsmayılov, V.X. Nurullayev, M.B. Adıgözəlova // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri- Beynəlxalq elmi-texniki jurnal,-2017.-№ 4(9),-s.75-85.

6. İsmayılov, Q.Q. Həllətmə qabiliyyətinə görə neft qarışıqlarının “azruolunmaz”lığının diaqnostikası / Q.Q. İsmayılov, M.B. Adıgözəlova, F.B. İsmayılova// Azərbaycan Neft Təsərrüfatı,-2018.-№11, -s.36-39.

7. İsmayılov G. G., Adigozelova M.B. Specific problems caused by oil mixtired in oi-gas exrtaxtion / İnternational Conference Dedicated to the 90<sup>th</sup> Anniversary of Academician Azad Mirzajanzade, 13-14 december, 2018. Baku , -p.442-444

8. Qurbanov, H.R. Neft mädən avadanlıqlarının korroziyadan mühafizəsində bakterisid – inhibitorun təsirinin tədqiqi / H.R.Qurbanov, M.B.Adıgözəlova, S.M.Məmmədli // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, -2019. №1, -s. 38-41.

9. Adıgözəlova, M.B. Neftlərin qrup tərkibinə onların qarışmasının təsiri haqqında/ M.B. Adıgözəlova //Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri- Beynəlxalq elmi-texniki jurnal, -2019.-№2(11), - s.57-62.

10. Гурбанов, Г.Р. Исследование защитные свойства универсальный ингибитор коррозии для нефтегазовой промышленности / Г.Р Гурбанов, М.Б. Адыгезалова, С.М.Маммадлы //Журнал Практика противокоррозионной защиты, 2019, Т.24, №1, с.29-49

11. İsmayılov, Q.Q. Neftlərin qarışması zamanı mikroskopik struktur dəyişmələrinin makroskopik parametrlərə təsiri/ Q.Q.İsmayılov, M.B. Adıgözəlova // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, - 2019,- №4, -s.38-41.

12. Исмайылова, Ф.Б. Об эффективности подготовки нефтяных смесей при наличии «черных» эмульгаторов/ Адыгезалова, М.Б. Ф.Б Исмайылова., Г.А.Зейналова, Р.З.Халилов // Материалы международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы эксплуатации зрелых месторождений», Газакыстан,, 2019, 2-том.-с.14-20

13. Адыгезалова, М.Б. Прогнозирование количества осаждаемых балластов при смешивании нефтей / М.Б. Адыгезалова // Нефтепромысловое дело,-2020.-№7, -с. 66-71.

14. Адыгезалова, М.Б. Комбинированного ингибитора для нефтегазовой промышленности /М.Б. Адыгезалова// Журнал Практика противокоррозионной защиты, 2020, Т.25, №2, с.34-44

15. Гурбанов, Г.Р. Исследование универсального комбинированного ингибитора для нефтегазовой промышленности /Г.Р.Гурбанов, М.Б.Адыгезалова, С.М. Пашаева // Изв. вузов. Химия и хим. технология, -2020. -V.63. №10, -с.78-89.

16. İsmayılov, Q.Q. Ballastların neft qarışıqlarının makroskopik parametrlərinə təsirinin tədqiqi / Q.Q. İsmayılov, M.B.Adıgözəlova, F.B.İsmayılova [və b.]// Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri- Beynəlxalq elmi-texniki jurnal, -2020,-№ 1(12), -s.51-59.

17. İsmayılov, G.G.Impact of asphaltene concentration on macroscopic parameters of oil mixtures/ G.G.İsmayılov, M.B. Adıgozelova // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri- Beynəlxalq elmi-texniki jurnal, -2020, -№3 (12), -s.77-81.

18. Гурбанов, Г.Р. Влияние депрессорных присадок на процесс образования асфальтосмолопарафиновых отложений в высокопарафинистой нефти / Г.Р.Гурбанов, М.Б.Адыгезалова, С.М.Пашаева // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья, -2020. №1, -с.23-28.

19. Адыгезалова, М.Б. Исследование многофункционального ингибитора коррозии / М.Б.Адыгезалова // XXXIII Международная научно-практическая телеконференция «Российская наука в современном мире», Москва, 15 октября 2020, -с. 43-48

20. Hacizade, S.G. Forecasting of precipitation of high-molecular chemical compounds in oils./ International conference on “Actual problems of chemical engineering, APCE – 2020, dedicated to the 100th Anniversary of the ASOİU, December 24-25, -2020, Baku, Azerbaijan,-p.164-167.

21. Qurbanov, H.R. Laboratoriya şəraitində kompozit reagentlərin bakteresid xassələrinin tədqiqi / H.R.Qurbanov, M.B.Adıgözəlova, S.M.Paşayeva // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, - 2020. -Cild 12. № 1, -s. 83-87.

22. Gurbanov, G.R. Study of the effect of difron-4201 reagent

on the structure of high-molecule oil compounds of oil in laboratory / G.R. Gurbanov, S.M. Pashayeva International conference on "Actual problems of chemical engineering, APCE – 2020, dedicated to the 100th Anniversary of the ASOIU, December 24-25, 2020, Baku, Azerbaijan,-p.15-18.

23. Гурбанов, Г.Р. Исследования влияние депрессорного присадка «Дифрон-4201» на формирование парафиноотложения в лабораторных условиях / Г.Р.Гурбанов, М.Б.Адыгезалова, С.Ф. С.М.Пашаева [и др.] // Азербайджанского нефтяного хозяйства, - 2020. №12, - с. 30-36.

24. Qurbanov, H.R. Laboratoriya şəraitində MARZA-1 reagentinin bakterisid xassəsinin tədqiqi / H.R.Qurbanov, S.F.Əhmədov, M.B.Adigozalova, [və b.] // Azərbaycan neft təsərrüfatı, -2021. №2, -s. 33-39.

25. Gurbanov, G.R. Investigation of the surface tension coefficient of the depressant additive and components oil / G.R.Gurbanov, M.B. Adigezalova, S.M. Pashayeva // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri- Beynəlxalq elmi-texniki jurnal, -2021, Cild. 13. № 12, -p. 89-94.

26. Gurbanov, G.R. Investigation of the efficacy of the composition containing gossypol resin against corrosion and scaling / G.R.Gurbanov, M.B. Adigezalova // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii Khimiya i Khimicheskaya Tekhnologiya, - 2022, V. 65. № 12, -p. 76-84.

27. Nurullayev, V.X. Neftlərin sulaşma dərəcəsinin onların reoloji parametrlərinə təsirinin tədqiqi / V.X.Nurullayev, M.B. Adigözəlova, R.Q. Nurməmmədova // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, -2022.-№1(12), -s.4-14.

28. Gurbanov, H.R, The research of gassipol-based composition influence on paraffin sediment/ H.R. Gurbanov, M.B. Adigezalova, G.N. Abdullayeva, [and et.all]// Processes of petrochemistry and oil refining, -2022. V.23. №2, -p. 249-258.

29. Nurullayev, V.X. Yüksəközlüklü neftlərin hazırlanması və nəqlinə kimyəvi reagentlərin təsirinin tədqiqi. /

V.X. Nurullayev, M.B.Adıgözəlova, R.Q. Nurməmmədova// Azərbaycan ali texniki məktəblərinin xəbərləri, -2022, Cild 17, №6, -s.108-117.

30. Гурбанов, Г.Р. Investigation of the efficiency of the composition containing gossypol resin against corrosion and scaling/ Г.Р.Гурбанов, М.Б.Адыгезалова // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii Khimiya i Khimicheskaya Tekhnologiya. - 2022, V. 65, № 12, -p. 76-84.

31. Gurbanov, H.R. Research of the rheo-physical and chemical properties of commercial oil through the use of additives/ H.R. Gurbanov, M.B. Adigezalova, G.N. Abdullayeva,[and et.all] // Processes of petrochemistry and oil refining, -2022, V.24, №3, - p.413-418.

### **Həmmüəlliflərlə yerinə yetirilən işlərdə iddiaçının şəxsi əməyi:**

[9], [13], [14], [19] – müstəqil yerinə yetirilib.

[10], [16], [18], [20], [21], [22], [23], [24], [27], [30] - məsələnin qoyuluşu, tədqiqat işləri və nəticələrin təhlili.

[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [11], [12], [17], [18], [25], [26], [28], [29], [31] - müəlliflərin iştiraketmə payı bərabərdir.

Dissertasiyanın müdafiəsi 26 noyabr 2024-cü il tarixində saat 11:00-da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ-nin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.03 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1010, Bakı şəhəri, D.Əliyeva küç., 227.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ-nin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ-nin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 22 oktyabr 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.



Çapa imzalanıb: 15.10.2024

Kağızın formatı: A5

Həcm: 77117

Tiraj: 30