

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

NEFT VƏ NEFT MƏHSULLARININ NƏQLİNİN SƏMƏRƏLİLİYİNİN NANO-KİMYƏVİ VƏ KAVİTASIYA TEKNOLOGİYALARININ TƏTBİQİ İLƏ ARTIRILMASI

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

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Nurullayev Vəli Xanağa oğlu**

Elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim olunmuş
dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı-2024

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin “Neftin, Qazın Geotexnoloji Problemləri və Kimya” Elmi Tədqiqat İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi məsləhətçilər: Texnika üzrə elmlər doktoru, professor
Qafar Qulamhüseyn oğlu İsmayilov

Kimya üzrə elmlər doktoru, dosent

Bəybala Tacı oğlu Usubaliyev

Rəsmi opponentlər: Texnika üzrə elmlər doktoru, professor
Məleykə Ağamoglan qızı Məmmədova

Texnika üzrə elmlər doktoru, professor

Fikrət Məmməd oğlu Sadıqov

Texnika üzrə elmlər doktoru, professor

Nadir Bafadin oğlu Ağayev

Texnika üzrə elmlər doktoru, professor

Mübariz Mustafa oğlu Vəliyev

Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin 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 elmlər namizədi, dosent

Yelena Yevqenyevna Şmonçeva

Elmi seminarın sədri:

Texnika üzrə elmlər doktoru, professor

Sakit Rauf oğlu Rəsulov

İmzaları təsdiq edərəm

ADNSU-nun Elm katibi, dosent

N. T. Əliyeva



İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı: Neft-mədən praktikasında neftin texnoloji boru kəmərləri ilə nəqli zamanı müxtəlif reofiziki xassələrə malik mayələrin, həmçinin onların qarışıqlarının (o cümlədən sulu, qumlu, gilli və s.) mürəkkəb relyefli və termobarik şəraitdə, strukturu məlum olmayan hərəkətlərinə tez-tez rast gəlinir. İstismar quyularından başlayaraq neftin hazırlanması məntəqələrində mədəndaxili texnoloji boru kəmərləri ilə əsasən çoxkomponentli, multifazlı heterogen sistemlərin nəqli prosesində məhsul zamandan asılı olaraq daima öz fiziki-kimyəvi və reoloji xassələri ilə yanaşı, əmtə keyfiyyətini də dəyişir. Məhz bu səbəbdən texnoloji boru kəmərləri sistemində baş verən texniki-texnoloji məsələlərin və mürəkkəbləşmələrin sayı daha da çox, həlli isə çətin olur. Digər tərəfdən, bu sistemlərin sulaşması ilə texnoloji çətinliklər daha da artır ki, bu da enerji xərclərini xeyli artırır.

Müxtəlif çeşidli və reofiziki-kimyəvi xassələrə malik olan quyu məhsullarının nəqli zamanı, onların keyfiyyət göstəriciləri nəzərə alınmır, hətta bəzi neftlərdə, demək olar ki, heç tədqiq olunmayıb. Mədən şəraitində iki (neft-qaz, qaz-kondensat və s.) və üç komponentli (neft-qaz-su, qaz-kondensat-su) qarışıqların hərəkəti zamanı faza çevrilmələri (neftdən qazın ayrılması, qazdan kondensatın düşməsi, struktur dəyişiklik hesabına 3-cü bərk fazasının yaranması və asfalten-qatran parafin (AQP) çökməsi) və anomal reofiziki xüsusiyyətlərə malik su-neft emulsiyalarının yaranması prosesləri baş verir. Əmələ gələn heterogen qaz-maye qarışıqları reoloji və fiziki-kimyəvi xassələrinə görə ilkin komponentlərdən qeyri-additiv fərqlənməklə bərabər quyu-yığım sisteminin işinə də çox ciddi təsir göstərir. Belə ki, nasos-kompressor boruları və texnoloji mədən kəmərlərində AQP çöküntülərinin toplanması və anomal yüksək özlülüklü emulsiyaların yaranması lay enerjisinin izafi itkilərini, yerüstü enerji xərclərini, həmçinin qəza-mürəkkəbləşmələrin baş vermə ehtimalını xeyli artırır.

Məlumdur ki, neftqazçıxarmada neft qarışıqlarının yığılması və nəqli həyata keçirən boru kəmərlərində makroskopik bərk fazanın çökməsi ilə tıxacların yaranması halları tez-tez baş verir. Müxtəlif neftlərin qarışmasının “bir araya sığmazlığı” çöküntülərin əmələ

gəlməsi ilə yanaşı qarışıqın keyfiyyət göstəricilərinin və praktiki vacib parametrlərin (sıxlıq, özlülük, donma temperaturu, həcm və s.) anomal dəyişməsinə də səbəb olur. Hətta iki yaxşı yanacağı qarışdırıqda ağır hissəciklərin çökməsi nəticəsində “problemlı” qarışıq da əmələ gələ bilər. Ayrı-ayrı neft məhsullarının (yanacaqların) qarışması zamanı bərk çöküntülərin əmələ gəlməsi “bir araya sığmazlıq” prinsipi kimi qeyd olunsa da, xam neftlər üçün qeyd olunanlar demək olar ki, tədqiq olunmamışdır. Odur ki, bu məsələ qarışıq neftlərin nəqli prosesində olduqca vacib məsələlərdən biridir və böyük nəzəri və praktik əhəmiyyət kəsb edir.

Neftin tərkibindəki–supramolekulyar birləşmələr xarici təsir altında “öz-özünə konstruksiyalaşma və öz-özünə əmələ gəlmə” prinsipi əsasında formalaşır ki, bu da orada iştirak edən ayrı-ayrı komponentlərin quruluşlarından asılıdır. Neftlərdə öz-özünə supramolekulların əmələ gəlməsi, əsasən, asfaltenlərlə qatranların qarşılıqlı təsiri zamanı baş verir ki, bu da onların həll olma xassələri ilə əlaqədardır. Müxtəlif neftlərin və neft məhsullarının qarışması zamanı onları təşkil edən komponentlərin quruluş xüsusiyyətlərinin nəzərə alınmaması, böyük iqtisadi itkilərə və texniki problemlərin yaranmasına səbəb olur. Bu baxımdan neftlərin qarışması zamanı onun tərkibinə daxil olan ağır komponentlərin quruluş baxımından öyrənilməsi də aktual məsələlərdən biri olub nəqlin maya dəyərinin aşağı salınması, boru kəmərinin nəql etmə qabiliyyətinin və istehsal gücünün artırılması baxımından olduqca vacibdir. Neftin boru kəməri ilə nəqli zamanı özlülük və donma temperaturu kimi parametrlərin vacib parametrlərdən olduğunu nəzərə alsaq bu problem daha da aktuallaşır. Son zamanlar yüksək parafinli, qatranlı, asfaltenli anomal “qeyri-nyuton” neftlərin çıxarılması və nəqli tendensiyası artmaqdadır. Belə neftlər yüksək özlülüyə, donma temperaturuna və anomal reoloji xassələrə malik olduqları üçün onların magistral və texnoloji neft kəmərləri ilə, sisternilərlə, tankerlərlə nəqli zamanı ətraf mühitin temperaturundan asılı olaraq bir sıra mürəkkəbləşmələr meydana çıxır ki, bu da əsasən AQP çöküntüləri əmələ gələn zonalarda baş verir. Qeyd olunan mürəkkəbləşmələrin aradan qaldırılması və nəqlinin səmərəliliyinin artırılması üçün yeni

nanoquruluşlu kimyəvi reagentlərin və texnologiyaların işlənməsi böyük aktualıq kəsb edir.

İşin məqsədi:

1. Neft və neft məhsullarının reofiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərini və kompaundlaşdırılmasının qanunauyğunluqlarını nəzərə alaraq nəql zamanı onların keyfiyyət göstəricilərini qoruyub saxlamaqla boru kəmərlərinin optimal və etibarlı iş şəraitinin müvafiq standartlar əsasında diaqnostikasının aparılması.

2. Boru kəmərlərində və çənlərdə parafin, qatran və asfaltın çöküntülərinin əmələ gəlməsi ilə yaranan texniki çətinliklərin, yüksək özlülüklü neftlərin reoloji xassələrini nanoquruluşlu reagentlərin tətbiqi ilə yaxşılaşdırmaqla aradan qaldırılması.

3. Nəql zamanı neft kəmərlərində yaranan ştatdan kənar kavitasiya zonalarının analitik və eksperimental üsullarla təyini və yüksək özlülüklü neftlərin və neft məhsullarının nəqlinin səmərəliliyinin kavitasiya texnologiyasının tətbiqi ilə artırılmasının perspektivliliyinin əsaslandırılması.

Tədqiqatın əsas məsələləri:

1. Neft və neft məhsullarının nəqli prosesində onların reofiziki-kimyəvi xassələrinə təsir göstərən əsas amillərin elmi əsasları, tənzimlənməsi və idarə edilməsinin tədqiqi.

2. İxrac olunan neft və neft məhsullarının keyfiyyət göstəricilərinin beynəlxalq ASTM, EN, ISO, DIN və GOST standartlara uyğunluğunun zəruriliyi.

3. Sulaşmanı nəzərə alaraq neft-kondensat-su qarışıqlarının sıxlığının təyini və alınmış nəticələrə görə modelləşdirilməsi.

4. Neftlərin və neft məhsullarının qarışması ilə yaranan spesifik problemlərin yaranma səbəblərinin tədqiqi.

5. Neft qarışıqlarının reofiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin anomallığının öyrənilməsi və neftlərin çıxarılmasında, nəqlində, saxlanılmasında öz-özünə mürəkkəb quruluşlu birləşmələrin əmələ gəlməsinin elmi təhlili.

6. Mazut-neft, mazut-su qarışığının nəqli prosesində enerji xərclərinin azaldılması üçün reofiziki-kimyəvi qanunauyğunluqların öyrənilməsi.

7. Neft məhsullarının kompaundlaşdırılmasının qanunauyğunluqlarının öyrənilməsinin zəruriliyi və yanacaq resurslarının artırılmasının iqtisadi səmərəliliyinin müəyyənləşdirilməsi.

8. Yüksək özlülüyə malik neftlərin reoloji parametrlərinə nanoquruluşlu və CHIX -2005 kimi kimyəvi aşqarların təsirlərinin öyrənilməsi.

9. Nanoquruluşlu Baf-1 və Baf-2 məsaməli, laylı koordinasiya polimerlərinin yüksək özlüklü neftlərin nəqlinə, saxlanılmasına və reoloji parametrlərinə təsirinə öyrənilməsi və onların neftlərin nəqli zamanı boru kəmərlərində, çənlərdə əmələ gələn AQP çöküntülərinin təmizlənməsində istifadəsinin öyrənilməsi.

10. Neft kəmərlərinin sərbəst axın sahələrində boru kəmərlərinin daxili səthinə çökmüş AQP-in əmələ gətirdiyi obliterasiya zonalarında kavitasiya prosesinin mümkünlüyünün əsaslandırılması.

11. Qərarlaşmış rejimdə neft kəmərlərində sərbəst axın sahələrinin təyin edilməsi üçün qrafo-analitik üsulun işlənilməsi.

12. Kimyəvi həlledicilərin iştirakı ilə kavitasiya prosesinin neftlərin reologiyasına təsirinə öyrənilməsi.

13. Sualtı boru kəmərlərində AQP çökməsi nəticəsində əmələ gələn kavitasiya zonalarının aradan qaldırılması üsullarının işlənməsi və kəmərin etibarlılığına hidrostatik təzyiqlə təsirinə öyrənilməsi.

14. Neft və neft məhsullarının nəqli prosesinə, kavitasiya texnologiyalarının tətbiqinin perspektivliyinin əsaslandırılması.

Qoyulmuş məsələlərin həlli üsulları: İşdə qoyulmuş məsələlər öz həllini nəzəri və təcrübi yolla, neft kəmərləri sistemilə nəql olunan neft və neft məhsullarının reofiziki-kimyəvi xassələri, faktiki məlumatların təhlili, sistemləşdirilməsi və emalına əsasən, beynəlxalq İSO standartlarına cavab verən laboratoriya avadanlıqlarından (ASTM, EN, İSO, DİN və GOCT standartlarına uyğun) və riyazi üsullardan (qrafo-analitik üsul, mövcud sistem üçün üçölçülü asılıq modeli) istifadə etməklə tapmışdır. Neft-kondensat-su qarışıqlarının sıxlığının təyini, eksperimental nəticələrə uyğun modelləşdirilməsi, müasir kompüter modeli və proqram vasitələrindən istifadə etməklə həll edilmişdir. Yüksək özlüklü neftlərin və onların məhsullarının reoloji parametrlərinin

nanoquruluşlu kimyəvi reagentlərin və kavitasiya texnologiyalarının tətbiqi ilə yaxşılaşdırılmasının perspektivliyi müvafiq praktik sınaqlarla təsdiqlənmişdir.

Elmi yeniliklər:

1. Neft və neft məhsullarının kompaundlaşdırılmasının qanunauyğunluqları əsasında ardıcıl nəqlin reofiziki-kimyəvi əsasları işlənmişdir.

2. Laboratoriya sınaqlarının nəticələrinə əsasən neftlərin qarışması zamanı müşahidə olunan anomallıqların müəyyən edilməsi və onların aradan qaldırılmasının mümkünüyü göstərilmişdir.

3. Boru kəmərlərilə mazut-neft, mazut-su qarışığının nəqli zamanı energetik xərclərin azaldılmasının reofiziki-kimyəvi qanunauyğunluqları müəyyən edilmişdir.

4. Magistral neft kəmərlərinin sərbəst axın sahələrində yaranan ştatdankənar kavitasiya sahələrinin müəyyən olunması üçün qrafo-analitik üsul işlənmişdir.

5. Neft kəmərlərinin sərbəst axın sahələrində və kəmərin daxili səthində AQP çöküntülərinin əmələ gətirdiyi obliterasiya zonalarında kavitasiya prosesinin baş verməsinin mümkünüyü yod ədədinə GOCT 2070-82 və brom ədədinə ASTM D1159/1160 görə təyin edilmişdir.

6. Azərbaycan neftləri və neft məhsulları timsalında qarışıqların tərkibində supramolekulyar birləşmələrin əmələ gəlməsi ilə meydana çıxan anomallıqlar, riyazi və eksperimental üsullarla müəyyən edilmişdir.

7. İlk dəfə olaraq Baf-1 və Baf-2 nanoquruluşlu koordinasiya polimerləri əsaslı kompozitin neftlərin reoloji xassələrinə təsiri öyrənilmiş və boru kəmərlərində yaranan kavitasiya zonalarının və AQP çökməsi nəticəsində yığım çənlərində əmələ gəlmiş dib çöküntülərinin yuyulmasının elmi əsasları göstərilmiş və texnologiyaları işlənmişdir.

Müdəfiə olunan əsas müddəalar:

- neft və neft məhsullarının ardıcıl nəqli zamanı əmələ gəlmiş bufer tıxacını, onların genetik komponentlərinə uyğunlaşdırmaqla boru kəmərlərində fasiləsiz nəqlin tənzimlənməsi;

- neft və neft məhsullarının qarışması zamanı meydana çıxan

spesifik problemlərin qarışıqların reofiziki-kimyəvi xassələri baxımından əsaslandırılması və təyini;

- neftlərin çıxarılması, nəqli və saxlanması zamanı öz-özünə mürəkkəb nanoquruluşlu birləşmələrin əmələ gəlməsinin elmi təhlili və optimallaşdırılması;

- qərarlaşmış rejimdə neft kəmərlərinin sərbəst axın sahələrində yaranan ştatdankənar kavitasiya sahələrinin müəyyən olunması;

- neft kəmərlərinin sərbəst axın sahələrində və kəmərin daxili səthində AQP çöküntülərinin əmələ gətirdiyi obliterasiya zonalarında kavitasiya prosesinin baş verməsinin mümkünlüyü və təyini;

- Baf-1və Baf-2 nanoquruluşlu koordinasiya polimer əsaslı kimyəvi reagentlərlə neftlərin tərkibindəki AQP çöküntülərinə təsir etməklə, onların reofiziki-kimyəvi xassələrinin yaxşılaşdırılması;

- neft və neft məhsullarının nəqli zamanı, kavitasiya texnologiyalarının tətbiqinin perspektivliliyinin əsaslandırılması;

İşin praktiki əhmiyyəti və nəticələrin tətbiqi:

1. Neft və neft məhsullarının reofiziki-kimyəvi xassələrinin komponent tərkiblərindən asılı olmasını nəzərə alaraq, onların təyini müxtəlif (ASTM, EN, İSO, DİN və ГOCT) standartlar əsasında aparılması, aparılmış analizlərin nəticələri arasındakı xətalara yol verilə bilən həddə olması (ГОСТ Р İSO 5725-2-2002) nəqldə baş verən anomallıqların və orbitraj məsələlərində meydana çıxan qabaqlayıcı tədbirlərin vaxtında həll edilməsinə imkan verir.

2. Sulaşma nəzərə alınmaqla neft-kondensat qarışıqlarının sıxlığının eksperimental nəticələrinə görə modelləşdirilməsindən alınmış nəticələr additivlik qaydasına görə hesablanmış nəticələrlə müqayisədə daha dəqiq olub, eksperimental nəticələrlə uyğunluq təşkil edir ki, bu halda qarışıq üçün təyin olunmuş xətalara orta qiyməti 0,2 %-dən çox olmur.

3. Ardıcıl nəqli zamanı neft məhsullarının fiziki-kimyəvi xassələrinin tənzimlənməsi məsələsi praktik olaraq Azərbaycan neftlərindən alınmış aviasiya və benzin yanacaqları fraksiyaları təmsalında təhlil edilmişdir. Aviasiya və benzin yanacaqları fraksiyalarının ardıcıl nəqli üçün təklif olunmuş bufer tıxacının tətbiqi, eksperimental və laboratoriya şəraitində orijinal, yeni üsul kimi təsdiqlənmiş və ardıcıl nəqlin səmərəliliyini artırmağa imkan verir.

4. Neft və neft məhsullarının nəqli və saxlanması zamanı öz-özünə nano-qurluşlu mürəkkəb birləşmələrin əmələ gəlməsinin təhlili göstərmişdir ki, qarışmaya additivlik qaydasının tətbiq olunması yolverilməzdir və rəşional qarışıqların alınması məqsədilə ilkin laboratoriya sınaqlarının aparılması yarana biləcək problemlərin vaxtında həll olmasına imkan verir.

5. Magistral və texnoloji kəmərlərdə ştatdankənar kavitasiya zonalarının müəyyən edilməsinin qrafo-analitik üsulu qərarlaşmış hərəkət rejimlərində neft kəmərlərində yaranan sərbəst axın zonalarının yerini və həcmi təyin etməyə və baş verə biləcək qəzalara qarşısının alınmasına imkan verir (SOCAR-ın Neft Kəmərləri İdarəsində sınaqdan keçirilmişdir).

6. Neft kəmərləri ilə nəql zamanı sərbəst axın sahələrində və kəmərin daxili səthində AQP çöküntülərinin əmələ gətirdiyi obliterasiya zonalarında kavitasiya prosesinin baş verməsinin mümkünlüyünün yod (brom) ədədi ilə təyini metodikasının vaxtında tətbiq olunması nəql zamanı boru kəmərlərində qəza hallarının aradan qaldırılmasına imkan verir.

7. BAF-1, BAF-2 markalı nanoquruluşlu koordinasiya polimer əsaslı kimyəvi reagentlər, yüksək özlülüklü neftlərin reoloji parametrlərin yaxşılaşdırılmasına, nəql zamanı boru kəmərlərində yaranan kavitasiya zonalarının və çənlərə çökmüş dib çöküntülərinin yuyulmasında tətbiqini yoxlamaq üçün istehsal sınaqları aparılmış və onların Muradxanlı, Qarasu, Salyan, Şirvan, Neftçala, Qobustan, Petro-HongKong-Pirsaat Siyəzən neftlərində onların CHIX -2005 kimyəvi aşqarı ilə müqayisədə aşqarın üstünlüyə malik olduğu müəyyən edilmişdir.

8. Kavitasiya prosesində neftlərin reoloji parametrlərinin yaxşılaşmasını nəzərə alaraq, yüksək özlülüklü neft və neft məhsullarının nəqlinə kavitasiya texnologiyalarını tətbiq etməklə nəqlin səmərəliliyini artırmaq mümkündür.

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işinin əsas nəticələri:

- “XVIII Международная специализированная выставка” Международный Нефтегазовый форум. Газ. Нефть. Технологии, Уфа, 2010;

- “Neftqazçıxarmada yeni texnologiyalar” II Beynəlxalq elmi-

təcrübi konfrans, Bakı, 2012;

- “Проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности” Материалы международной научно-практической конференции, Атырау, 2012;

- “Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии” Труды пятой международной научно-практической конференции, Алмата, 2013;

- “Инновационное развитие нефтегазового комплекса Казахстана” Международная научно-практическая конференция, Актау, 2013;

- “Экология и нефтегазовый комплекс” международная научно-практическая конференция, Атырау, 2013;

- “Нефть и Газ” 69-ая Международная научная конференция, Москва, 2015;

- “Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России” XI Всероссийская научно-техническая конференция, Москва, 2016;

- “Xəzərneftqazyataq” konfransı, Bakı, 2016;

- “Proceedings of the international conference dedicated to the 90th anniversary of Academician Azad Khalil oğlu Mirzajanzade”, Baku, 2018;

məruzə edilmiş və müzakirə olunmuşdur.

İşin dərci: Dissertasiya işinin materialları üzrə 71 elmi iş, o cümlədən 48 məqalə, 5 patent, 12 konfrans materialı və 5 tezis və Almaniyada 1 monoqrafiya dərc olunmuşdur.

İşin strukturu və həcmi:

Dissertasiya işi, giriş, 5 fəsil, nəticələrdən, 325 istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından, 113 şəkildən, 53 cədvəl və əlavələr də daxil olmaqla 333 195 işarəsi olan 312 səhifədən ibarətdir.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə işin aktuallığı nəzəri və praktiki əsaslandırılmış, məqsədi və həll olunmuş əsas məsələlər verilmiş, elmi yeniliyi, təcrübi əhmiyyəti və müdafiə olunan müddəalar göstərilmiş, dissertasiyanın ayrı-ayrı fəsilələrinin məzmunu qısa şəkildə açıqlanmışdır.

Dissertasiya işinin birinci fəslə neft və neft məhsullarının

nəqlinin reofiziki-kimyəvi əsasların təhlilinə həsr edilmişdir. Neftlərin reofiziki-kimyəvi xassələrinə təsir edən faktorlar və onların təsirinin tərkib və quruluş baxımından təsiri şərh edilmişdir. Müxtəlif neft və neft məhsullarının nəqli zamanı yaranan problemlərin təhlili aparılmışdır. Müasir dövrdə karbohidrogenlərə olan tələbatın artması yüksək özlülüklü neftlərin, təbii bitum ehtiyatlarının istismarının genişləndirilməsini və bunun üçün yeni texnologiyaların işlənməsinin vacibliyi müyyən edilmişdir.

Neftlərin reoloji, mexaniki və quruluş xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi zamanı isə, onların tərkibindəki asfaltenlərin miqdarı və quruluşu əsas tədqiqat obyektinə olmalıdır. Yüksək özlülüklü neftlərin tərkibinin analizi göstərir ki, onların sıxlıq göstəriciləri yaxın olsa da reoloji və fiziki-kimyəvi xassələri bir-birindən nəzərə cərpacaq dərəcədə fərqlənirlər.

Azərbaycan, Rusiya Federasiyası və ABŞ-ın neft yataqlarından hasil olunan yüksək özlülü və bitumlaşmış neftlərin fiziki-kimyəvi xarakteristikalarını təhlil edərkən məlum olmuşdur ki, onlar bir-birindən tamamilə fərqlənirlər. Azərbaycan neftləri bitumla aşağı doymuşluq həddinə, yüksək sulaşmaya, süxurlara az nüfuzetmə qabiliyyətinə və yüksək reofiziki-kimyəvi xassələrə malik olmaları ilə digər neftlərdən fərqlənir. Buradan belə nəticə hasil olunur ki, Azərbaycan, Rusiya Federasiyası, Kanada, Venesuela və digər yataqlarından çıxarılan yüksək özlülüklü neftləri yeni texnologiyaların tətbiqi ilə istismar etmək üçün onların faza tərkibi hökmən nəzərə alınmalıdır.

Ağır neftlərin (AN) və bitumlaşmış neftlərin (BN) nəqli prosesində meydana çıxan bir çox problemlər onların aşağı stabilliliyə və asfalten çöküntülərinin yaranması ilə bağlıdır. AN və BN özlülüyünü aşağı salmaq üçün əsasən həlledicilərdən-qaz kondensatlarından, yüngül neftlərdən, benzin, kerosin fraksiyalarından istifadə olunur ki, bu da komponent qarışıqlarının "bir araya sığmazlığına" şərait yarada bilər. Dispers sistemlərin bir-birində həll olmasının pisləşməsi davamlılığın azalmasına, asfalten çöküntülərinin əmələ gəlməsinə, sıxlığın və özlülüyün (davamlı dispers sistemlərin hidrodinamik faktoru) aşağı düşməsinə gətirir ki, bu da neftin keyfiyyətinin aşağı düşməsinə səbəb olur. Proses zamanı

faza çevrilməsi nəticəsində bərk hissəciklərin, qatılaşmış asfaltenli kolloidlərə keçməsi aşağıdakı sxem üzrə baş verir: nanokolloidlər → →flokuliyasiya olunmuş nanokolloidlər →flokuliyasiya olunmuş asfalten hissəcikləri. Bu halda faza sərhədlərində sistemin sedimentasiyaya davamlılığının aşağı düşməsi müşahidə oluna bilər. Azparafınli neftlərdə asfaltenlər yüksək özlülüyün yaranmasında əsas rol oynayır, belə ki, asfaltenin və qatranın miqdarı çox olan hallarda hissəciklərin aqreqasiya prosesi sürətlənir və bu da özlülüyün sıçrayışla artmasına səbəb olur.

Məlum olduğu kimi AN və BN-in reoloji xassələrinin yaxşılaşdırılması və təbəqələşməsinin qarşısının alınması üçün sintetik səthi aktiv maddələrdən (SAM)-polizobutilensuksinimidlərdən, alkilfenollardan, etoksilləşmiş nonilfenollardan, alkilbenzolsulfoturşulardan, yağ turşularından, aminlərdən və s. istifadə edilir. SAM-ın polyar molekul qrupu ilə asfaltenlərin molekul qrupları arasında turşu-əsas qarşılıqlı təsir mexanizmi üzrə, hidrogen rabitəsinin yaranması hesabına SAM-ın qeyri-polyar molekuluları asfaltenlərin aqreqatları ətrafında sferik bulud formalaşır və nəticədə aqreqat hallarının dəyişməsinin qarşısı alınır ki, bu da çökmə prosesinin zəifləməsinə və neftin özlülüyünün aşağı düşməsinə səbəb olur. İşdə göstərilmişdir ki, neftlərin özlülüyünün aşağı salınması üçün asfalten fraksiyalarının aqreqatlaşmasının qarşısının alınması əsas şərt kimi qəbul edilməlidir.

Qatran və asfaltenlərin faza çevrilməsinə uğraması, aqreqatların ölçüləri və quruluşlarının neftlərin reologiyasına təsiri haqqında tədqiqatlara ədəbiyyatda çox az rast gəlinir. Ona görə də AN və BN reologiyasının öyrənilməsi istiqamətdə aparılan elmi tədqiqat işləri neft sənayesində həllini tapmayan bir çox məsələlərin həll olmasına stimül yarada bilər. Təhlillərə əsasən mövcud mürəkkəb şəraitdə neftli dispers sistemlərdə komponentlər nisbətini tənzimləmək üçün molekulyar səviyyədə və solvat təbəqəsində mexaniki möhkəmliyi və davamlılığı dəyişmək lazımdır.

Müəyyən olunmuşdur ki, neftlərin reoloji xassələrinin qatran-asfalten-parafinin miqdarından görə tənzimlənməsi üçün istifadə edilən kimyəvi reagentlər haqqında məlumat elmi tədqiqat işlərində

yox səviyyəsindədir. Kimyəvi reagentlərin neftlərin reoloji xassələrini yaxşılaşdırması reagentlərdəki müxtəlif funksional qrupların təsiri nəzəri olaraq əsaslandırılrsa da bu istehsalatda özünü doğrultmamışdır. Bir sıra xarici ölkələrdə neftlərin hasilatı nəqli və saxlanması zamanı reoloji xassələri tənzimləmək üçün R-140, GY-3, ДАНОКС-501, ДМН-2005, СНПХ, РК və АР-174 kimi kimyəvi reagentlərdən istifadə olunsada onlar neftlərin qarışması zamanı arzuolunmaz hallar yaratması səbəbindən iqtisadi cəhətdən səmərəsiz hesab edilir. Azərbaycan və MDB dövlətlərində yüksəközlüklü və ağır neftlərin hasilatı, nəqli və saxlanması proseslərində ortaya çıxan çətinliklərin aradan qaldırılması istiqamətində aparılmış tədqiqat işləri demək olar ki, yox səviyyəsindədir. Neft və neft məhsullarının nəqli zamanı qatran-asfaltlar-parafin birləşmələrinin əmələ gətirdiyi arzuolunmazlıqlar onların fraksiya tərkibindən asılı olub rastlaşdıqları kavitasiya zonalarında baş verdiyi deyilsə də səbəbləri həllini tapmamış məsələlərdən olduğu müəyyən edilmişdir. Həmçinin neft və neft məhsullarının ardıcıl nəqlinin monitorinqinə yeni laborator və texnoloji üsulların tətbiqinin aktuallığı müəyyən olmuşdur.

İşin ikinci fəslində neft məhsullarının kompaundlaşdırılmasının qanunauyğunluqları və onların ardıcıl nəqlinin reoloji fiziki-kimyəvi əsaslarının işlənməsi məsələsinə baxılmışdır. Təhlil göstərir ki, yüksək TAN (ümumi turşu ədədi göstəricisinə) malik neftlərin hər barrelində nəqlinə əlavə olaraq 1,15-10,73 dollar xərclənir, iqtisadi gəliri isə 43,5-63,7 dollar/barrel intervalında olur. İstehsalçılar az xərc sərf etməklə, sintetik neft alaraq neftin fiziki-kimyəvi xassələrini yaxşılaşdıraraq, neft emalı zavodlarında qiymətli neft distillatlarını almasına nail olurlar.

Məlumdur ki, keyfiyyət parametrləri neftlərin bazar qiymətini müəyyən edir. Sıxlıq, ümumi turşu ədədi və kükürdün miqdarı API xüsusi çəkisi yüngül neftlərlə (yüksək API, aşağı sıxlıq) ağır neftlər (aşağı API, yüksək sıxlıq) arasında dəyişir. Neft və neft məhsullarının əsas keyfiyyət göstəricilərinin müasir tələblərə uyğunlaşdırılması məqsədi ilə istifadə olunan standartlar və analiz metodlarının nəql zamanı monitorinqlərin aparılması əsas şərtlərdən biridir. Əksər neft emalı zavodları, onlara lazım olan xammal tələbatının effektiv

ödənilməsi baxımından layihələndirilsə də hazırda onların istehsal gücü xeyli aşağı düşmüşdür. Bunun əsas səbəbi yanacağa olan tələbatın sərtləşməsi və zavodların istehsal parametrlərinin ekoloji tələblərə cavab verməməsidir. Onların çoxu az kükürlü, yüngül neftlərin istehsalı üçün nəzərdə tutulmuşdur. Məhdud sayda zavodlar var ki, kükürlü, ağır neftlərin istehsalı üçün layihələndirilmişdir. Onların xammalla düzgün təminatı üçün neftlərin qarışdırılması zamanı onların keyfiyyət bankının monitorinqinin mövcud standartlara uyğun aparılması vacib şərtlərdən olub, neft sənayesində məqsədli neft məhsullarının alınmasında və ətraf mühitin qorunmasında böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Neftlərin və neft məhsullarının reofiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi zamanı da onların keyfiyyət göstəricilərinin müvafiq standartlarla cavab verməsi əsas şərtlərdən biridir. Bu baxımdan dissertasiya işinin bu fəslində neftlərin və neft məhsullarının keyfiyyət göstəriciləri müasir üsullarla tədqiq edilmişdir. Bir qayda olaraq qiymətli, şəffaf neft məhsulları ilə zəngin neft, ağır qeyri-standart və aşağı keyfiyyətli neftlə qarışdırılıb istehsala göndərilir. Burada məqsəd aşağı keyfiyyətli neftləri minimum xərc sərf etməklə istifadəçiyə çatdırmaq və maya dəyəri aşağı salmaqdır. Müasir mülkü və hərbi aviasiya hava-reaktiv mühərriklərinin yanacaqlarının keyfiyyət bankının qorunub saxlanması və nəqli böyük əhəmiyyət kəsb edir. Beləki, yanacaq istehsaldan çıxdıqdan sonra bir başa çənlərə vurulmalıdır ki, ətraf mühit yanacağın keyfiyyətinə böyük təsir göstərməsin.

İşdə GOCT 10227-82-nin tələblərinə uyğun olaraq Azərbaycan neftlərindən alınan TC-1 yanacaq (kerosin) fraksiyasının analizləri aparılmışdır və analizin nəticələri göstərir ki, bu cür yanacaq fraksiyaları yanacaq kimi istifadə edilməsi üçün müvafiq texnoloji proseslərdən keçirilməlidir. Özlüyündə TC-1 yanacaq fraksiyası güclü həlledici olaraq çətin həll olan neft məhsullarının nəqlində və resurslarının artırılmasında əvəz olunmazdır. Neft sənayesində nəql prosesində çətinlik yaradan məhsullardan biri də bitumdur. Bitumların nəqli və saxlanması, ISO 9001, ISO 14001, EN 12591, EN 14023, EN 13108-21, EN 1426, EN ISO 4259, GOCT 22245-90, GOCT 11955-82, EN 12697-1 və OHSAS 18001 beynəlxalq

standartlar ilə tənzimləndiyindən bu fəsilə bitumun fiziki-kimyəvi xarakteristikalarının analizi ГОСТ 11955-82 (40/70) və EN 12591-2009 (50/70) uyğun olaraq aparılmışdır və göstərilmişdir ki, bu cür bitumun sənayedə tətbiqi böyük iqtisadi səmərə verə bilər. Belə bitumun TC-1 markalı kerosin fraksiyası ilə müvafiq standartlara uyğun qarışığı yanacaq resurslarının inkişafına böyük təkan vermiş olar. Bunu nəzərə alaraq, işdə Azərbaycan neftlərindən alınmış TC-1 markalı kerosin fraksiyası ilə 50/70-markalı bitum qarışığından alınmış kompaundun reofiziki- kimyəvi xassələri tədqiq edilmişdir.

Kompaundlar iki mərhələdə alınmışdır, birinci mərhələdə 50/70-markalı bitumun üzərinə, TC-1 markalı kerosin fraksiyasına əlavə edilmişdir, ikinci mərhələdə 50/70-markalı bitumun 90 °C qızdırılaraq TC-1 markalı kerosin fraksiyasının üzərinə əlavə edilərək laborator tədqiqatlar aparılmışdır (cədvəl 1, 2). Eksperimentlərin nəticələri göstərmişdir ki, birinci mərhələdə çöküntünün əmələ gəlməsi tədricən, ikinci halda isə əlavə edilən ilk qatlıqda kiçik kolloid hissəciklər qatran-asfaltın nanofazalarının sərhədində əmələ gəlməsi müşahidə edilir.

Cədvəl 1

TC-1 markalı kerosinin və 50/70-markalı bitumun müxtəlif qarışıqlarının fiziki-kimyəvi analizlərin nəticələri

1-ci mərhələ Göstəricilər	50/70-markalı bitumun kütlə miqdarı								
	0,01	0,02	0,04	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
150 °C-də sta. şər. termo. st. 100 sm ³ yan. çök. qat. mq-la. ГОСТ 11802.	39	73	131	162	207	298	586	775	963

Alınmış nəticələrinə əsaslanaraq müxtəlif neft məhsullarının qarışması zaman alınacaq nəticələr haqqında qabaqcadan tövsiyələr vermək mümkündür. Bitum kerosin qarışığında bir çox parametrlərin dəyişməsi anomallıqlarla müşahidə olunur. Sıxlıq parametridə bu

cür anomallığın müşahidə olunması kütlənin stabil qalması, quruluşun dəyişilməsi ilə izah olunur.

Bitumun kerosində yaxşı həll olması, TC-1 yanacaq fraksiyasında aromatik karbohidrogenlərin miqdarının çox, bərk parafin karbohidrogenlərin miqdarının isə hiss olunmaz səviyyədə olması ilə yeni oxşar mayelərin biri-birində yaxşı həll olması ilə (məhlullar nəzəriyyəsi) əlaqələndirmək olar.

Cədvəl 2

TC-1 markalı kerosinin və 50/70-markalı Bitumun müxtəlif qarışıqlarının fiziki-kimyəvi analizlərin nəticələri

2-ci mərhələ Göstəricilər	TC-1 markalı kerosinin kütlə miqdarı								
	0,01	0,02	0,04	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
150 °C-də Statik şər., term. stab. 100 sm ³ yan. çök. qat, mq-la. ГОСТ 11802	1618	1596	1577	1567	1509	1457	1413	1364	1326

Belə proseslər neft məhsullarının nəqli zaman, xüsusilə ardıcıl nəql zamanı tez-tez baş verir ki, bu da böyük texniki problemlərin ortaya çıxması ilə nəticələnir. Ardıcıl nəqlin üstünlüyü, müxtəlif neft məhsullarının eyni boru kəməri vasitəsilə nəql edilməsində, mənfə cəhəti isə iki məhsulun təmas zonasında qarışıq əmələ gəlməsindədir. Təcrübələr göstərir ki, laminar axın rejiminə nisbətən, turbulent axın rejimində qarışıqın miqdarı az olur. Neft emalı zavodlarında olan texnoloji kəmərlərlə bitumdan sonra kerosin fraksiyasının nəql olunması bitumun təmizlənməsi və əksinə, kerosin fraksiyası nəql olunan kəmərlə bitumun nəqli zamanı isə texnoloji problemlərin ortaya çıxması ilə müşahidə olunur.

Ardıcıl nəql zamanı əmələ gələn qarışıqın miqdarının təyin edilməsi, son məntəqədə qəbulu və ondan istifadə edilməsi əsas məsələlərdəndir. TC-1 markalı kerosinlə 50/70-markalı bitumun müxtəlif nisbətlərdə qarışıqlarının fiziki-kimyəvi analizlərinin nəticələri göstərmişdir ki, bu cür qarışıqları mövcud standartlar çərçivəsində

yanacaq kimi istifadə etməklə onların resurslarının artırılması mümkündür. Bu fəsilə mazut-su qarışığının nəqlinin effektivliyinin reofiziki-kimyəvi qanunauyğunluqların öyrənilməsi məsələsinə də baxılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, mazutun aşağı özlülüklü maye (su) ilə birlikdə boru kəmərilə nəqli, boru divarının səthində aşağı özlülüklü mayenin əmələ gətirdiyi davamlı dairəvi maye həlqəsi hesabına baş verir. Bu zaman mazut boru kəmərinə elə verilir ki, əmələ gəlmiş aşağı özlülüklü maye həlqəsi, yüksək özlülüklü mayenin hərəkətini təmin edir.

Borunun buraxma qabiliyyətinin (axın sürətinin) artması, divar səthində əmələ gələn dairəvi həlqənin qalınlığının artması, ümumi axında isə mazutun miqdarının azalması hesabına baş verir. Ona görə də, aşağı özlülüyə malik mayenin həcmi 40-45 %-dən çox artırmaq, divar səthində əmələ gələn layın miqdarı isə 10 %-i aşması məsləhət görülmür ki, bu da nəqlin iqtisadi səmərəliliyini təmin edir.

Temperaturun artması ilə özlülüynün ani aşağı düşməsi müşahidə edilmişdir. Eksperimentin aparıldığı bütün temperaturalarda 5% -10% sulaşmada mazutun özlülüynünün artması müşahidə edilir 30 və 40 °C temperaturda, suyun miqdarı və sulaşma 15% olduqda özlülük azalmağa, 60 və 80 °C-də isə yenidən artmağa başlayır. Yalnız, 20 % sulaşmada və 60, 80 °C-temperaturalarda özlülük yenidən aşağı düşməyə başlayır. 20-25 % sulaşmada bütün temperaturalarında özlülük praktik olaraq dəyişməmişdir. Deyilənlərdən belə nəticəyə gəlmək olar ki, 10-15 % sulaşma intervalında mazutun reoloji xassələri dəyişmiş olur və mazutun nəqlinin effektivliyi artır. Beləliklə bütün analizlərin nəticələrinə əsaslanaraq söyləmək olar ki, mazutun boru kəmərilə nəqlinin effektivliyinin artırılması üçün, aşağı özlülüklü maye kimi suyun seçilməsi məqsədəuyğundur. Qeyd etmək lazımdır ki, nəql üçün seçilən mazutun fiziki-kimyəvi və reoloji parametrləri ilkin olaraq laboratoriya şəraitində, müvafiq ГОСТ və ASTM standartlarına uyğun aparılmışdır. İşdə mazutların nəqli zamanı sıxlıq, kinematik özlülük, qatran və asfaltenlərin miqdarı kimi parametrləri nəzərə alınmaqla riyazi modellərin alınmasının mümkünlüyü də göstərilmişdir.

Anomal özlülüyə malik mazutların iqtisadi cəhətdən səmərəli nəql üsullarından biri də, onların aşağı özlülüklü neftlərlə qarışdırılaraq nəqlidir. Aşağı özlülüklü neftlərlə qarışdırılmış mazutu bir məntəqədən digər məntəqəyə nəql etmək üçün istifadə olunan bu texnologiya həm neftin, həm də mazut-neft qarışığının nəqli üçün heç bir texniki təhlükə yaratmır. Nəticə etibarlı ilə aşağı özlülüklü neft mazutun reofiziki-kimyəvi xassələrini yaxşılaşdıraraq onun əsas göstəricisi olan özlülüğü aşağı salır. Özlülüğün düzgün təyini yalnız laboratoriya şəraitində mümkündür. Özlülüğün qiymətinin təyini üçün ən dəqiq nəticə kinematik üsulla təyin olunmuş nəticələndir ki, bu cür üsulla təyin edilmiş nəticələr, mazutun boru kəməri ilə nəqlini düzgün tənzimlənməsi üçün dəqiq diaqnostik məlumatlar verə bilər. Eksperimental tədqiqatlar üçün müxtəlif nisbətlərdə neft-mazut qarışıqları müxtəlif temperaturalarda 30 dəqiqə müddətində Ultra-Tyrrax T 25 qurğusunda alınmış və özlülükləri təyin edilmişdir.

Qarışıq hazırlamaq üçün götürülmüş mazutun miqdarı 5, 10, 20, 25, 30, 40 və 90 % (kütlə) olmuşdur. Mazut-neft qarışığının özlülüğünün temperaturdan asılılıq əyriləri şəkil 1-də verilmişdir. Qrafikdən görüldüyü kimi mazutun aşağı özlülüklü neftlə qarışması nəticəsində özlülük aşağı düşür. Özlülüğün dəyişməsinə baxmayaraq mazutun optimal qarışma həddi 20 %-ə qədər olduqda reoloji parametrlər yaxşılaşır. Neftin 20-50 % intervalında özlülüğün azalması müşahidə olunsada nəql zamanı texniki problemlərin yaranması istisna deyil. Additivlik üsulu ilə hesablanmış nəticələr eksperimental nəticələrlə uyğunluq təşkil etmir. Bütün bunlar göstərir ki, mazut-neft qarışığı boru kəməri ilə nəqlə verilməzdən qabaq onların reofiziki-kimyəvi xassələri laboratoriyada tədqiq edilməlidir.

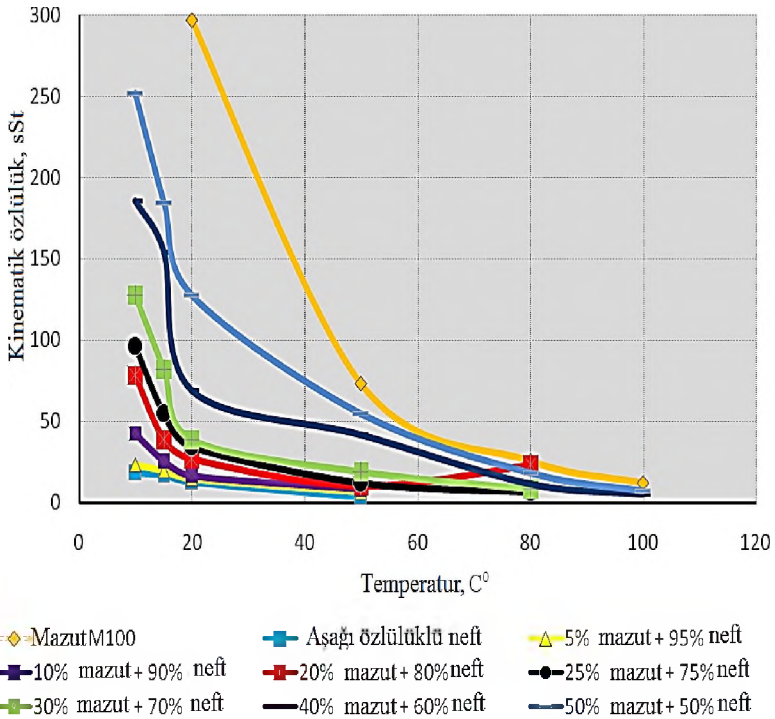
Mazut-neft qarışıqları hazırlanan zaman, qarışdırılan mazutun markalarının neftlərin keyfiyyət bankına uyğun seçilməsi əsas şərt kimi göstərilmişdir.

İşdə ardıcıl nəql zamanı neft məhsullarının fiziki-kimyəvi xassələrinin qarışma nisbətindən asılı olaraq dəyişməsi tədqiq edilmiş və bütün hallarda ayırıcı tıxaclar üçün bufer neft məhsulları seçən zaman, ardıcıl nəql olunan partiyaların fraksiyalarına uyğun ümumi karbohidrogenlər seçilməsi tələbi irəli sürülmüşdür.

Tədqiqat işində, neft və neft məhsulları mürəkkəb üzvi birləşmələr qarışığından, əsasən, parafin, qatran, asfalten, naften turşuları və aromatik karbohidrogenlərindən ibarət olduunu nəzərə alaraq onların hər birinin müvafiq standartlarla təhlili aparılmışdır. Göstərilmişdir ki, özlülüyü yüksək olan yanacaqlar ikinci emal məhsulları ilə zəngin olur. Həmin fraksiyalar poliaromatik karbohidrogenlərin, qatranların və asfaltenlərin yüksək miqdarı ilə xarakterizə olunmalıdır. Belə ki, dizel və qazturbın yanacaqlarında qatran asfalten qarışığının miqdarı az, DY motor yanacağında və F5 və F12 markalı mazutda onların miqdarı 50 %-ə qədər olmalıdır. Yanacağın kimyəvi tərkibinə əsasən onu təşkil edən metan C_nH_{2n+2} , naften C_nH_{2n} və aromatik C_nH_{2n-6} karbohidrogenlər daxildir. Bu karbohidrogenlərin xassələri bütün kimyəvi birləşmələrdə olduğu kimi onları təşkil edən molekulların quruluşundan, sıxlığından asılı olub, sıxlıqları, özlülüyü və qaynama temperaturları bu faktorlara mütənasib olaraq artması müəyyən olmuşdur. Yüngül distillatların molekulları 13-17, ağır distillatlarınkı 18-27, qalıq məhsullarınkı 28-70 karbon atomundan təşkil olunmasını nəzər alaraq, adıcı nəql zamanı yanacağın tərkibinin nəzərə alınmasının vacibliyi göstərilmişdir. Neftlərin əsas üç karbohidrogen siniflərinin miqdarından asılı olaraq, metan-naften, naften-aromatik və aromatik növlərə bölündüyünü nəzərə alaraq, yanacağın kimyəvi tərkibindən onun alınmasından istifadə olunmuş neftin görünüşündən nəql zamanı nəzərə alınması işdə öz əksini tapmışdır. Yerli xammalda yüksəkmolekullu birləşmələrin miqdarı çox olduğundan, ondan alınmış neft məhsullarında qatranın miqdarı 25 %-ə çatır. İşdə motor yanacaqlarının qrup şəkilində kimyəvi tərkibi, onların xassələrini müəyyən edilməsi göstərilmişdir. Yanacaqda parafinlərin olması, onların yanma qabiliyyətinin yaxşılaşmasına, özlülüklərinin artmasına, yüksək yanma istiliyinə, az tüstülənməyə, aşağı temperaturlarda isə filterlərin tutulmasına səbəb olması müəyyən olmuşdur. Tərkibində böyük miqdarda oksidləşmiş aromatik karbohidrogen birləşmələri olan yanacaqlar isə həddən artıq aşağı yanma temperaturuna, tüstülənməyə və aşağı yanma istiliyinə malik olduğu göstərilmişdir. Onların tərkibində parafin karbohidrogenlərinin miqdarı az, karbon və hidrogen nisbətində malik

aromatik-naften karbohidrogenləri və bərk karbohidrogenlərin miqdarı yüksək olduğu üçün yanacağın keyfiyyətinin pisləşməsinə səbəb olduğu göstərilmişdir.

Azərbaycan neftlərindən alınmış, GOCT 10227- 86 tələbinə uyğun TC–1 kerosin yanacağının GOCT 2084-77 tələbinə uyğun A - 76 benzinin fiziki-kimyəvi göstəriciləri, neft məhsulları qarışığının əsas göstəriciləri GOCT-un tələblərinə uyğun tədqiq edilmiş və nətic-



Şəkil 1. Müxtəlif qarışıqların kinematik özlülüynün temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi

ələri cədvəl 3-də verilmişdir. Laboratoriya şəraitində alınmış bütün nəticələr, yolverilən xəta çərçivəsində olmuşdur.

Cədvəl 3

TC-1 və A-76 neft məhsullarının müxtəlif qarışıqlarının fiziki-kimyəvi analizlərin nəticələri

Göstəricilər		A-76 benzinin kütlə miqdarı												
		0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,1	0,4	0,6	0,8	0,9	0,95	0,99
Qaynama tem- peraturı, °S	başlanğıc	147	145	144	142	140	132	101	79	79	57	48	43	39
	10 %-li distilla	161	159	156	155	154	145	114	98	98	84	77	73	69
	50 %-li distilla	183	181	179	177	175	163	152	148	148	121	117	115	111
	90 %-li distilla	223	223	222	221	220	215	195	191	191	180	178	176	173
Qapalı putada alışıma tem. °C		35	33	30	29	26	22	Analizin aparılması təhlükəlidir						
Saxlıq 20 °C, kq/m ³		789,5	789,1	788,7	788,2	787,6	786,9	785,1	774,3	785,5	785,1	756,4	755,8	754,7
Kinematik özlülük 20 °C, sSt		1,501	1,484	1,467	1,451	1,442	1,434	1,401	1,114	1,411	1,401	0,629	0,590	0,559
Turşuluq, mq KOH, 100 sm ³ yanacaqda		0,42	0,43	0,45	0,47	0,50	0,52	0,56	0,59	0,65	0,78	0,82	0,91	0,96
Faktiki qatranların miq-darı mq 100 sm ³ yanacaqda		0,384	0,383	0,381	0,379	0,376	0,371	0,369	0,344	0,325	0,301	0,258	0,243	0,235
Mıs lövhədə sınaq 100 °C- də		Dava mlı	Dav.	Dav.	Dav.	Dav.	Dav.	Dav.	Dav.	Dav.	Dav.	Dav.	Dav.	Dav.
Kristallaşmanın başlan-ğıc temperaturu, °C		- 68	- 68	- 68	- 68	- 68	- 68	- 68	- 68	- 68	- 68	- 68	- 68	- 68
Kükürdün ümumi miqdar, %		0,068	0,068	0,067	0,066	0,066	0,065	0,060	0,045	0,038	0,035	0,034	0,033	0,032
Merkaptanlı kükürdün miqdarı, %		0,002	0,002	0,001	0,001	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.
Hidrogen sulfidin miqdarı, %		His ol.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.
Dovmuş byxartəzviqi, kPa		21,4	21,6	23,1	23,3	23,9	26,4	28,6	35,8	38,7	40,5	41,9	42,2	43,6
Turşu və qələvinin suda həl olunması		H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.	H. O.
Aromatik karbohidrogen- lərin kütlə miqdarı, %-lə		16,0	16,2	16,4	16,6	16,8	17,0	17,4	18,6	19,4	20,2	21,0	21,6	22,0

TC-1 və A-76 neft məhsullarının qarışığında benzinin miqdarının (%-lə kütlə) sıxlıqdan, özlülükdən və fraksiya tərkibindən asılılıq əyriləri qurulmuşdur. Müyyən olunmuşdur ki, additivlik qaydası ilə aparılmış hesabat sıxlıq və fraksiya tərkibində özünü doğrultsa da, özlülük parametində bəzi hallarda kənarçıxmalar müşahidə edilir. Bu cür kənarçıxmalar böyük olarsa tədqiq olunan sistemin qurluşunun dağılması baş verə bilər. TC-1 markalı aviasiya kerosininə 5 %-ə qədər A-76 benzin fraksiyası əlavə edilən zaman, aviasiya kerosininin keyfiyyəti dəyişmişdir. Kerosinə 3 %-ə qədər A-76 benzin fraksiyası əlavə edilən zaman onların keyfiyyət tərkibinin tamamı ilə dəyişmədiklərini nəzərə alaraq fraksiyalar üçün ortaq bufer tıxacı müəyyən edilmişdir.

Neft məhsullarının ardıcıl nəqli zamanı istifadə olunan bufer tıxacı, hər iki məhsul üçün orta mövqeyə malik ümumi karbohidrogenlərdən təşkil olunmuşdur. Bu cür, neft məhsullarının ardıcıl nəqli zamanı yaranmış istehsalat çətinlikləri minimuma enir və əlavə avadanlıqların istifadəsinə ehtiyac qalmır. Nəql prosesini həyata keçirmək üçün nəql olunan neft məhsulunun həcmi hesablandıqdan sonra bufer məhlulunun təmas zonasına verilməsi üçün bir və ya iki boş çənin olması kifayət edir. Təklif edilmiş üsul ardıcıl nəql zamanı müxtəlif neft məhsullarının keyfiyyətinə xələl gətirmir. Bu da, bufer tıxacı məhsulunun, nəql olunan neft məhsulları ilə genetik oxşar olmasından irəli gəlmişdir.

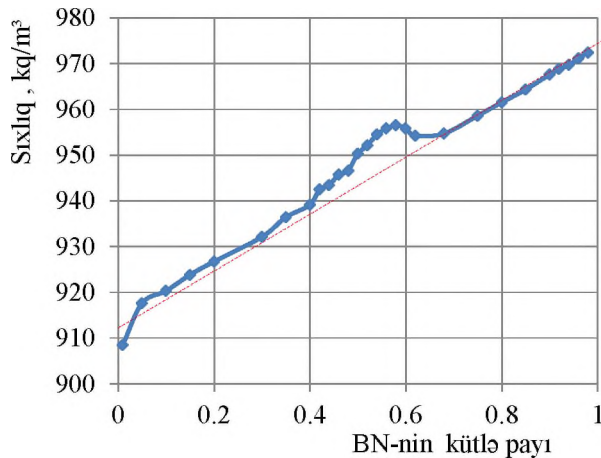
Dissertasiya işinin üçüncü fəslə neftlərin qarışmasının onların reoloji xüsusiyyətlərinə və keyfiyyət göstəricilərinə təsirinə həsr olunmuşdur. Neftlərin nəqli zamanı əsas problem yaranan amillərin, onların tərkibinə daxil olan mexaniki qarışıqların, duzların, qatran-asfalten-parafin karbohidrogenlərinin olduğu müəyyən edilmişdir. İstismar quyularından başlayaraq neftin hazırlanması məntəqələrində mədəndaxili texnoloji boru kəmərləri ilə əsasən çoxkomponentli, multifazlı heterogen sistemlərin nəqli prosesində məhsul zərərindən asılı olaraq daima öz fiziki-kimyəvi və reoloji xüsusiyyətləri ilə yanaşı, əmtəə keyfiyyətini də dəyişmiş olur. Məhz bu səbəbdən texnoloji boru kəmərləri sistemində baş verən texniki-texnoloji məsələlərin və mürəkkəbləşmələrin sayı daha da çox, həlli isə çətin olur. Digər tərəfdən, bu sistemlərin sulaşması ilə texnoloji çətinliklər

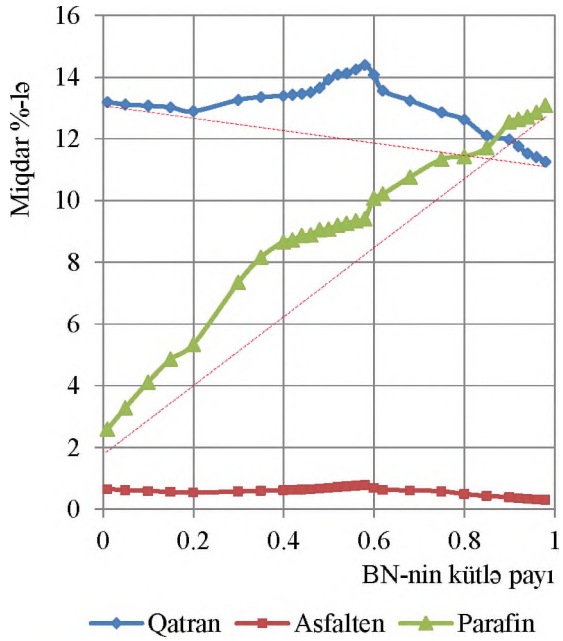
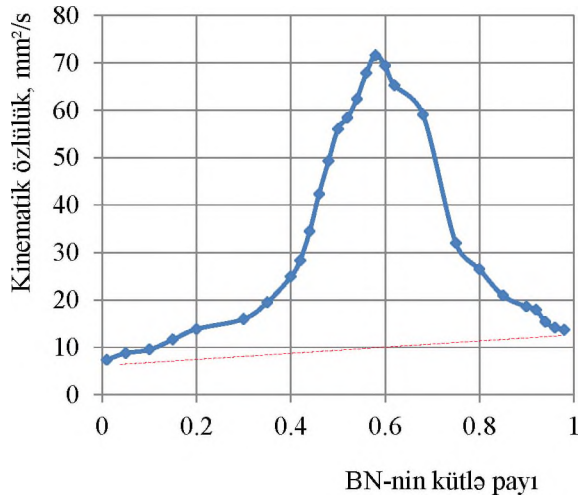
daha da artır. Məsələn mədən şəraitində yüksək özlülüklü və anomal sulaşmış neftlərin yığılması, hazırlanması və nəqli proseslərində çətinliklər ortaya çıxır ki, bu da enerji xərclərini xeyli artırır. Dünya praktikasından məlumdur ki, neftqazçıxarmada neft qarışıqlarının yığılması və nəqli həyata keçirən boru kəmərlərində makroskopik bərk fazanın çökməsi ilə tıxacların yaranması halları tez-tez baş verir.

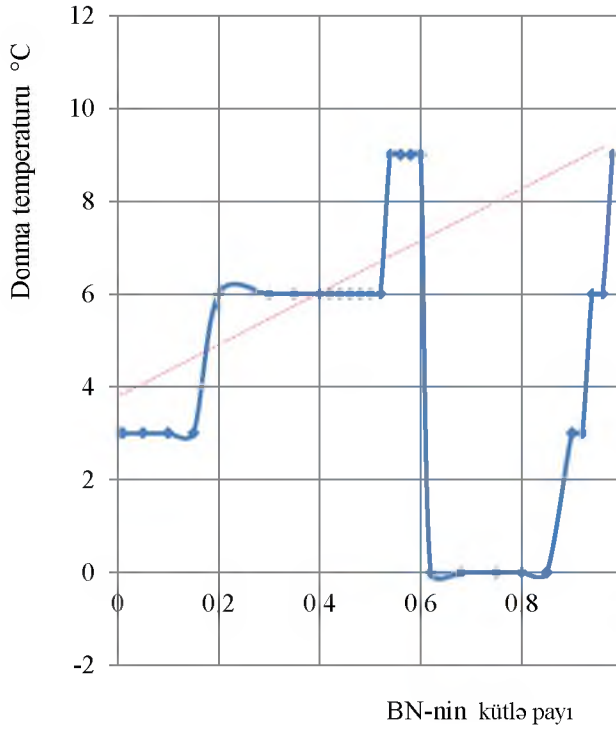
Azərbaycanda dəniz yataqlarından çıxarılan neftlər sualtı boru kəmərləri vasitəsi ilə neftin kompleks yığılması, hazırlanması və nəqli məntəqəsinə çatdırılır. Orada su və mexaniki qarışıqlardan ilkin təmizlənmə və deemulsasiya proseslərindən keçdikdən sonra nasoslar vasitəsi ilə sahildə yerləşən terminallara vurulur. İşdə neftlərin keyfiyyət göstəricilərinin boru kəmərləri ilə nəql prosesində də dəyişilməsinin baş verdiyi göstərilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, əksər hallarda bu hal kəmərlərin çirklənməsi ilə bağlı olur. Neft kəmərləri uzun müddət istismar olunduqda neftin tərkibində olan parafin, qatran, qum, gil və s. birləşmələr çökərək kəmərlərin divarlarında təbəqə və ya tıxacların yaranmasından, “ştatdan kənar kavitasiya” zonları əmələ gətirmiş olur. Kəmərləri qeyd olunan çirklənmələrdən təmizləmək üçün mexaniki, kimyəvi və digər üsullardan istifadə edilir. Buna baxmayaraq, onları tam təmizləmək bir çox hallarda mümkün olmur. Bütün yuxarıda sadalananlar aradan qaldırmaq üçün neftin tərkibinin dəqiq analizini və ona uyğun nəqlin tənzimlənməsinin monitorinqinin aparılması ilə həyata keçirilməsi məqsədə uyğun hesab edilmişdir.

Azərbaycan neftləri dünya bazarına əsasən, boru kəmərləri vasitəsilə nəql olunur. Azərbaycanın xarici şirkətlərə nəql etdiyi neftlər əsasən ASTM-in qoyduğu standartların tələblərinə cavab verən analizləri aparılır. GOCT və ASTM-ə görə aparılmış analizlərin nəticələri arasındakı xəta yolveriləbilən həddən çox olmamalıdır. Bu tələblərə cavab vermək üçün 2002-ci ildə GOCT və İSO kimi müxtəlif standartlarla analizlərin aparılmasına baxmayaraq, nəticələrin eyniliyi üçün GOCT P İSO 5725-2-2002 standartı qəbul etmişdir. İşdə, GOCT P İSO 5725-2-2002 standartlarına uyğun laboratoriya analizlərinin aparılması, nəqldə baş verən orbitraj məsələlərdə meydana çıxan çatışmazlıqların təcili aradan qaldırılmaq üçün, istifadəsinin vacibliyi göstərilmişdir.

Müxtəlif çeşidli reoloji mürəkkəb neftlərin bir-biri ilə və ya yüngül neftlə, o cümlədən həlledicilərlə qarışdırılaraq boru kəmərləri ilə nəqli zamanı baş verən bir sıra çətinliklərlə yanaşı, onların saxlanması, eləcə də təhvilə və qəbulu proseslərində disbalans hallarının “arzuolunmaz cütlüklərin” yaranmasından baş verildiyi müəyyənləşdirilmişdir. Bu işdə “Bulla”, “Siyəzən”, “Qaraçuxur” yataqlarından hasil olunan xam neftlərdən, “Ümid” yatağının kondensatından, A-76 benzin fraksiyası və DY-dizel yanacağı fraksiyasından istifadə edilməklə alınan qarışıqların reoloji xassələri öyrənilmişdir. Qarışıqlar üçün keyfiyyət göstəricilərinin qarışdırılan məhsulun kütlə payından asılı olaraq dəyişməsinə əks etdirən asılılıqlar uyğun olaraq şəkil 2-5-də göstərilmişdir. Şəkil 2-dən görüldüyü kimi, “Bulla” və “Qaraçuxur” neftlərinin qarışması zamanı qarışığın keyfiyyət göstəricilərinin birincisinin kütlə payından asılı olaraq dəyişməsinə additivlik qaydası ilə ifadə etmək mümkün deyil (şəkildə qırıq-qırıq xətlər additivliklə təyin olunmuş qiymətləri əks etdirir).



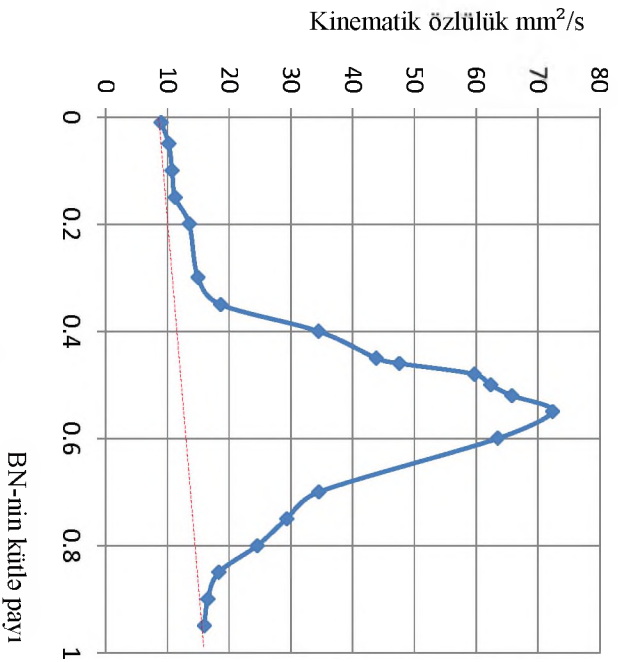
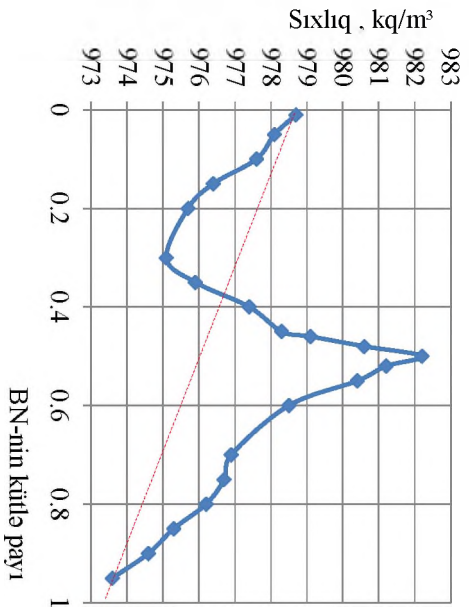


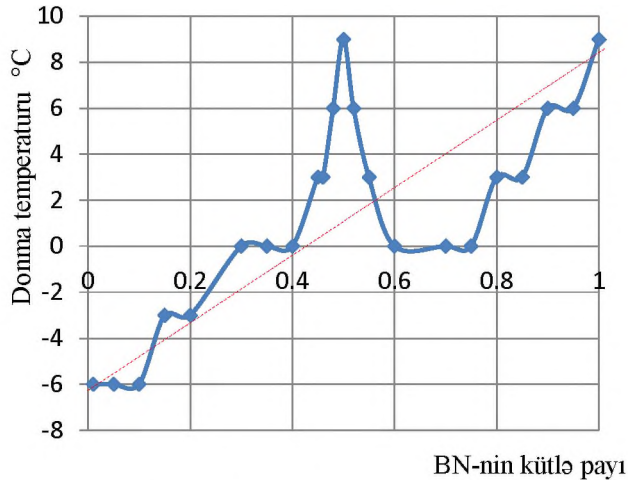
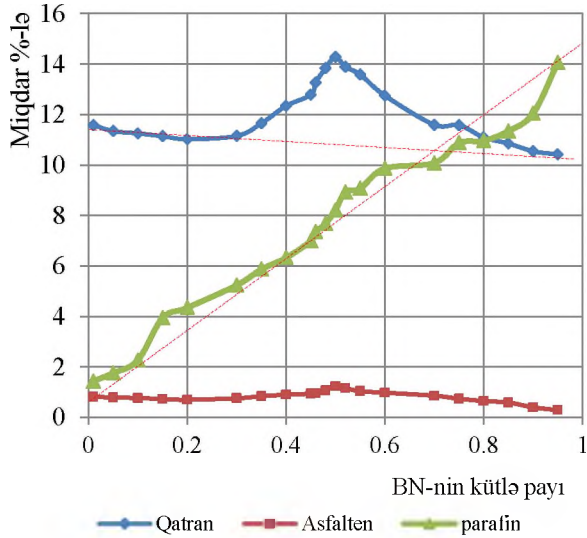


Şəkil 2. “Bulla” (BN) və “Qaraçuxur” (QN) neftlərinin qarışması

Keyfiyyət göstəricilərinin analoji olaraq dəyişməsi “Bulla” və “Siyəzən” neftlərinin qarışması zamanı, birincinin kütlə payından asılı olaraq da baş verildiyi müəyyənənmişdir (şəkil 3). Bu halda 50:50 % = “SN-BN” nisbətində demək olar ki, bütün göstəricilərin qiymətlərində anomal dəyişmələr baş verir.

İşdə həmçinin neft məhsullarının (A-76 benzini) dizel yanacağı ilə (DY) müxtəlif nisbətlərdə qarışması zamanı alınan qarışıqlar tədqiq edilmiş və qarışma amilinin məhsulun keyfiyyət göstəricilərinə təsiri öyrənilmişdir (şəkil 4).

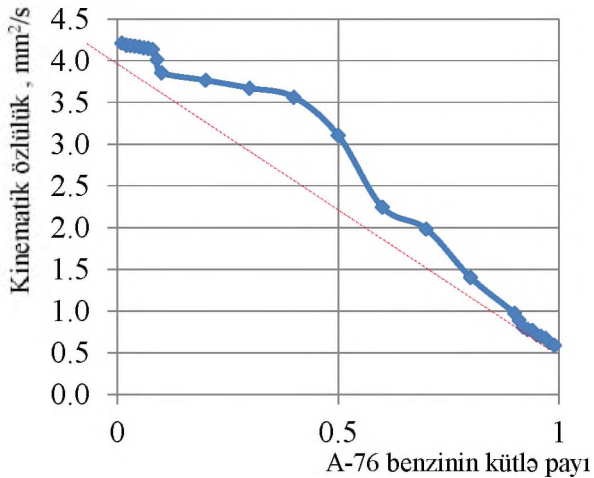
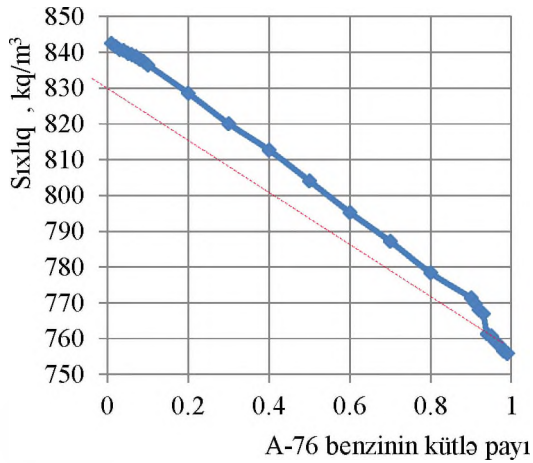


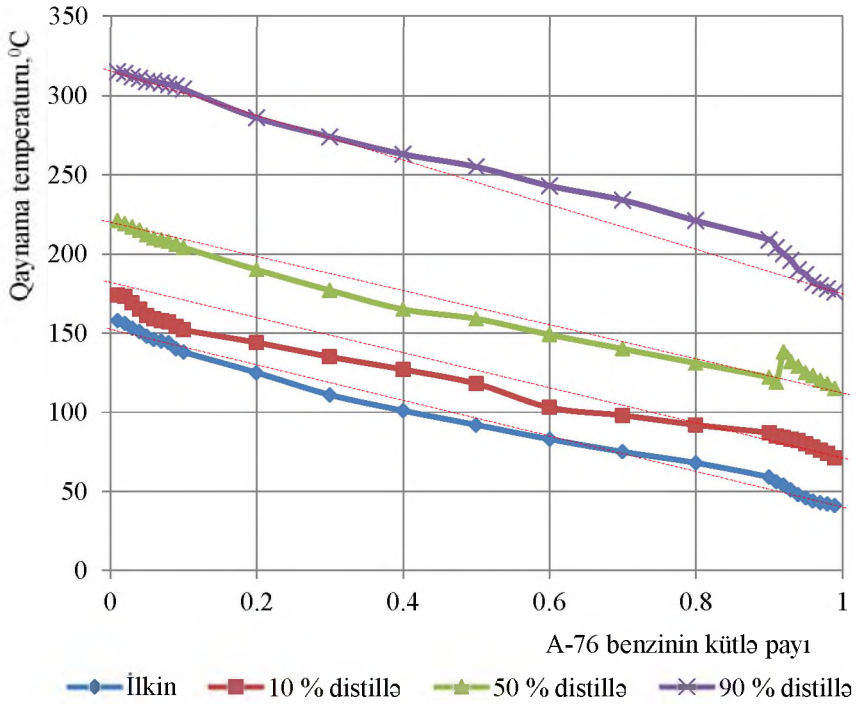


Şəkil 3. “Bulla”(BN) və “Siyəzən”(SN) neftlərinin qarışması

Şəkildən görüldüyü kimi, bütün hallarda qarışıqlar üçün təcrübi olaraq təyin edilən parametrlərin (sıxlıq, özlülük və fraksiya tərkibi) qiymətlərində anomallıq müşahidə olunmasa da, bu qiymətlər additivlik qaydasına görə hesablanmış qiymətlərdən xeyli fərqlənir.

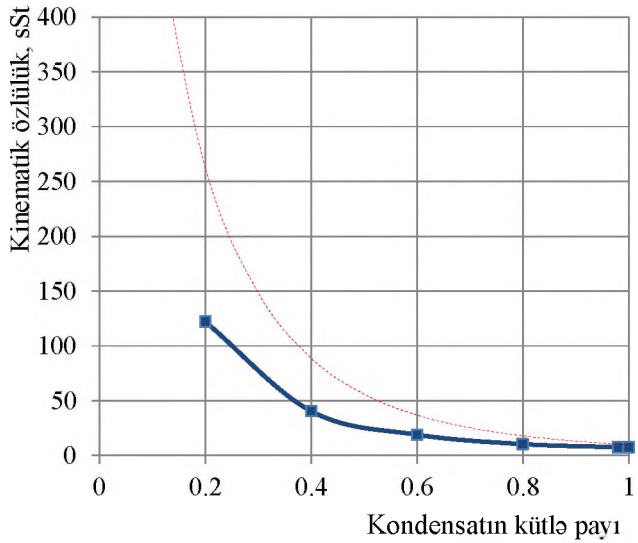
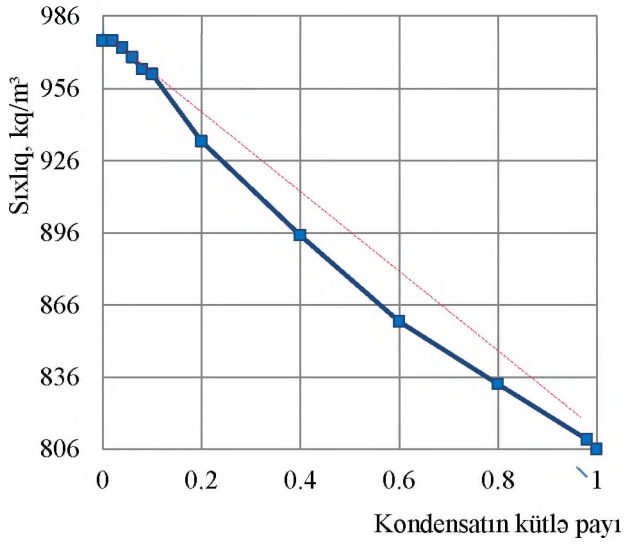
Bu halda sıxlıq üçün ən böyük fərq “DY-(A-76)” qarışığının 10:90 %, özlülük üçün isə 60:40 % nisbətində baş verir. Benzin-dizel yanacağı qarışığının fraksiya tərkibinin dəyişməsi də analogi olaraq qeyd olunan nisbətlərdə müşahidə olunmuşdur. İşdə “Bulla” neftinin (89 №-li quyu) “Ümid” kondensatı ilə sonuncunun müxtəlif kütlə paylarında olan qarışıqlarının keyfiyyət göstəricilərinin analizi aparılmış və göstərilmişdir ki, sıxlıq, özlülük və donma temperaturu kimi parametrlərin additivlik qaydasına əsasən təyini yolverilməzdir.

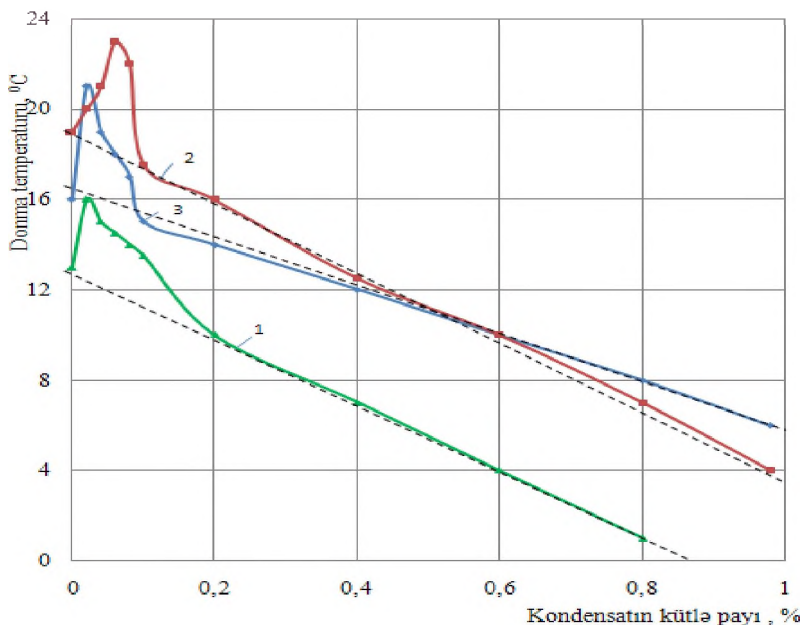




Şəkil 4. A-76 və DY (yay) neft məhsullarının qarışması

Neftlə kondensatın qarışdırılaraq boru kəməri ilə nəqli prosesi, özlülüynün xeyli azalması hesabına səmərəli hesab olunsada, kondensatın 10 %-dən aşağı qatılıqlarında qarışığın donma temperaturunun anomal artması bu qatılıqlarda qarışıqların arzuolunmaz olduğunu göstərir. Çünki bu zaman kəmərin işinin mürəkkəbləşməsi, hətta dayanması ehtimalının xeyli artması müyyən edilmişdir. Şəkil 5-dən görüldüyü kimi, sulaşma dərəcəsiəndən asılı olaraq neft-kondensat qarışığının donma temperaturu, kondensatın 20 %-dən çox qatılıq hallarında additivliyə əsasən xəyata yol verilmədən təyin edilə bilər və bu qarışıqlar additiv qarışıqlar kimi qəbul olunduğu göstərilmişdir.





Şəkil 5. Neft (“Bulla” yatağı, özül № 82, quyu 89) və kondensat (“Ümid yatağı”) qarışığının fiziki-kimyəvi xassələlərinin kondensatın kütlə payından asılılığı

İşdə Azərbaycan neftlərinin təmsalında müxtəlif neft qarışıqlarının keyfiyyət göstəricilərinin neftlərin ilkin xassələrindən və necə qarışmasından asılı olması da göstərilmişdir. Bir sıra hallarda neftlərin qarışması zamanı keyfiyyət göstəricilərinin anomal olaraq dəyişməsi, bəzi qarışıqların isə spesifik problemlər yaratması və ümumiyyətlə “arzuolunmaz” olması aşkar edilmişdir.

Bu cür qarışıqlara additivlik qaydasının tətbiq olunmasının yolverilməzliyi nəzərə alınmalı və rəşional qarışıqların alınması məqsədilə ilkin laboratoriya sınaqlarının aparılmasının zəruriliyi müəyyən olunmuşdur.

Neftlərin qarışdırılması zamanı onların reofiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərində baş verən anomallıqların təhlili aparılmışdır. Bəzi qarışdırılmaların “arzuolunmazlığı”, neftin çıxarılması, hazırlanması və nəqli kimi texnoloji proseslərdə ciddi problemlərin yaranması,

additivlik qaydasının tətbiq olunmasının yolverilməzliyi kimi problemlərin həlli yolları öyrənilmişdir. Azərbaycanın müxtəlif neftlərinin qarışdırılması ilə alınan qarışıqların reoloji və fiziki-kimyəvi xassələrinə qarışan neftlərin kimyəvi tərkiblərinin təsiri tədqiq olunmuşdur. Bulla (BN), Qaraçuxur (QN) və Muradxanlı neftlərin qarışması zamanı keyfiyyət göstəricilərinin qarışan neftlərin kütlə payından asılı olaraq necə dəyişməsinin qanunauyğunluqları öyrənilmişdir.

İşdə Bulla (BN), Qaraçuxur (QN) və Muradxanlı qarışıq (MQN) neftlərinin tərkibindəki metallar müasir ASTM D 5708 İnduktiv Plazma üsülü ilə təyin edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, BN, QN və MQN neftlərində uyğun olaraq V-0.87; 0.92; 1.57 mq/kq; Ni-1.78; 1.96; 3.51 mq/kq və Fe-4.43; 4.82; 8.16 mq/kq təşkil edir. Nəticələr və aparılmış elmi təhlillər göstərir ki, neftlərin tərkibindəki metalların (V, Ni, Fe və s.) mövcudluğu və onların oksidləşməsi neft qarışıqlarında anomal xüsusiyyətlərin meydana çıxmasının əsas səbəblərindən biri olub, qatran-asfalten-parafinin reoloji təsiri isə onların kütlə ilə miqdarlarından və quruluşundan asılıdır. Həmçinin neftlərin çıxarılması, nəqli və saxlanması proseslərində mürəkkəb quruluşlu birləşmələrin öz-özünə əmələ gəlməsinin elmi əsasları və onların neftlərin reoloji xassələrinə təsiri də öyrənilmişdir.

İşdə göstərilmişdir ki, nanotexnologiya ən çox molekulyar quruluşlu nanotexnologiyalara tətbiq edilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur, bu da əlavə enerji hesabına mexanomolekulyar təsir qüvvələri ilə müəyyən edilir. Mexanomolekulyar yanaşma xarici qüvvələr hesabına xüsusi qurğular vasitəsi ilə molekullara təsir göstərilməsi ilə xarakterizə olunur. Bu da onu göstərir ki, yaxın vaxtlarda neft qaz sənayesinə nanoquruluşlu birləşmələrin tətbiqi, mütəxəsislərin işini xeyli yaxşılaşdırılmasına səbəb ola bilər.

Nanotexnologiyanın əsas olan supramolekulyar kimya, xaricdən əlavə təsir olmadan öz-özünə quruluş sisteminin əmələ gəlməsinə əsaslanmasının nəzərə alaraq onun neft sənayesinə tətbiqi yüksək dərəcədə səmərəliliklərin əldə olmasına gətirib çıxar biləcəyində müəyyən edilmişdir. Hissəciklərin öz-özünə, mürəkkəb nanostruktur quruluşlu birləşmələr əmələ gətirməsi molekulların

quruluş xassəsindən asılı olaraq, sanki qabaqcadan proqramlaşdırılmışdır. Belə ki, nanoquruluşa malik sistemlərdə, makroskopik parametrlərə təsir göstərməklə yeni quruluşların əmələ gəlməsinə nail olmaq mümkündür (sistemin tərkib dəyişkənliyini buna misal göstərmək olar).

Müəyyən edilmişdir ki, neftlərin mədənlərdə qarışması zamanı, texnoloji boru kəmərləri ilə nəqli və toplanması zamanı onların bir-birilərilə qarşılıqlı təsir nəticəsində borularda müxtəlif tıxaclar yaranır. Belə hallarda sıxlıq, özlülük, donma temperaturu, və s. kimi vacib parametrlərdə anomal dəyişiklik müşahidə olunur. Ona görə də, neftlərin qarışdırılması zamanı, qarşılıqlı təsiri nəticəsində onların yolverilən optimal qatılıqlarda qarışdırılması əsas şərt kimi qəbul edilməlidir.

Bu səbəbdən istehsalatda neft və neft məhsullarının qarışdırılması prosesi həyata keçirilməzdən əvvəl qarışan neftlərin reofiziki-kimyəvi xassələri məqsədli şəkildə eksperimental olaraq təyin olunması tövsiyə edilmişdir. İşdə laboratoriya tədqiqatlarının nəticələrinə görə, müxtəlif neftlərin qarışdırılması üçün dəqiq empirik fomulların alınmasının mümkünlüyü göstərilmişdir. Həmçinin neftlərin və neft məhsullarının nəqli prosesində qarışma nəticəsində ortaya çıxan mürəkkəbləşmələrin əsası reoloji parametrlərdən çox keyfiyyət bankından asılı olduğu müəyyənləşdirilmiş və həlli yolu göstərilmişdir.

Dissertasiya işinin dördüncü fəsli yüksək özlülüklü neftlərin və onların qarışıqlarının nəqlin səmərəliliyinin artırılması üçün yeni texnologiya və innovativ üsulların işlənməsinə həsr edilmişdir. Sulaşma nəzərə alınmaqla neft-kondensat qarışıqlarının sıxlığının təyinin, eksperimental nəticələrə uyğun modelləşdirilməsi aparılmışdır. Neft kondensat qarışığı üçün sıxlıq additivlik qanununa tabe olur, ancaq bunu sulaşmış neftkondensat qarışığına şamil etmək olmaz, mədən şəraitində sulaşmanın sıxlığını təyin etmək çox çətinidir. Ona görə də, sıxlıq sulaşma dərəcəsi və kondensatın qarışıqda miqdarı nəzərə alınmaqla mövcud sistem üçün üçölçülü asılılıq $\beta_s = f(\rho_{qar}, \beta_K)$ öyrənilmiş və riyazi analizin köməyi ilə empirik ifadələr təklif edilmişdir.

Təklif olunmuş ifadələrə görə qarışıq üçün sıxlığın hesablanmış qiymətləri additivlik qaydasına görə hesablanmış nəticələrlə müqayisədə daha dəqiqdir və eksperimental üsulla alınmış nəticələrlə uyğunluq təşkil edir. Belə bir vəziyyətdə qarışıq üçün təyin olunmuş yolverilən orta xəta həddi 0,2 %-dən çox olmadığı göstərilmişdir.

Həmçinin işdə neftlərin reoloji xassələrinə əsasən onların tərkibində olan parafin, qatran və asfalten karbohidrogenlərinə müxtəlif kimyəvi reagentlərin təsiri də öyrənilmişdir. İlkin olaraq CHITX-2005 reagentinin fiziki-kimyəvi göstəriciləri oxşar olan, qatran və asfalten karbohidrogenlərinin miqdarı çox, parafin karbohidrogenlərinin miqdarı isə az olan yüksək özlülüklü Neftçala, Şirvan, Qarasu, Muradxanlı, Salyan, Səngəçal neftlərində təsiri yoxlanılmışdır. Tədqiqatlar rotasion vizkozimetrində (Reotest-2) dinamik özlülüklərin yoxlanılması ilə həyata keçirilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, CHITX-2005 reagenti Muradxanlı və Səngəçal neftlərinin və onların müxtəlif nisbətlərdə qarışıqlarının reologiyasına pis təsir göstərir və bu reagentin əmtəə neftlərinə tətbiqi yolverilməz hal kimi göstərilmişdir.

İşdə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye universitetinin “Neftin, Qazın Geotexnoloji Problemləri və Kimya” elmi tədqiqat institutunun “Kimyəvi sensorlar və reagentlər laboratoriyasında” ilk dəfə alınmış nanoquruluşlu koordinasiya polimer əsaslı kompozitlərin neftlərin reoloji xassələrinə təsiri də öyrənilmişdir. Təklif olunmuş reagentlər, nanoquruluşlu, məsaməli və laylı koordinasiya polimerlər olub öz-özünə konstruksiyalaşma və təşkil olunma ilə su-qeyrivalent emulsiya əmələgətirici kimi istifadə edilir ki, bu da karbohidrogen mühitinin kinematik özlülüyünü aşağı salmağa imkan yaradır. Eksperimentlər üçün 200 qram BAF-1 və BAF-2 reagentlərin qələviləşdirilmiş dizel fraksiyası tullantısında (QDFT) 1%-li məhlulu hazırlanmışdır. BAF-1 və BAF-2-in koordinasiya polimerlərin hər birindən 1 qram götürülərək 198 qram QDFT həll edilmişdir. Bu məhlul Muradxanlı qarışıq neftlərinin özlülüyünün aşağı salınması üçün tətbiq edilmişdir. Muradxanlı sahəsində götürülmüş xam neftin reofiziki-kimyəvi xarakteristikaları cədvəl 4-də verilmişdir.

Məlum olmuşdur ki, (cədvəl 5) neft nümunəsinə 20 ml 1 %-li kompozitin əlavəsindən sonra onun kinematik özlülüyü 50,43 mm²/san enir. 25, 30, 40 mm²/san kompozit əlavəsindən sonra kine-

matik özlülüyün qiyməti tədricən 43,37 mm²/san qiymətə qədər düşür və bundan sonra yeni fazanın əmələ gəlməsi müşahidə edilir. Yeni fa-

Cədvəl 4

Muradxanlı qarışıq neftlərin (əmtəə) reofiziki-kimyəvi xarakteriskaları

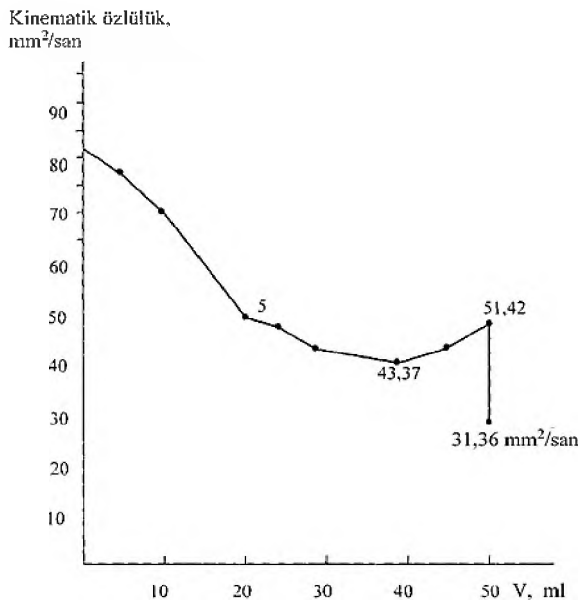
Reofiziki-kimyəvi göstəricilər	Qiymətləri	Analiz üsulları
Sıxlıq, kq/m ³	876,7	ГОСТ 3900
Kinematik özlülük, mm ² /san.	83,32	ГОСТ 33
Qatranın miqdarı, %	18,32	Xromotoqrafiya
Asfaltenin miqdarı, %	4,86	ГОСТ 11858
Parafinin miqdarı %,	6,21	ГОСТ 11851
Doymuş buxar təziyiqi, kPa	23,4	ГОСТ 1756
Donma temperaturu, °C	+9	ГОСТ 20287
Mexaniki qarışıqlar, %	0,0234	ГОСТ 6370
Duzların miqdarı, mq/l	47,3	ГОСТ 21553
Suyun miqdarı, %	0,15	ГОСТ Т 2477

zanın əmələ gəlməsilə neft nümunəsinin kinematik özlülüyü tədricən artaraq 50 ml kompozit əlavəsindən sonra 51,42 mm²/san qalxır.

Cədvəl 5

Neftin özlülüyünün kompozitin miqdarından aslı olaraq dəyişməsi

Kompozitin neft nümunəsindəki miqdarı, ml	Neftin kinematik özlülüyü, mm ² /san
-	83,32
5	78,91
10	72,18
20	50,43
25	48,69
30	45,22
40	43,37
45	46,21
50	51,42



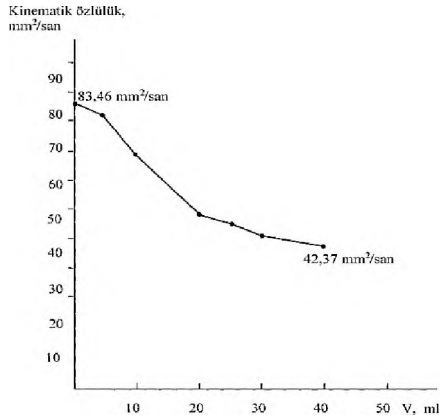
Şəkil 6. Özlülüyn kompozitin miqdarından asılılıq qrafiki

Əmələ gələn aralıq fazanın ekstraksiya edilərək ayrılmasından sonra neft nümunəsinin kinematik özlülüynü birdən-birə 31,36 mm²/san düşür, yəni 50 ml kompozit əlavəsindən sonra özlülük 62,3% aşağı düşür (şəkil 6). Bu halda nanoreagentin sərfi 0,5 q (500 mq) təşkil edir.

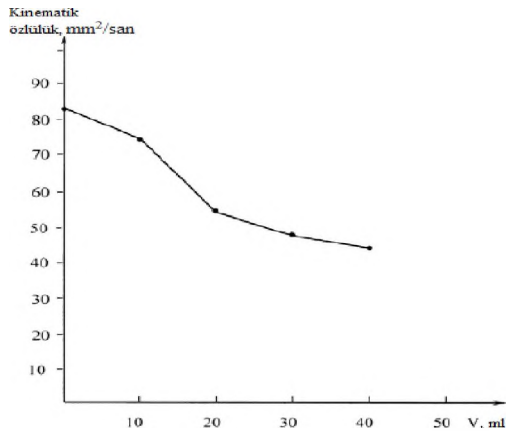
Məlum olmuşdur ki, əgər 40 ml (0,4 q nanoreagent) kompozitin 100 ml neftə əlavəsindən sonra kinematik özlülük 43,37 mm²/san, həmin miqdarda kompozitin 300 ml neftə əlavəsindən sonra bu qiymət 42,37 mm²/san təşkil edir (şəkil 7 (a)). Sonuncu halda 3 dəfə az nanoreagent sərf etməklə özlülüynü daha aşağı qiyməti müyyən olmuşdur. QDFT-nın qismən sulfanil turşusu ilə əvəz olunması neftin özlülüynünün aşağı düşməsinə müsbət təsir göstərdiyindən səthi aktiv maddə (SAM) kimi sulfanol seçilmişdir.

İşdə SAM kimi sulfanolun seçilməsi nəticəsində neft nümunəsinin 20 °C-də kinematik özlülüynü 40,99 mm²/san-yə düşdüynü və aralıq fazanın əmələ gəlmədiyi müyyənlanmışdır (şəkil 8

(b)). Həmçinin işdə kinematik özlülüyn temperaturdan asılılığı öyrənilmiş, 50⁰C temperaturda kinematik özlülüyn kompozitin miqdarından asılıqları əyriləri verilmişdir. Məlum olunmuşdur ki, BAF-1 və BAF-2 kompoziti yüksək özlülü Muradxanlı yatağının qarışıq neftinin kinematik özlülüynü təqribən 51 % aşağı salır.



a)

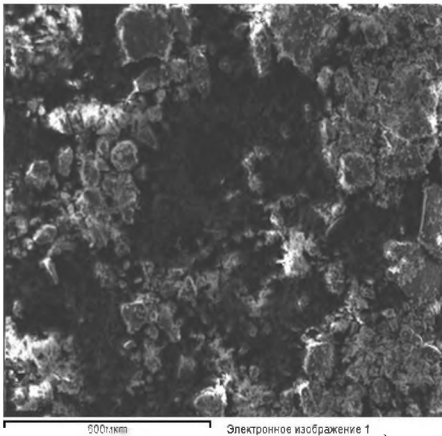


b)

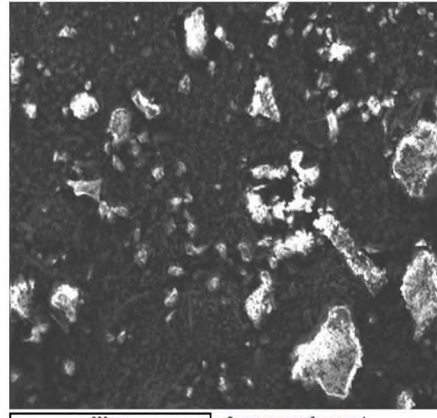
Şəkil 7. a) Neftin kinematik özlülüynünün kompozitin miqdarından asılılığı; b) 50 °C-də neftin kinematik özlülüynünün kompozitin həcmindən asılılığı qrafiki (kompozitin tərkibi: 2 qram nanoreagent, 198 qram təmizlənmiş QDFT)

Reagentin neft kəmərləri sisteminə daxil edilməsi üçün ən effektiv üsulun, hidrodinamik kavitatorla kavitasiya prosesinin yaradılması üsulunun olduğu müyyənləşdirilmişdir.

İşdə neft nümunələrindən alınan quru qalıqlar (qudron) elektron mikroskopik və rentgenoqrafik tədqiqatlara uğradılmışdır. Elektron mikroskopdan alınmış təsvirlər və rentgenoqramma uyğun olaraq şəkil 8 və şəkil 9-da verilmişdir. Elektron mikroskopik tədqiqatın reagentsiz neftin quru qalığı üçün alınmış nəticə göstərmişdir ki, (şəkil 8 (a)) quru qalıqda asfalten, qatran və parafin assosiatları neftin tərkibində kütlə halında toplanmışdır. Reagent verilmiş neftin quru qalığında isə bu assosiatlar tamamilə parçalanmış şəkildədir (şəkil 8 (b)). Bu da onu göstərir ki, tətbiq olunan reagent assosiatların quruluşuna bilavasitə təsir edərək neftin reoloji xassələrini yaxşılaşdırırlar. Assosiatların quruluşunun dəyişməsi rentgenoqrammadan da aydın görünür, belə ki, reagentsiz neftin quru qalığında 5-40⁰ bucaq arasında müşahidə edilən maksimumlar (şəkil 9), reagent vurulmuş neftin quru qalığının rentgenoqrammasında 2-ci maksimum tamamilə yox olur, 1-ci maksimum isə öz yerini kiçik bucaq istiqamətində dəyişir. Bu assosiatın bir hissəsinin tamamilə dağıldığını, bir hissəsinin isə quruluşunu dəyişdiyi aydın görünür.



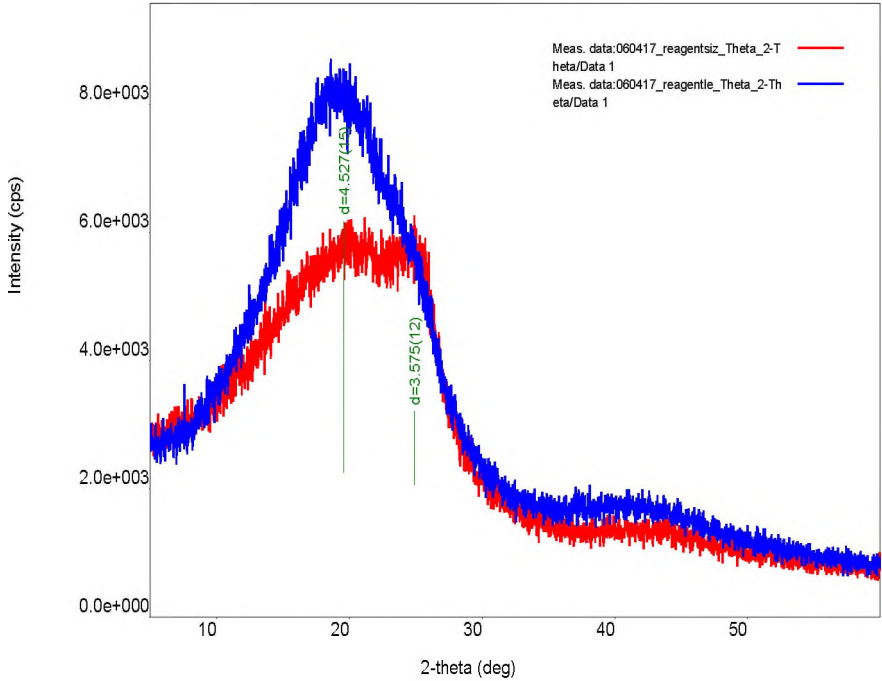
a)



b)

Şəkil 8. Elektron mikroskopunda reagentsiz (a) və reagent vurulmuş (b) neft nümunələrinin quru qalıqları üçün alınmış təsvirlər (1573-cü quyu)

Beləliklə, eksperimental tədqiqatların nəticələri göstərmişdir ki, reagentin təsiri ilə neftin reoloji xassələrinin yaxşılaşmasının əsasında, neftin reoloji xassələrinin pisləşməsinə bilavasitə səbəb olan assosiatların quruluşunun dəyişməsi dayanır. Bunun da “quruluş-xassə” prinsipi ilə tamamilə üst-üstə düşdüyü müəyyənlanmış və qeyd olunan mexanizmin yeni elmi yanaşmanın doğruluğunu bir daha təsdiq edir.



Şəkil 9. Reagentsiz və reagent vurulmuş neftlərin quru qalıqlarının (qudrun fraksiyalarının) rentgenoqrammalarının müqayisəsi

Reagentin sistemə daxil edilməsi üçün ən yaxşı üsul hidrodinamik kavitatorla kavitasiya emalıdır, hansı ki, kavitasiya prosesinin optimallaşdırılması tələb olunur, yəni diffuzorun tələb olunan uzunluğu hesablanır və orada parametrləri (sürət və təzyiq) ilkin parametrlərə yaxın olan tənzimləyici klapan quraşdırılır. Təklif edilmiş üsul işdə öz əksini tapmış və reagentin boru kəmərlərində

sistemə vurulması üçün hidrodinamik kavitatorun ümumi texnoloji sxemi göstərilmişdir. Rejimin tam təhlükəsizliyi və təkrar kavitasiya hadisəsindən qaçmaq məqsədilə sistemə kilid armaturu daxil edilmişdir. Qatı (kompozit) sistemə forsunka vasitəsilə plunjer nasos-dozatorla verilir. Təcrübələrin nəticələri göstərmişdir ki, bu üsulun istifadəsi (tətbiqi) zamanı neftin özlülüyü adi üsulla müqayisədə kifayət qədər azalır.

Göstərilən reagentlər neftçixarmada layların neftvermə əmsalının, quyuların neft veriminin artırılmasında, neftlərin özlülüklərinin aşağı salmaqla onların nəqlinin effektivliyinin yüksəldilməsində, dib çöküntülərinin və boru kəmərlərinin daxilində əmələ gələn şərti kavitasiya zonalarının yuyulmasında müvəffəqiyyətlə istifadə oluna biləcəyinin mümkünlüyü göstərilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, bu sadalananların hamısı eyni mənbədən qidalanırlar, yəni onların tərkibi və yaranma səbəbləri eynidir.

İşdə həmçinin reagentin ağır neft məhsullarına, ağır neftlərə (əmtəə), xam neftlərin özlülüyünün aşağı salınmasında, həmçinin neftlərə mədən şəraitində təsir etməklə, onların hasilatını artırmaqla, emal zavodlarından və neft saxlanma məntəqələrinə qədər neftin keyfiyyət göstəricilərinin (əsasən özlülüyünün) yüksəltmə təsirinə malik olması müəyyən olmuşdur. Nəticələr göstərmişdir ki, təklif olunmuş reagent neft və neft məhsulları çənlərində əmələ gəlmiş şlamların təmizlənməsində müvəffəqiyyətlə tətbiq edilə bilər, ekoloji təhlükəsizdir və iqtisadi cəhətdən çox səmərəlidir.

Uzun müddətli istismar zamanı, çənlərin diblərində faydalı həcmi azaldan və çənlərin istismarını çətinləşdirən çöküntü yığılır. Çöküntü sahə üzrə qeyri-müntəzəm paylanır, onun ən böyük hündürlüyü qəbul-paylama qol borularından kənar sahələrdə yaranır ki, bu da çəndə neftin faktiki miqdarını dəqiq ölçməyə imkan vermir. Zaman keçdikcə çöküntü sıxlaşır və ayrı – ayrı zonalarda ya çətin yuyulur və ya ümumiyyətlə yuyulmur.

Çənlərin faydalı istismarını təmin etmək üçün onları vaxtaşırı yığılmış çöküntüdən təmizləmək lazım gəlir. Yuyucu vasitələrin məhlullarından istifadə etməklə çənlərin kimyəvi-mexaniki üsulların köməyi ilə təmizləməsi geniş yayılmış təmizləmə üsullarındandır. Burada müəyyən dərəcədə əl əməyindən istifadə, təmizləmə

prosesinin intensivliyinin və keyfiyyətinin artırılmasına imkan yaradır. Bu texnologiyanın əsas çatışmayan cəhəti onun praktiki tətbiqini məhdudlaşdıran xüsusi reaktivdən istifadə olunması və yuyucu vasitələrin neft qalıqlarından təmizləməsi prosesidir. Bundan əlavə çənlərin təmizləməsində neftdən yuyucu vasitə kimi istifadə olunması üsulu da məlumdur.

Məlum olmuşdur ki, təmizlənən çənlərin partlayış və yanğın təhlükəsi yuyucu vasitənin, məhlulunun eləcə də təmizləmə prosesində fəallaşaraq qaz mühitinin tərkibini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirən neft qalıqlarının xüsusiyyətlərindən asılıdır, bu da atmosfərə buraxılan qazların qatılıqlarını təhlükəli həddə gətirib çıxara bilər.

Bu texnologiyanın praktiki tətbiq imkanlarını məhdudlaşdıran əsas çatışmazlığı, yuyucu vasitə kimi tətbiq olunan neft təmizləmə prosesində havada buxarlanaraq təhlükəli qatılıq əmələ gətirir ki, bu da partlayış və təmizlənən çənin yanğın təhlükəsi yarada bilməsidir. Digər bir tərəfdən, yanğın və partlayış təhlükəsinin minimuma endirilməsi üçün təhlükəsizliyin yuxarı həddində karbohidrogenlərin doymasını təmin etmək və havanın sorulması hesabına qatılığın pozulmasını aradan qaldırmaq lazımdır ki, bu da izafi elektrik enerjisi sərfinə və əlavə avadanlıqdan istifadəyə gətirib çıxarır.

Hal-hazırda çənlərin buxarla yuyulması və çənlərin sahəsinin daxili ventilyasiya tətbiq edilməklə təmizlənməsi, həmçinin bərk çöküntünün (neft şlamının) çıxardılması üsullarından istifadə olunur. Son illər Azərbaycanda böyük həcmli üzən qapaqlı çənlər geniş tətbiq edilir. Çənlərin diametri 40 metrdən yuxarı, hündürlüyü isə təmizləmə zamanı dayaq sütunun aşağı vəziyyətində yerləşir və diblə dam arasındakı məsafə 1000-1500 mm həddində olur. Qapaqla dib arasındakı fəzada böyük sayda aşağıdakı konstruksiyalar yerləşir: dayaq tirləri, atmosfer yağıntılarını qapaqdan uzaqlaşdırma sistemi, yağıntının neftə düşməsinə xəbər verən sistem, qızdırma sistemi və digər avadanlıqlar. Bunlar hamısı çənin təmizlənməsini çətinləşdirir. Çənlərin çöküntüdən təmizlənməsi probleminin həlli variantlarından biri onların çökməsinin qarşısının alınması səmərəli üsul kimi qəbul edilmişdir.

Çənlərdə çöküntülərin yığılması ilə mübarizə aparmaq üçün tətbiq olunan hazırkı üsullardan ən rəşionalı hidravlik yuma sistemidir. Sistem səpici ucluqları qrupundan ibarətdir. Bu ucluqlar vasitəsilə neft şırnağı çənin dibinə yığılaraq çöküntünü yuyur və sonra asılı halda olan çöküntü hissəcikləri neftlə birlikdə çəndən kənar edilir. Bu sistem çənlərin dövrü olaraq təmizlənməsi kimi çətin bir işi aradan qaldırır, qiymətli yanacaq olan neftin çöküntüyə keçməsinin və toplanmasının qarşısını alır, çənin faydalı həcmi artırır və ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısını alır.

Yuxarı dairəvi ucluqlar sistemi ilə birlikdə yavaş fırlanan ucluqlar vasitəsilə yaradılan kompakt axın sistemi də tətbiq edilə bilər ki, bu da çöküntünün neftlə yüksək effektiv qarışmasını təmin edə bilər.

Belə sistemlərin çatışmayan cəhəti aşağıdakılardan ibarətdir: 1) İstifadə müddəti artdıqca boru kəmərlərinin örtüyü dağılır, ucluqların hərəkətli hissələri tutulur və dib çöküntülərinin yuyulmasının effektivliyi aşağı düşür. 2) Dib çöküntülərinin yığılması yalnız qarışdırmanın effektivliyindən deyil, həm də əsasən neftin tərkibində olan qatranların, asfaltənlərin və mexaniki qarışıqların qatılıqları ilə də bağlıdır. Məlum olmuşdur ki, mexaniki qarışıqlar əsasən qatran və asfaltənlərdə toplanırlar. Ona görə də zamanla qatranların və asfaltənlərin xüsusi çəkisi neftin xüsusi çəkisini üstələyir və nəticədə çöküntülərin çökməsi baş verir. Qarışdırma müvəqqəti çöküntülərin toplanmasının qarşısını alır. Bu bir də, o baxımdan təhlükəlidir ki, çəndən neftlə birlikdə vurulan çöküntü asılqanları boru kəmərinə düşərək orada stasionar vəziyyətdə çökür ki, bu da boru kəmərinin effektivliyini pozur. 3) Yuyulmanın stasionar hidravlik sisteminin uzunmüddətli və qəzasız işini təmin etmək üçün onların istismarının optimal şəraitinin tapılmasının vacib olduğu işdə göstərilmişdir.

İşdə, yuxarıda çənlərin təmizlənməsi ilə bağlı sadələdiyimiz çatışmazlıqları minimuma endirmək üçün, nanoquruluşlu koordinasiya polimerlər əsaslı kompozit istifadə etməklə neft və (və ya) neft məhsulları saxlanılan şaquli çənlərdən (ГОСТ Р 52910-2008) dib çöküntülərinin yuyulmasının və kənar edilməsinin effektivliyi işlənilib hazırlanmışdır.

Tərəfimizdən qoyulan məsələni həll etmək üçün BAF-1 və BAF-2 tərkibli nanoquruluşlu koordinasiya polimerlər əsasında hazırlanmış kompozit istifadə etməklə neft və (və ya) neft məhsulları saxlanılan şaquli çənlərdən (ГОСТ Р 52910-2008) dib çöküntülərinin yuyulması və kənarlaşdırılması üçün üsul təklif edilmişdir.

Bu koordinasiya polimerlərdən 1 %-li Polimer-QDFT-SAM tərkibli kompozit hazırlanır (QDFT- qələviləşdirilmiş dizel fraksiyası tullantısı; SAM- səthi aktiv maddə). SAM kimi 100 q kompozitə 5 q naften turşuları qarışığı və 1 damcı sulfanol götürülmüşdür.

Dib çöküntülərinin yuyulması və kənarlaşdırılması çən istismardan çıxarıldıqdan sonra həyata keçirilir.

Təklif olunan üsul aşağıdakı qayda üzrə həyata keçirilir; müəyyən miqdarda kompozit çənə verilir. 15-20 dəqiqə müddətində kompozit məhlul çənin dibində toplanır. Kompozit məhlul dib çöküntüsündən keçdikdə reagent çöküntüdə qalır. Bu zaman çöküntünün özlülüyü təqribən 3 dəfə aşağı düşür, mexaniki qarışıqlar isə QDFT və SAM ilə yuyularaq çənin dibinə keçir. Beləliklə, çöküntünün xüsusi çəkisi azalır, QDFT-SAM qarışığının xüsusi çəkisi isə artır və SAM hesabına sistemin səthi gərilmə əmsali minimuma enir. Bunun nəticəsində çöküntü çənin dibindən qoparaq QDFT-SAM emulsiyasının üzərinə qalxır.

Bu zaman mühitin pH-ı qələvi olduğundan davamlı qatran-su emulsiyası əmələ gəlir. Sonra çöküntü 1%-li xlorid turşusu məhlulu ilə işlənir. Bu halda zəif əsasi mühit yarandığından çöküntünün QDFT-SAM emulsiyasından asanlıqla ayrılması baş verir.

Çöküntünün çəndən çıxarılması təmizləyici nasosla mümkün texnoloji səviyyəyə qədər həyata keçirilir. Çöküntünün çəndən çıxarılması, qarışdırılmaqla həyata keçirilsə, daha effektiv olur. Dib çöküntülərinin daha yaxşı yuyulması üçün çəndə çöküntünün səviyyəsi 0,1 m-ə qədər olduqda onun həcmindən asılı olaraq yuma 2-2,5 saata həyata keçirilməlidir.

Çəndə çöküntünün səviyyəsi 0,5 m-ə qədər olduqda isə bu proses çənin həcmindən asılı olaraq 6-8 saata həyata keçirilməlidir. Çəndə çöküntünün səviyyəsi 1 m-ə qədər olduqda isə çənin həcmindən asılı olaraq yuma prosesi maksimum 10-12 saata həyata keçirilir.

Çəndə çöküntünün səviyyəsi 1 m-dən yüksək olduqda isə bu proses çənin həcmindən asılı olaraq 12-16 saat davam edir.

Çənlərdən götürülmüş çöküntü nümunələrinin analizləri göstərmişdir ki, onlar öz tərkiblərinə görə çox fərqlənirlər. Tədqiqat işində kompozit məhlul çənə yuma sistemi vasitəsilə verilir, dib çöküntüsü asılı hala gətirilir və təmizləyici nasosla çəndən çıxarılır.

İşdə duz çöküntülərinin əmələ gətirdiyi kavitasiya zonalarının fiziki-kimyəvi tədqiqi, onların fiziki-mexaniki yolla təmizlənməsi texnologiyasının işlənilməsi və boruların təkrar istismarı məsələsinə də baxılmışdır.

Məlum olmuşdur ki, neftlə birlikdə çıxarılan yüksək minerallaşmış lay sularında çoxlu miqdarda müxtəlif duzlar vardır. Bu duzlar quyuların istismar prosesində nasos-kompressor borularının (NKB) divarlarında çökərək, onların iç diametrini azaldır və nəticədə neft hasilatı səviyyəsinin aşağı düşməsinə səbəb olur.

Neftçixarmada istifadə olunan boru xətlərində də mütəmadi olaraq belə duz çöküntüləri əmələ gəlir. Bu da boruların iç diametrlərinin tamamilə kiçilməsinə, kavitasiya zonalarını əmələ gətirməsinə, neft hasilatının kəskin aşağı düşməsinə və qəzaların yaranmasına səbəb olur. Tədqiqat işində boru xəttinin içəri divarlarının səthində əmələ gələn duz çöküntülərindən nümunə götürülərək element analiz üsulu ilə onların element tərkibi müəyyənləşdirilmişdir. Rentgen faza analizinin nəticələri göstərmişdir ki, duz çöküntüsünün tərkibi əsasən CaCO_3 və MgCO_3 -dan ibarətdir. Duz nümunəsinin termografik analizindən məlum olmuşdur ki, 200°C -də duzların tərkibindən kristallaşma suyu çıxdıqdan sonra duzun kristallik dərəcəsi azalır və adgeziya qüvvələri zəifləyir. 500°C -dən başlayaraq kristal qəfəsin tədricən dağılması prosesi gedir. Bu səbəbdəndə duz çöküntülərinin termiki üsulla təmizlənməsi məqsədə uyğun hesab edilmişdir.

Dissertasiya işinin beşinci fəsli neft və neft məhsullarının nəqli zamanı kavitasiya texnologiyalarının tətbiqinin perspektivliyinə həsr edilmişdir. Neftə kavitasiya prosesinin təsiri öyrənilən zaman onların fiziki-kimyəvi xassələrinin nəzərə alınması əsas şərtlərdən biri olduğu müəyyən olunmuşdur. Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, neftlərdə kavitasiya prosesi, əsasən, onu təşkil edən karbohidrogenlərin nisbətindən bir başa asılıdır. Eksperimental olaraq

bunu izah etmək üçün işdə üzvi həlledicilərin hidrodinamik kavitasiya mühitində neftlərə təsiri öyrənilmişdir. Eksperimentlər, Moskova Dövlət Ekoloji Mühəndislər Universitetinin professoru M.A. Yerşovun elmi tədqiqatları əsasında, Azərbaycan neftlərində aparılmışdır. Bunun üçün boru xəttinə daralan, silindirik formada kavitator (kəsik konus şəkilli) yerləşdirilmişdir. Borunun işçi sahəsi yüksək sürətin əldə olunması üçün nəzərdə tutulmuşdur ki, burada təzyiq doymuş buxar təzyiqi qədər aşağı düşür. Qurğunun ümumi texnoloji sxemi işdə verilmişdir. Məlum olduğu kimi, neft aşağı və yüksəkmolekullu üzvi və qeyri-üzvi birləşmələrdən təşkil olunmuşdur. Neftdə üzvi və qeyri-üzvi birləşmələr molekulyar və ya assosiatlar şəklində mövcud olurlar. Neftin tərkibində ən çox təsadüf edilən qeyri-üzvi və ya heteroatomlu birləşmələr qatran-asfalten birləşmələrdə özünü göstərir. Bu birləşmələr, neft çıxarmada, neftin nəqli və emalı proseslərində texnoloji parametrlərə təsiretmə qabiliyyətinə malikdir. Neftlərdə qatran-asfalten assosiatlarını dağıtmaqla onların reoloji parametrlərinə təsir edərək, yüksək özlülüklü neftlərin nəqlini yaxşılaşdırılmasının mümkünlüyü göstərilmişdir.

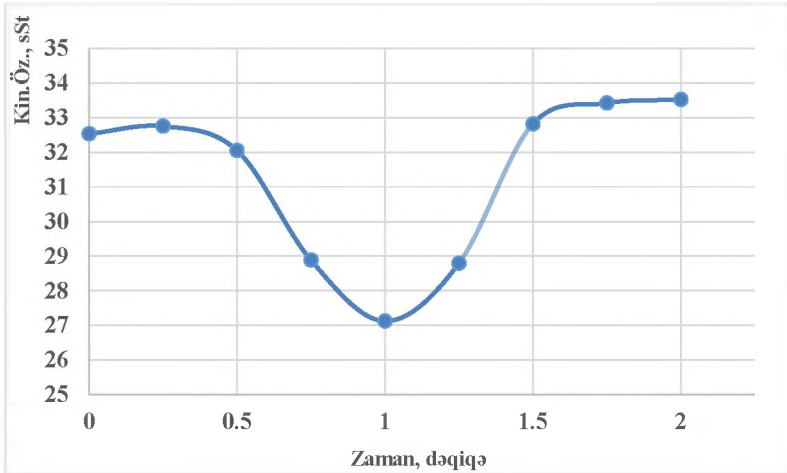
İşdə neft nümunələri kimi isə fiziki-kimyəvi xassələrinə və tərkibinə görə bir-birindən fərqlənən Azərbaycanın parafinli, Şıxbağı, Bulla-dəniz və qatran-asfaltenli Şirvan, Muradxanlı neft nümunələrindən istifadə edilmişdir (cədvəl 6). Neftlərin kavitasiya prosesində kinematik özlülüynün zaman-dan aslı olması müyyən olunmuşdur (şəkil 10). Sonrakı tədqiqatlar müxtəlif həlledicilərin iştirakı ilə aparılmışdır. Belə ki, Şıxbağı, Bulla-dəniz, Şirvan neft nümunələrinə 2% miqdarında həlledici və Muradxanlı neftinə reagent qatılmaqla təcrübələr təkrar olunmuşdur.

Cədvəl 6

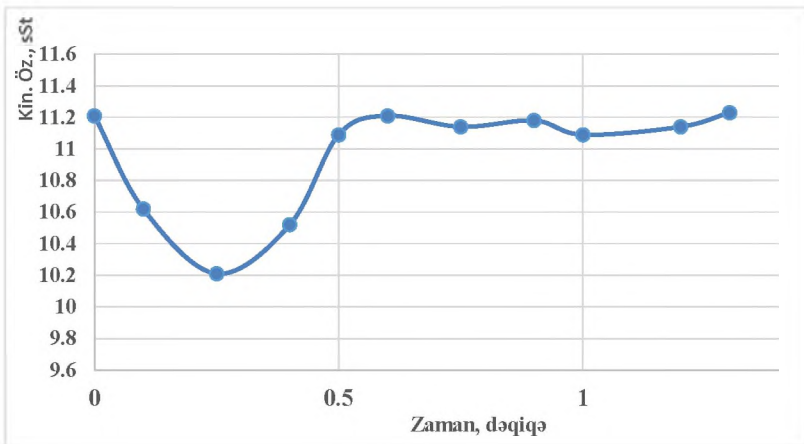
Tədqiq olunan neftlərin reofiziki-kimyəvi xassələri

Neftlərin adı	Kinematik özlülük, 20 °C, sSt	Miqdarı, %-lə kütlə		
		parafin	qatran	asfalten
Şıxbağı	32,53	12,9	15,58	2,69
Bulla-dəniz	11,21	9,7	5,32	0,28
Şirvan	79,86	3,88	13,27	6,24
Muradxanlı	83,42	6,21	18,32	4,86

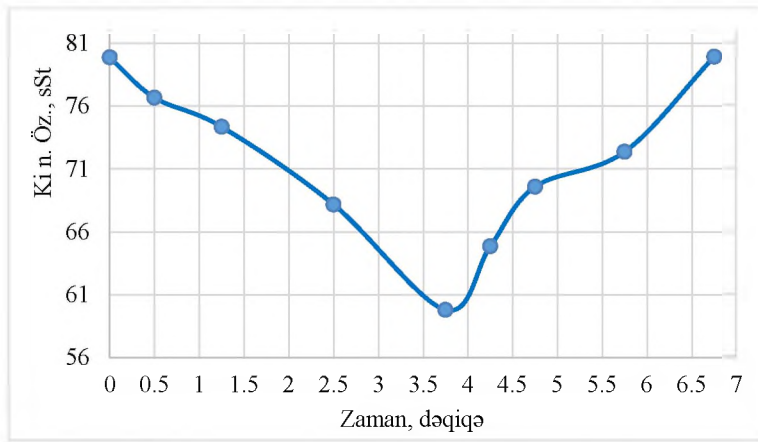
Kavitasiya prosesində həlledicinin və reagentin əlavə edilməsi neftlərin dispers sistemlərinin molekulyar hərəkətini dəyişmiş, özlü-lüyü və dispers hissəciklərin dayanıqlığını azaltmışdır. İşdə həmçinin qərarlaşmış rejimdə neft kəmərlərində sərbəst axın sahələrini təyin etmək üçün qrafo-analitik üsul işlənilmiş və bu sahələrdə kavitasiya



a)



b)



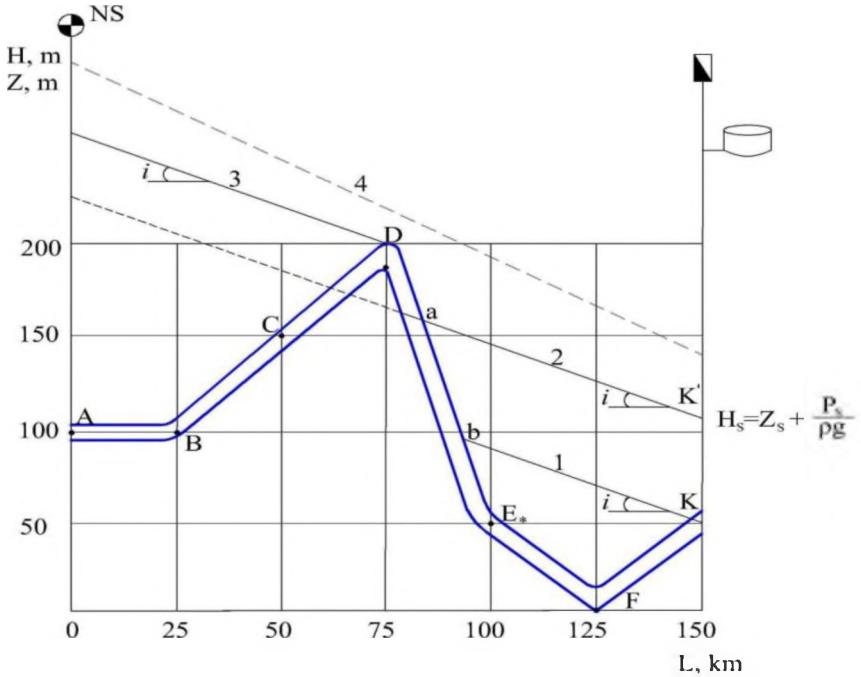
c)

Şəkil 10. a) Şıxbağı, b) Bulla-dəniz, c) Şirvan neftlərinin kavitasiya prosesində kinematik özlülüyünün zamandan asılı olaraq dəyişməsi.

hadisəsinin mümkünlüyü fiziki-kimyəvi üsullarla təsdiqlənmişdir. Aşırım və ya sərbəst axın zonalarının yaranması kəmərin iş rejimini dəyişdiyi, hər hansı nasos stansiyasının işini dayandırması, nəql olunan neftin reoloji və fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərini dəyişməsi müşahidə edilmişdir.

Aşırım zonasının mövcudluğunu müəyyən etmək üçün, hidravlik maillik hesablanmalı və qrafiki qurulmalıdır (şəkil 11). Kəmərin son nöqtəsindən (K) profili kəsənə qədər hidravlik maillik (i) xətti keçirilir. Həmin xəttə paralel olan və heç yerdə profili kəsməyən xəttin (3) profilə toxunma nöqtəsi (D) aşırım nöqtəsi olacaqdır.

Əgər kəmərin sonunda əlavə təzyiq (P_s) yaranarsa, onda sonda hidravlik maillik xətti $H_s = Z_s + \frac{P_s}{\rho g}$ basqı hündürlüyünə uyğun gələn K' nöqtəsindən kəmərin profilini kəsənə qədər 2 xətti çəkilir. Belə halda da profili kəsməyən xətt (3) D nöqtəsinin aşırım nöqtəsi olduğunu müəyyən edəcəkdir. Aşırım nöqtəsinin olmaması (sərbəst axın sahələrinin yaranmaması) üçün hidravlik maillik xətti (3), gərək, profili heç bir nöqtədə kəsməsin və ona toxunmasın (4 qırıq-qırıq xətti).



Şəkil 11. Şərti boru kəmərinin sıxlaşdırılmış profilində sərbəst axın zonasının təyini

Aşırım nöqtəsi mövcud olan bütün hallarda həmin nöqtədən (və ya nöqtələrdən) başlayaraq sərbəst (basqısız) axın sahələri yaranacaqdır. Sərbəst axın sahələrinin başlanğıcı müvafiq aşırım nöqtələri, sonu isə kəmərin sonundan çəkilən hidravlik maillik xəttinin profilə müvafiq kəsişmə nöqtəsi olacaqdır. Məsələn, şəkil 10-da 1 və 2 hidravlik maillik xətlərinə uyğun olaraq a və b nöqtələri yaranan sərbəst axın sahələrinin son nöqtələrini göstərir. Boşluqların yaranmaması üçün neft kəmərinin istənilən nöqtəsində pyezometrik basqı (hündürlük – H) vakuometrik hündürlük (h_v)-də nəzərə alınmaqla geodezik hündürlükdən (Z) az olmamalıdır:

$$H > Z + h_v, h_v = \frac{P_{b.e}}{\rho g}$$

burada, $P_{b.e}$ – neftin buxar elastikliyi təzyiqidir, P_a . Qərarlaşmış iş rejimində boru kəmərinin sərbəst axın sahələrində neftin sərfi eyni olsa da, axın sürətləri fərqli olur. Basqılı hərəkət zonasında sürət

sərbəst axın zonasındakı sürətdən aşağı olduğu üçün kəsilməzlik (sərfin sabitliyi) qanununa görə sonuncu zonalarda mayenin hərəkəti borunun tam en kəsiyi boyu baş verməyəcək, yəni sərbəst axın sahələrində borunun maye ilə dolmuş en kəsik sahəsi borunun tam en kəsiyindən kiçik olacaqdır. Sərbəst axın sahələrinin dolma əmsalı boru kəmərinin diametrinə uyğun sərf moduluna əsasən təyin edilir. Verilən diametrə görə sərf modulunun müxtəlif dolma əmsallarına uyğun dəyişməsi ətraflı olaraq şərh edilmiş və aparılmış tədqiqat işlərinin nəticəsi olaraq sərbəst axın sahələrinin dolma dərəcəsini təyin etmək üçün aproksimasiya-empirik düsturlar təklif olunmuşdur. Şərti neft kəməri timsalında qərarlaşmış hərəkət rejimində hidravilik maillik xəttinə və basqılar balansına əsasən relyefdən asılı olaraq, boru kəmərinə basqısız sahələrin, yeri, həcmi və bu sahələrdə kavitasiya prosesinin mövcudluğu götürülmüşdür. İşdə neft kəmərlərinin sərbəst axın sahələrində kavitasiya axınlarının mümkünlüyü fiziki-kimyəvi üsullarla sübuta yetirilmişdir (cədvəl 10).

Kavitasiya prosesi zamanı neft komponentlərinin molekulyar mikrokrekinqi və ionlaşması baş verir. Mikrokrekinq və ionlaşma prosesinin getməsi ГOCT-2070-82-yə görə, yod ədədinin və beynəlxalq ASTM D 11599 standartlarına görə brom ədədinin dəyişməsinə əsasən müəyyən edilmişdir. Cədvəl 7-dən görüldüyü kimi neftin keyfiyyət göstəriciləri kavitasiya prosesi zamanı dəyişir.

Cədvəl 7

Kavitasiyanın keçid sərhədlərində az parafinli Azərbaycan neftlərinin fiziki və kimyəvi xassələrinin təhlili

Neft üçün aparılmış analizlərin adları	Kavitasiya ehtimal edilən zonadan əvvəlki nəticələr	Kavitasiya ehtimal edilən zondan sonrakı nəticələr	Aparılmış sınaq üsulları
1	2	3	4
Sıxlıq 20 °C-də, kq/m ³	863.4	862.2	ГОСТ 3900
Doymuş buxar təzyiqi, kPa	31.6	34.7	ГОСТ 1756
Suyun miqdarı %-lə kütlə	0.24	0.24	ГОСТ 2477

Cədvəl 7-nin ardı

1	2	3	4
Donma temperaturu °C.	-24	-27	ГОСТ 20287
Xlor duzlarının miqdarı %-lə kütlə	0.0068	0.0068	ГОСТ 21534
Parafinlərin miqdarı %-lə kütlə.	4.21	3.53	ГОСТ 11851
Kinematik özlülük 20°C-də, mm ² /san.	15.8	13.6	ГОСТ 33
Mexaniki qarışıqların miqdarı %-lə kütlə	0.0096	0.0096	ГОСТ 6370
Kükürdün miqdarı %-lə kütlə	0.213	0.213	ГОСТ 1437
Fraksiya tərkibi:			
Qay.baş. °C.	68	59	
100 °C %-lə həcm.	5.0	6.5	
120 °C %-lə həcm.	9.5	11.0	
150 °C %-lə həcm.	15.0	17.5	
160 °C %-lə həcm.	18.5	20.0	
180 °C %-lə həcm.	22.0	24.5	
200 °C %-lə həcm.	25.5	27.0	
220 °C %-lə həcm.	28.5	30.0	ГОСТ 2177
240 °C %-lə həcm.	33.0	34.5	
260 °C %-lə həcm.	37.5	39.0	
280 °C %-lə həcm.	43.0	44.5	
300 °C %-lə həcm.	47.5	49.0	
320 °C %-lə həcm.	52.0	53.5	
340 °C %-lə həcm.	54.5	55.5	
350 °C %-lə həcm.	59.5	63.0	
Q.b. 68-350°C frak. yod ədədi, 100q.	0.9	1.7	ГОСТ 2070
frak–da yodun qramla miqdarı			

Neftin nəqli zamanı boru kəmərlərinin bəzi zonalarında ştatdankənar kavitasiya zonaları adlandırılan zonaların yaranması neftin reoloji xassələrinin müsbət istiqamətdə dəyişməsinə səbəb olduğu müəyyənleşmişdir. Belə zonaların yaranmasının müsbət tərəfləri ilə yanaşı, mənfi tərəfləri də vardır, belə ki, bu cür zonaların yaranması texniki nəzarətdə olsa da, onu tənzimləmək mümkün olmadığından onun törətdiyi fəsadlar çox ağır olur və onları aradan qaldırmaq çox baha başa gəlir. Onun nəticəsində yaranan itkilər milyonlarla ölçülür və bədbəxt hadisələrlə nəticələnməmiş olur.

İşdə kavitasiyanın neqativ tərəfləri ilə yanaşı onun pozitiv tərəflərində müxtəlif neft və mazut nümunələrində reofiziki-kimyəvi analizlərlə yoxlanılmışdır. Həmçinin işdə qatran-asfalten-parafin çöküntülərinin (QAPÇ) neft kəmərlərinə çökərək, ştatdan kənar kavitasiya zonalarını yaratmasının mümükünlüyü də göstərilmişdir (şəkil 12).



Şəkil 12. Neft kəmərlərində yaranmış QAPÇ-in yaratdığı ştatdankənar kavitasiya zonası

Prosesin baş verdiyini dəqiqləşdirmək üçün ayrı-ayrı vaxtlarda kavitasiya zonaların olması ehtimal edilən yerlərdən əvvəl və sonra neft qarışıqlarının reofiziki-kimyəvi analizləri aparılmış və onların nəticələri cədvəl 8-də verilmişdir. Ehtimal olunan kavitasiya zonalarında neftin keyfiyyət bankının dəyişməsi və QAPÇ-in əmələ gətirdiyi sahənin parametrləri axan neftlərdə mikrokrekinq prosesinin getməsinə və nefti təşkil edən kardohidrogenlərin destruksiyasına səbəb olduğu müəyyənleşmişdir.

Cədvəl 8

Neft qarışıqları üçün ehtimal edilən kavitasiya zonasından əvvəl və sonra alınmış nəticələr

No	Neft üçün aparılmış analizlərin adları	Kavitasiyadan əvvəl alınmış nəticələr	Kavitasiyadan sonra alınmış nəticələr 1-ci gün	Kavitasiyadan sonra alınmış nəticələr 5-ci gün	Kavitasiyadan sonra alınmış nəticələr 10-cü gün
1	Sıxlıq: 20°C-də, kq/m ³	863,2	862,6	862,2	861,8
2	Kinematik özlülüyün təyini, cSt 0 °C-də 10 °C-də 20 °C-də 30 °C-də 40 °C-də 50 °C-də	- - 78,55 42,26 31,75 24,52	98,43 86,75 54,53 39,97 28,46 23,39	95,86 85,78 54,14 38,75 26,17 22,98	94,27 85,56 53,75 38,23 24,42 22,19
3	Doymuş buxar təzyiqi, kPa	24,3	26,1	27,5	28,6
4	Donma temperaturu, °C	+3	0	0	-3
5	Asfalten miqdarı, %-lə kütlə	0,27	0,26	0,26	0,25
6	Parafinin miqdarı, %-lə kütlə	6,59	6,12	5,94	5,43
7	360 °C-yə qədər qaynayan fraksiya üçün, Yod ədədi, q/100q	2,6	2,9	3,1	3,2

Cədvəl 8-in ardı

8	Xarakterizə edici faktor	11,26	11,38	11,52	11,84
9	Distillo (101,5 kPa-da), °C				
	Qaynamabaşlanğıcı	61	59	57	55
	10 %-li distillo	158	141	138	131
	15 %-li distillo	164	160	158	155
	20 %-li distillo	172	169	165	161
	25 %-li distillo	189	187	182	180
	30 %-li distillo	198	195	193	191
	35 %-li distillo	215	211	209	207
	40 %-li distillo	243	233	231	229
	45 %-li distillo	287	281	278	275
	50 %-li distillo	325	321	319	315
	55 %-li distillo	352	348	344	341
	60 %-li distillo	369	368	366	365
	65 %-li distillo	371	369	368	367
	70 %-li distillo	375	375	374	374
	75 %-li distillo	378	378	378	378
	80 %-li distillo	381	381	381	381
85 %-li distillo	383	383	383	383	
Qaynamasonu	385	385	385	385	

Neftdə doymamış karbohidrogenlərin miqdarının artmasına, distilyasiya edilmiş neftin 350 °C-yə qədər qaynayan fraksiyalarının brom və ya yod ədədinin dəyişməsinə görə, belə zonalarda kavitasiya hadisəsinin baş verməsinin mümkünlüyü göstərilmişdir.

Boru kəmərlərində kavitasiya zonasının əmələ gəlməsinin əsas səbəblərindən biri, QAPÇ-in borunun səthində istilikkeçirmə istiqamətinin olduğu müəyyənləşmişdir.

Bu cür çökmə, bir sıra şərtlərin formalaşmasından yaranır: neftlərdə yüksəkmolekullu birləşmələr, xüsusən metan sırası karbohidrogenlərinin təsiri; axının temperaturunun bərk fazanın ayrılması qədər aşağı düşməsi; temperaturun aşağı düşməsi ilə karbohidrogenlər kristallaşaraq möhkəm şəkildə bir-birinə yapışib, boru səthinə çöküb axının texnoloji rejimini pozurlar. Apardığımız tədqiqatların nəticələri göstərmişdir ki, parafinin miqdarının çökmə intensivliyi ilə birbaşa əlaqəsi yoxdur. Belə əlaqələrin qeyri-müəyyənliyi, neftin tərkibində yüksəkmolekullu karbohidrogenlərin, bərk parafinlərin, aromatik karbohidrogenlərin naften karbohidrogenlərinə olan nisbətlərindən tam asılı deyildir.

Apardığımız tədqiqatlar sübut edir ki, əlaqələrin qeyri-müəyyənliyi neftin tərkibindəki bərk karbohidrogenlərin əmələ gətirdiyi QAPÇ-i, parafinin formalaşması xüsusiyyətləri ilə müəyyən oluna bilər. Şaxələnmiş aromatik, naften və izoalkanlar nə qədər çox olarsa, parafinlərinin əmələ gətirdiyi assosiatların davamlılığı bir o qədər möhkəm olur, çünki bu tip birləşmələr kristallik quruluşlu maddələri, maye kütləsində yüksək saxlamaq qabiliyyətinə malikdirlər. Metan sırası karbohidrogenlərinin xüsusi ilə yüksəkmolekullu parafinlərin miqdarının çox olmasından əmələ gəlmiş bərk formalı QAPÇ-in həll olmasını bir o qədər asanlaşdırır.

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, boru kəmərlərinin istismarı zamanı əmələ gələn yumşaq və yarım maye vəziyyətində olan QAPÇ-ni təmizləmək asan başa gəlsə də, normal alkanların əmələ gətirdiyi bərk QAPÇ-in təmizlənməsi üçün xüsusi üsullar tətbiq olunmalıdır ki, bu da külli miqdarda vəsait tələb edir. Məlum olmuşdur ki, magistral boru kəmərlərində Azeri Laight neftlərinin nəqli zamanı (200 m³/saat) QAPÇ-in əmələ gəlməsi 200 gündən sonra hiss

olunmağa başlayır. Bərk hissəciklərin sıxlığının azalması ilə bu müddət dəyişə bilər.

QAPÇ-nin əmələ gətirdiyi “şatdankənar” kavitasiya prosesi yaranmasına səbəb, boru kəmərlərinə edilən xarici təsirlər, zəlzələlər, torpaq sürüşmələri, hidrostatik təzyiqdən olan yüklər, temperatur dəyişmələri, küləyin, su dalğalarının təsirindən yaranan yüklər, boruların və örtüklərinin kütləsini və s. olması müəyyən edilmişdir. Daxili təsirlər isə əsasən maye və qazların nəqli zamanı kəmərdə yaranan təzyiqlə bağlıdır. Magistral kəmərlərdə yaranan kavitasiya zonalarını təyin edib neftlərin fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişməsinə uyğun müyyən fikirlər sürmək mümkündür.

Kavitasiya prosesinin axın zamanı modelləşdirilməsi; turbulent axın zamanı bir-birinə qarışmayan özlü mayelərin texnoloji prosesinin əsası onları təşkil edən komponentlərin tərkibindən asılıdır. Turbulent axınlar xüsusi qurğular vasitəsi ilə həyata keçirilir və ona zamandan asılı olaraq müxtəlif mürəkkəb termodinamik parametrlər (temperatur, təzyiq və s.) təsir göstərir. Bu parametrləri tənzimləməklə, avadanlıqlarda kavitasiya prosesini nəzarətdə saxlamaq olar ki, bunun əsasında da, yüksək keyfiyyətli məhsulların əldə olmasına şərait yaratmaq mümkündür.

Turbulent axının hidrodinamik və kavitasion axınının riyazi modelləşdirilməsi üçün ən dəqiq metod Nave-Stoks (RANS - Reynolds-averaged Navier-Stokes) tənliyinin tətbiqi ilə aparılmışdır. Yüksək turbulent axınlar zamanı, təzyiqin aşağı düşməsi nəticəsində kavitasiya qabarcıqlarının əmələ gəlməsi və partlaması səbəbindən ayrılımlar baş verir ki, bu hadisə çox fazalı axının yaranmasına səbəb olur. Təklif edilmiş kavitasiya modelində iki fazanın (maye və qaz) mövcudluğu nəzərdə tutulur ki, bunların arasında kütlə mübadiləsi baş verir. Kavitasiya modelində əsas axına maye, qaz və qeyri-stabil qazlar qarışığı aid edilir. Hərəkət tənliyi üçün, axın və turbulentliyin effekti nəzərdə tutulur. Tədqiqat işində eksperimental nəticələr əsasında təklif edilmiş model özünü doğrultmamışdır, belə ki, Reynolds ədədinin orta qiyməti Nave-Stoks tənliyinə görə turbulent axının bütün diapazonun ölçülərinə görə təyin edilmişdir.

Turbulent axın zamanı hərəkət iki prinsiplial ölçüyə ayrılır: iriölçülü turbulentslik, hansı ki, axının həndəsi ölçülərini və strukturasını xarakterizə edir, lakin universal şəkildə təsvir edilmir, ikincisi isə kiçik ölçülü turbulentslik olub tarazlıq halında olur və universal strukturaya malikdir.

Böyük axınların modelləşdirilməsi üsulunda (LES-Large Eddy Simulation), böyük ölçülü axınların strukturunun hesablanması Nave-Stoks tənliyinin inteqrallaşdırılmış formasının köməkliyi ilə həyata keçirilir. Kiçik axınların ölçülərinin fərqi məsələlərin ölçülərindən çox böyük olmur və universal təbiətə malik olurlar və təxmini rasionallar əsasında modelləşdirilirlər. Kiçik ölçülü döyüntülərin kənarçıxmalarının qarşısını almaq məqsədi ilə turbulentsli axınlar üçün qısa dalğalar ötürən operator proqramlarından istifadə olunur.

Məlum olmuşdur ki, bu zaman sistemin nəticələri tənliklə bağlı olmur, kiçik ölçülü turbulentsliyin nəticələri modellə qeyri-xətti asılılıq vəziyyətində olur, bu səbəbdə alınmış nəticələr praktikada özünü doğrultmur.

İstənilən axın üçün ən perspektiv hesab olunan üsul bir başa hesablanan (DNS - Direct Numeric Simulation) modelləşdirmə üsulu qəbul edilmişdir. Yüksək turbulentsli özlü neftlərdə axının turbulentsliyi - böyük ölçüdə kiçik ölçüyə qədər böyük spektrə malik olurlar. Kiçik ölçülü turbulentslik üçün xarakterizə edici zamanın qiyməti çox kiçikdir, turbulentsliyin bu göstəricisi özlü neftlərin turbulents axını zamanı əsas rol oynayır.

QAPÇ-nin əmələ gətirdiyi belə zonalarda “ştatdankənar” kavitsasiya prosesinin getdiyinin müyyənləşdirilməsi üçün qrafoanalitik metod təklif olunmuş və onların aradan qaldırılması üçün ilk dəfə olaraq kimyəvi üsul nanoquruluşlu koordinasiya polimer əsaslı kompozitlərin tətbiqi təklif edilmişdir.

Müəyyən olunmuşdur ki, hazırda bəzi texniki səbəblərə görə kavitsasiya prosesini modelləşdirmək mümkünsüzdür.

NƏTİCƏ

1. Emal zavodlarına və ixrac olunan əmtəə neftlərinə qoyulan tələblər nəzərə alınmaqla sinifləri, görünüşləri, tipləri və qruplarından asılı olaraq AZS 115-2004, GOCT 51858-2002 texniki şərtlərinə

uyğun olaraq Azərbaycanın müxtəlif neftlərinin komponent tərkibinə uyğun təhlilləri aparılaraq nəql zamanı yaranan reofiziki-kimyəvi problemlər həl edilmişdir.

2. FOCT və ASTM-ə uyğun aparılmış analizlərin nəticələri arasında xətanın mövcud olmasını nəzərə alaraq, yarana biləcək orbitraj məsələlərində ortaya çıxan çatışmazlıqları FOCT P ISO 5725-2-2002 standartlarına uyğun Azərbaycan neftlərinin keyfiyyətini analiz etməklə aradan qaldırılmasının mümkünlüyü göstərilmişdir.

3. Dənizdə sualtı boru kəməri ilə nəql prosesində temperaturun azalması ilə neftin reoloji xassələri pisləşməsinə nəzərə alaraq, nəqlin effektivliyini artırmaq üçün neft, kondensat, su qarışığının birgə nəqli texnologiyası işlənmişdir və ilk dəfə olaraq neft, kondensat və su qarışığı üçün üç parametmə-sıxlığa, sulaşmaya və kondensatın qarışıqda miqdarına görə üç ölçülü asılılıq müəyyən edilmiş və empirik düstur verilmişdir.

4. Ardıcıl nəql prosesi zamanı yanacağı keyfiyyət bankını qoruyub saxlamaq üçün TC-1 aviasiya kerosininə 3 %-ə qədər A-76 benzin fraksiyası əlavə edilməklə, ümumi karbohidrogəndən təşkil olunmuş orta mövqeyə malik bufer məhsulu təklif edilmişdir.

5. TC-1 markalı kerosin fraksiyasının və 50/70-markalı bitumun müxtəlif qarışıqlarının kompaundlarının, reofiziki-kimyəvi təhlillərinin nəticələrinə əsaslanaraq, həmin qarışıqları təzədən emala deyil, onları müvafiq yanacaq fraksiyası kimi istifadə olunmasının böyük iqtisadi səmərə verə biləcəyi müəyyən edilmişdir.

6. Neft qarışıqlarının toplanması və nəqli zamanı boru kəmərlərində makroskopik bərk fazanın çökməsi və AQP çöküntülərinin əmələ gətirdiyi obliterasiya zonalarının yaranmasının reofiziki-kimyəvi əsasları işlənib hazırlanmış və Azərbaycan neftləri timsalında, qarışıqlara additivlik qaydasının tətbiq olunmasının yolverilməzliyinin nəzərə alınması və rasiyal qarışıqların alınması üçün ilkin laboratoriya sınaqlarının aparılması zəruri şərt kimi göstərilmişdir.

7. Neftlərin və neft məhsullarının nəqli zamanı qarışmasından yaranan məsələlərin, onların reoloji parametrlərdən çox, keyfiyyət bankından asılı olduğu müəyyən olunmuş və onların əsas həlli yolları göstərilmişdir.

8. Mazutun reofiziki-kimyəvi xassələri təyin edilən zaman, müəyyən edilmişdir ki, adi şəraitdə mazutda suyun miqdarı 10-15 % -ə çatdıqda, onun özlülüyü 2 dəfə artır və 30-40 °C-temperaturunda 10 % sulaşmada, 60-80 °C- temperaturunda 15% sulaşdırdıqda özlülüyü, mazutun ilkin özlülüyündən kiçik olur ki, bu da mazutun boru kəməri ilə fasiləsiz nəqli zamanı böyük səməərə verir.

9. Muradxanlı, Qarasu, Salyan, Şirvan, Neftçala, Qobustan, Petro-Hong Kong-Pirsaat neftlərinin qarışığının reofiziki-kimyəvi xassələrinə CHIX-2005 aşqarının təsiri öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, hər hansı bir neftin reoloji parametrlərini yaxşılaşdırmaq üçün həmin neftin keyfiyyət bankı müvafiq standartlarla təyin edildikdən sonra, onlara tərkibindəki AQPÇ-nin quruluşlarına uyğun aşqarların seçilməsi vacib şərt kimi qəbul olunmalıdır.

10. Nanoquruluşlu koordinasiya polimer əsaslı Baf-1, Baf-2 reagentlərinin neftlərin reofiziki-kimyəvi xassələrinə təsiri Muradxanlı əmtəə neftinin təmsalında öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, otaq temperaturda neftin özlülüyü ilkin özlüləklə müqayisədə 51%-ə qədər aşağı düşür ki, bu da onun boru kəməri ilə nəqlinin effektivliyini təmin edə bilər.

11. Nanoquruluşlu koordinasiya polimer əsaslı BAF-1 və BAF-2 reagentlərinin neftin reofiziki-kimyəvi xassələrinə təsir mexanizmini öyrənmək məqsədi ilə neftin quru qalığı fraksiyaları (reagentsiz və reagentlə) rentgenoqrafik (X-ray) və elektron mikroskopunda tədqiq olunmuş və tədqiqatların nəticələri göstərmişdir ki, bu reagentlər neftin tərkibində olan və bilavasitə neftlərin reofiziki-kimyəvi xassələrini pisləşdirən asfalten-qatran-parafin assosiatlarını tamamilə dağıdırlar. Reagentlərin bu xüsusiyyəti nəzərə alınaraq onlar əsasında hazırlanmış kompozit məhlullardan istifadə etməklə əsasən asfalten-qatran-parafindən ibarət olan dib çöküntülərinin və nəql boru kəmərlərində əmələ gələn “şatdankənar” kavitasiya zonalarının yuyulması üçün effektiv üsul hazırlanmışdır.

12. Azərbaycanın parafinli, Şıxbağı, Bulla-dəniz və qatran-asfaltenli Şirvan neftlərinə kavitasiya mühitində kimyəvi həlledicilərlə, təsir etməklə onların reofiziki-kimyəvi xassələri təhlil edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, həlledicilər neftin dispers sistemlərində qrup şəkilində

maddələrin molekulyar hərəkətini dəyişir, özlülüyünü və dispers hissəciklərin dayanıqlığını aşağı salır.

13. Qərarlaşmış hərəkət rejimlərində Neft Kəmərləri İdarəsinin, Sumqayıt-Şirvanovka xəttindən yaranan sərbəst axın zonalarının yerini və həcmi təyin etmək üçün qrafo-analitik üsul təklif edilmiş və “şatdankənar” kavitasiya zonalarının təyində istifadə edilmişdir.

14. Neft və neft məhsullarına kavitasiya prosesini tətbiq etməklə onların reofiziki-kimyəvi xassələri tədqiq edilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, hidrodinamik kavitasiya prosesi tətbiqi ilə tezlik və zaman parametrlərini əsas faktor kimi götürülməklə nəqlin səmərəliliyini artırmaq mümkündür.

ƏLAVƏLƏR

Əlavələrdə tətbiq aktları, beynəlxalq laboratoriyada aparılan eksperimental nəticələrin protokolu, BAF-1, BAF-2 markalı nanoquruluşlu koordinasiya polimer əsaslı kimyəvi reagentlətlərin tətbiqi üçün Azərbaycan respublikası milli sertifikatlaşdırma sisteminin verdiyi uyğunluq sertifikatı, ixtiralara verilmiş patent sənədləri, neft və neft məhsullarının analizlərinin aparılması zamanı alınmış nəticələrin dürüstlüyünü təsdiqləyən beynəlxalq sertifikatları təqdim edilmişdir.

DİSSERTASIYANIN ƏSAS MƏZMUNU VƏ NƏTİCƏLƏRİ AŞAĞIDAKI İŞLƏRDƏ NƏŞR OLUNMUŞDUR

1. Нуруллаев, В.Х., Келеова, И.Н. Мониторинг современных методов транспортировки и хранения экологически чистых дизельных топлив, полученных из азербайджанских нефтей / Нфтегазовой форм XVIII Международная специализированная выставка. Газ, нефть технологии. СПб.: – Уфа, – 2010, – с. 141-142.
2. Исмаилов, Г.Г. Об учёте определении структурной устойчивости течений аномальных систем в нефтесборной сети / Г.Г. Исмаилов, М.М. Кулиев, В.Х. Нуруллаев [и др.] // Трубопроводный транспорт: теория и практика, – М.: – 2010, № 4, – с. 31-33.
3. İsmayılov, Q.Q. Azərbaycanın ixrac olunan neftlərinin keyfiyyət göstəricilərinin beynəlxalq standartlara uyğun təhlilinin zəruriliyi haqqında / Q.Q.İsmayılov, V.X.Nurullayev, İ.N.Kelova // Azərbaycan neft təsərrüfatı, – Bakı: – 2011, № 5, – s. 33-37.
4. Nurullayev, V.X. Neftin nəqli və emalı zamanı kavitasiya texnologiyalarının tətbiqinin perspektivliyi barədə / V.X.Nurullayev, S.T.Əliyev // Azərbaycan ali texniki məktəblərinin xəbərləri, – Bakı: – 2011, № 5, – s. 23-28.
5. Nurullayev, V.X. Sualtı boru kəmərlərinin etibarlılığına hidrostatik təzyiğin təsiri haqqında / V.X.Nurullayev, V.K.Quliyev, S.T.Əliyev [və b.] // Azərbaycan ali texniki məktəblərinin xəbərləri, – Bakı: – 2012, № 4, – s. 17-21.
6. Nurullayev, V.X., Əliyev, S.T. Neftin nəqli və emalı zamanı kavitasiya texnologiyalarının tətbiqinin perspektivliyi barədə / Neftqazçıxarmada yeni texnologiyalar II Beynəlxalq elmi-təcrübi konfrans. MT.: – Bakı, – 2012, – s. 219-220.
7. Нуруллаев, В.Х. О влиянии кавитации на реологические свойства нефтей при трубопроводном транспорте / В.Х. Нуруллаев, М.Ш.Газыев, С.Т. Алиев // Азербайджанское нефтяное хозяйство, – Bakı, – 2012, № 7-8, – s. 50-54.
8. Нуруллаев, В.Х., Исмаилов Г.Г., Гулиев В.К. [и др.]. О возможности снижения экологических рисков при транспортировке мазута / Материалы международной научно-прак-

- тической конференции проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности. СПб.: – Атырау, – 2012, – с. 243-252.
9. Исмаилов, Г.Г., Нуруллаев, В.Х., Нурмамедова, Р.Г. Об определении плотности разбавленной нефти с учётом обводнённости смеси / Труды пятой междуна. научно-практической конференции проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии. СПб.: –Алмата, – 2013, – с. 306-311.
 10. Исмаилов, Г.Г., Нуруллаев, В.Х., Гулиев, В.К. [и др.]. Об изменении реологических и физико-химических свойств мазута при смешивании его с водой / Межд. научн. практическая конференция. Инновационное развитие нефтегазового комплекса Казахстана. СПб.: –Актау, – 2013, – с. 533-537.
 11. Исмаилов, Г.Г., Нуруллаев, В.Х., Гулиев, В. К. [и др.]. About the chance of quality indicators of cargo oil in cavitation zone / Экология и нефтегазовый комплекс. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. СПб: – Атырау, – 2013, – с. 422-423.
 12. Нуруллаев, В.Х. О регулировании качественных показателей транспортируемых нефтей с помощью кавитационных технологий / В.Х. Нуруллаев // Азербайджанское нефтяное хозяйство, – Баки, – 2013, № 9, – с. 51-54.
 13. Нуруллаев, В.Х. О влиянии кавитации на образование асфальтосмолопарафиновых отложений в трубопроводах / В.Х.Нуруллаев, С.Т. Алиев // Вестник Азербайджанской Инженерной Академии, – Баки, –2013, № 4, – с. 66-72.
 14. Нуруллаев, В.Х. О возможности регулирования технологического режима перекачки смеси мазут-нефть / В.Х.Нуруллаев, Ф.С. Гахраманов, С.Т. Алиев // Вестник Азербайджанской Инженерной Академии, – Баки, – 2014, № 2, – с. 83-88.
 15. Nurullayev, V.H. The theoretical analysis of crude oil vapour pressure and cavitation technologies studying of physical and chemical properties of transported oil in the course of cavitation / V.H. Nurullayev // Science and Applied Engineering Quarterly, – London, U.K.: – 2014, № 5, – p. 23-29.
 16. Нуруллаев, В.Х. Регулирование физико-химических свойств

- нефтепродуктов при последовательной перекачке / В.Х.Нуруллаев // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья, – Москва, – 2014, № 2, – с. 28-32.
17. Нуруллаев, В.Х. Реологическая и физико-химическая закономерность уменьшения энергетических затрат транспортировки мазута при смешивании с водой / В.Х. Нуруллаев, Ф.С. Гахраманов, С.Т. Алиев // Нефтепромысловое дело, – Москва, – 2014, № 11, – с. 53-63.
18. Нуруллаев, В.Х. Мониторинг авиационных топлив при транспортировке и хранения современными методами / В.Х.Нуруллаев // Вестник Азербайджанской Инженерной Академии, – Баки, – 2014, № 4, – с. 59-67.
19. Нуруллаев, В.Х. Смешивание нефтей и формулы для нефтеводоконденсатных смесей / В.Х.Нуруллаев // Нефть и Газ, – Атырау, 2014, № 4, с. 95-106.
20. Nurullayev, V.X. Müxtəlif çeşitli neft məhsullarının ardıcıl nəqlinin qanuna- uyğunluqları / V.X.Nurullayev // Azərbaycan neft təsərrüfatı, – Bakı, – 2014, № 12, – с. 40-44.
21. Нуруллаев, В.Х., Гахраманов Ф.С., Алиев С.Т. Теоретический анализ кавитационных технологий и изучение физико-химических свойств транспортируемой нефти в процессе кавитации / В.Х. Нуруллаев, Ф.С.Гахраманов, С.Т. Алиев // Вестник Азербайджанской Инженерной Академии, – Баки, – 2015, № 2, – с. 96-104.
22. Нуруллаев, В.Х. Определение физико-химических свойств смешиваемых нефтей, перекачиваемых по трубопроводом / В.Х.Нуруллаев // Oil and Gaz Journal, RUSSIA, – Москва, – 2015, № 6, – с. 84-90.
23. Нуруллаев, В.Х. Транспорт нефтей с помощью кавитационных технологий и определение плотности с учетом обводненности / В.Х.Нуруллаев, Г. Г.Исмаилов // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья, – Москва, – 2015, № 1, – с. 7-13.
24. Нуруллаев, В.Х., Зейналов, Р.Л. О взаимодействии нефтей при их смешении / 69-ой международной научной

- конференции Нефть и Газ. СПб.: – Москва, – 2015, – с. 377
25. Нуруллаев, В.Х., Мусаев С.Ф. Эмпирические формулы для прогнозирования обводненности и плотности нефтеводо-конденсатных смесей / 69-ой международной научной конференции Нефть и Газ. СПб.: – Москва, – 2015, – с. 378
26. Усубалиев, Б.Т. Использование наноструктурных координационных соединений для снижения вязкостей тяжелых товарных нефтей при транспортировке / Б.Т. Усубалиев, Э.Э. Рамазанова, В.Х. Нуруллаев, [и др.] // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов, – Москва, –2015, – т.3, № 101, – с. 117-127.
27. İsmayılov, Q.Q. Neftlərin qarışması zamanı yaranan spesifik problemlər haqqında / Q.Q. İsmayılov, R.Q. Nurməmmədova, V.X.Nurullayev [və b.] // Azərbaycan neft təsərrüfatı, – Bakı, – 2015, № 10, – с. 30-36.
28. İsmayılov, Q.Q. Qərarlaşmış rejimdə neft kəmərlərində sərbəst axın sahələrinin təyini üçün qrafoanalitik üsul / Q.Q. İsmayılov, V.X.Nurullayev, E.A. Zeynalov // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, – Bakı, – 2015, № 3, – s. 91-104.
29. Нуруллаев, В.Х., Гахраманов, Ф.С., Усубалиев, Б.Т. Механизмы образования кавитационной зоны на внутренней поверхности трубопровода / XI Всероссийская научно-техническая конференция Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России. СПб.: – Москва, – 2016, – с. 168
30. Усубалиев, Б.Т., Гахраманов, Ф.С., Нуруллаев, В.Х. Методы, предотвращающие образования кавитационной зоны на внутренней поверхности трубопровода / XI Всероссийская научно-техническая конференция “Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России”. СПб.: – Москва, – 2016, – с. 177
31. Гахраманов, Ф.С., Нуруллаев, В.Х., Усубалиев, Б.Т. Размыв и удаление донных отложений резервуаров с помощью композитных растворов на основе наноструктурных координационных полимеров / XI Всероссийская научно-техническая конференция Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России. СПб.: – Москва, – 2016, – с. 149

32. Nurullayev, V.H. Education mechanisms cavitation zones by means of asphalt-pitch-wax deposits on a surface to a pipelines / V.H. Nurullayev, F.S. Gahramanov, B.T. Usabaliyev // International journal of engineering sciences and research technology, – India, – 2016, – v.5, № 1. – p. 441-447.
33. Nurullayev, V.H. The basis of physical and chemical properties of oil products and their regulation at consecutive transfer / V.H. Nurullayev // Research journal of chemical and environmental sciences, – India, – 2016 – v.4, № 1, – p. 35-42.
34. Nurullayev, V.X. Neft məhsullarının qarışmasının təhlili və yanacaq resurslarının artırılmasının iqtisadi səmərəli yolları / V.X. Nurullayev, F.Q. Seyfiyev // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, – Bakı, – 2016, № 1, – s. 78-38.
35. İsmayılov, Q.Q. Neft qarışıqlarının reofiziki xüsusiyyətlərinin anomallığı haqqında / İsmayılov Q.Q., Nurullayev V.X., Nurməmmədova R.Q. [və b.] // Azərbaycan neft təsərrüfatı, – Bakı, – 2016, № 1, – c. 32-39.
36. İsmayılov, G.G. The prediction of water cutting and density of oil water condensate mixes / G.G. İsmayılov, V.H. Nurullayev, S.F. Musaev, [et. al.] // International journal of engineering sciences and research technology, – India, – 2016, – v.5, № 8. – p. 768-775.
37. Nurullayev, V.H. Transportation of mazut using cavitation technologies / V.H. Nurullayev // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, – Bakı, –2016, №3, – s.74-84.
38. Nurullayev, V.H. Improved measurement method of physical and chemical properties of oil products by fewer tests / V.H. Nurullayev // International Journal of Petroleum and Geoscience Engineering, – Malaysia, – 2016, – v.4, №2 – p. 66-77.
39. İsmayılov, G.G. The Role of Saturated Vapor Pressure of Cavitations in the process of oil supply / G.G. İsmayılov, V.H. Nurullayev, E.H. İskenderov // Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, – India, – 2016, – v. 5, №4 – p. 15-24.
40. Нуруллаев, В.Х. Трансформация негатива в позитив. Кавитация в нефтепроводах улучшает свойства нефти / В.Х.

- Нуруллаев // Oil and Gaz Journal. RUSSIA, – Москва, – 2016, №9. – с. 104-108.
41. Нуруллаев, В.Х. Мониторинг, транспортировка и хранение низкозастывающих дизельных и авиационных топлив, полученных из азербайджанских нефтей / В.Х. Нуруллаев // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья, – Москва, – 2016, №1. – с. 40-44.
 42. Ismailov, G.G., Diagnosing of Structural Modes of Gas Flow In The Pipeline Systems / G.G. Ismailov, R.A. Ismailov, V.H. Nurullayev, [et. al.] // Bulletin of Environment, Pharma-cology and Life Sciences, – India, – 2016, – v.5, №10 – p. 28-34.
 43. Nurullayev, V.H. Influence of Hydrodynamic Cavitation on Rheological and Transportable Properties Viscous Crude Oils / V.H. Nurullayev, G.G. Ismailov, B.T. Usabaliyev, [et. al.] // International Journal of Petroleum and Petrochemical Engineering, – India, – 2016, – v.2, №2 – p. 8-16.
 44. Usabaliyev, B.T. Structural and Chemical Research of Coordination Compounds of Hexaaqua Bisbenzol-1, 2, 4, 5-Tetracarbonate Diiron (II) With A Layered-Porous Structure, For Heavy Crude Oil / B.T. Usabaliyev, D.B. Taghiyev, V.H. Nurullayev, [et. al.] // International Journal of Nano Studies & Technology, – USA, –2017, – v.2, №1 – p. 123-127.
 45. Usabaliyev, B.T. Structural and Chemical Research of Coordination Compounds of Hexaaqua Bisbenzol 1,2,4,5-Tetracarbonate Diiron (II) with a Layered-Porous Structure / B.T. Usabaliyev, D.B. Taghiyev, V.H. Nurullayev, [et. al.] // Journal of Nanomaterials & Molecula Nanotechnology, – USA, – 2017, v.6, №1 – p. 1-5.
 46. Нуруллаев, В.Х. Условия образования кавитационных зон и их действия на физико-химические характеристики нефтей / В.Х. Нуруллаев // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья, –Москва, – 2017, №1. – с. 38-42.
 47. Nurullayev, V.H. Coordination Comppounds of Hexaaqua Bisbezol-1, 2, 4, 5-Tetracarbonate Diiron (II) with a Layerd-Porous Structure, To Reduce Viscosity Crude Oil / V.H. Nurullayev, B.T. Usabaliyev, D.B. Taghiyev, [et. al.] // Archives

- of Petroleum & Environmental Biotechnology, – USA, – 2017, №1 – p. 1-4.
48. Usubəliyev, B.T. Neftlərin reofiziki-kimyəvi xassələrinə təsir edən faktorlar və onların nəticələrinin tərkib və quruluş baxımından əsaslandırılması / B.T. Usubəliyev, V.X. Nurullayev // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, – Bakı, – 2017, №2, – s. 81-89.
 49. İsmayilov, Q.Q. Neft qarışıqlarının reo-nano-kimyəvi xüsusiyyətləri haqqında / Q.Q. İsmayilov, V.X. Nurullayev, M.B. Adıgözəlova // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, – Bakı, – 2017, № 4, – s. 75-85.
 50. Nurullayev, V.H. Synthesis and structural-chemical studies of hexoquatribenzene - 1, 2, 4, 5- tetracarbon-tetrairon (III) coordinator compound / V.H. Nurullayev, B.T. Usubaliyev, D.B. Taghiyev, [et. al.] // Frontiers in Nanoscience and Nanotechnology, – USA, – 2017, v.3, №2 – p. 1-4.
 51. Усубалиев, Б.Т., Рамазанова Э.Э., Нуруллаев В.Х. [и др.]. Патент № 030108 Евразийские. Способ очистки нефтяных резервуаров. Опубл. –29.06.2018.
 52. Усубалиев, Б.Т., Рамазанова, Э.Э., Нуруллаев, В.Х. [и др.]. Патент № 030154 Евразийские. Способ снижения вязкости товарных нефтей. Опубл. – 29.06.2018.
 53. Nurullayev, V.X., Usubəliyev, B.T., Murvatov F.T. [et. al.]. Промывания кавитационных зон, образующихся в трубопроводах, при транспортировке нефти / Proceedings of the international conference dedicated to the 90th anniversary of Academician Azad Khalil oglu Mirzajanzade, – Bakı, – 2018, – p. 569-571.
 54. Nurullayev, V.H. Increasing the efficiency of crude oil and petroleum products by the application of nano-chemical and cavitation technologies / V.H. Nurullayev, G.G. İsmayilov, B.T. Usubaliyev // – Germany. Amazon – 2018. – 132 p.
 55. Nurullayev, V.H. Influence of hydrodynamic cavitation on the rheological properties and microstructure of formulated crude oil / V. H. Nurullayev, G. G. İsmayilov, B.T. Usubaliyev // World Scientific News, – Polish, – 2018, v.91, №1 – p. 44–58.

56. Nurullayev, V.X. Aviasiya yanacaqlarının nəqli və saxlanması zamanı, keyfiyyət parametrlərinin qorunması üçün müasir texnologiyaların tətbiqi / V.X. Nurullayev // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, – Bakı, – 2018, № 4, – s. 52-62.
57. Nurullayev, V.H. The Study on the Reduction of the Viscosity of Transported Heavy Crude Oil by Fe(II) and Fe(III) Complexes with Phthalic Acid / V.H. Nurullayev, B.T. Usubaliyev, D.B. Taghiyev // Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, – Iran, – 2019, v.38, №6 – p. 135-140.
58. Nurullayev, V.H. Selectivity in Improvement of Rheological Properties of Crude Oil / V.H. Nurullayev, B.T. Usubaliyev, F.S. Gehremanov // American Journal of Applied and Industrial Chemistry, – USA, – 2019 v.3, № 1– p. 1–8.
59. Usubəliyev, B.T., Ramazanova, E.E. Nurullayev, V.X. [və b.]. Azərbaycan Patenti a 2017 0073. Əmtəə neftlərinin özlülüyününün aşağı salınması üsulu. Nəşr olunub 31.01.2020.
60. Usubəliyev, B.T., Ramazanova, E.E. Nurullayev, V.X. [və b.]. Azərbaycan Patenti a 2017 0103. Neft çənlərinin təmizlənməsi üsulu. Nəşr olunub 31.01.2020.
61. Nurullayev, V.X., Usubəliyev, B.T., Qəhrəmanov, F.S. [və b.]. Azərbaycan Patenti a 2016 0097. Neft kəmərlərində kavitasiya zonalarının yuyulması. Nəşr olunub 31.01.2020.
62. Nurullayev, V.H. Using New Nanostructured Coordination Polymer Additives BAF-1 and BAF-2 in Crude Oils / V.H. Nurullayev, B.T. Usubaliyev // American Journal of Applied and Industrial Chemistry, – USA, – 2021, v.5, №1 – p. 1–6.
63. Mammedov, K.A. Application of new corrosion inhibitor for gathering pipelines for improving the ecological security / K.A. Mammedov, S.T. Aliyev, V.H. Nurullayev // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology, – Kazakhstan, – 2021, v.4, №448 – p. 32–39.
64. Usubəliyev, B.T. Neft və neft emulsiyalarında asfalten-qatran-parafin birləşmələrinin yeni nanoquruluşlu koordinasiya polimerlərinin tətbiqi / B.T. Usubəliyev, V.X. Nurullayev, F.T.

- Mürvətov, [və b.] // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, – Bakı, – 2020, №2, – s. 47-57.
65. Nurullayev, V.H. New methods of struggle with asphaltenresinparafin deposits in the processes of oil transportation / V.H. Nurullayev, B.T. Usubaliyev // Proceedings on Engineering Sciences, – Serbia, – 2021, v.3, №2, – p. 199-206.
66. Nurullayev, V.H. The application of condensate in the synthesis of nanostructured polymer-based composites for enhanced oil recovery / V.H. Nurullayev, F.T. Murvatov, Z.A. Abdullayeva // SOCAR Proceedings, – Baku, – 2022, №1, – p. 80–84.
67. Nurullayev, V.H. On the issues of perspectives for the development of the Siyazan monoclinical oil field of the republic of Azerbaijan / V.H. Nurullayev, F.T. Murvatov, A.V. Gasimzade // SOCAR Proceedings, – Baku, – 2022, №1, – p. 80–84.
68. Нуруллаев, В.Х. Теоретические и экспериментальные исследования влияния присадок на реологические свойства транспортируемой нефти, содержащей асфальтосмолистопарафиновые соединения / В.Х. Нуруллаев, Б.Т. Усубалиев, Г.Р. Гурбанов [и др.]. // Нефтепромысловое дело, –Москва, – 2022, №1, с. 46–55.
69. Nurullayev, V.H. The effectiveness of the coordination compounds to improve the rheological properties of oils during transportation / V.H. Nurullayev, B.T. Usubaliyev, G.R. Gurbanov, [et. al.] // New Materials, Compounds and Applications, – Baku, – 2022, v.6, №3, – p. 202-213.
70. Nurullayev, V.H. Coordination compounds for rheological and physical-chemical regularity of energy consumption decrease while transporting crude oils / V.H. Nurullayev, B.T. Usubaliyev, G.R. Gurbanov, [et. al.] // Turkish Journal of Engineering, – Turkish, – 2023, v.7, №3, – p. 180-185.
71. Nurullayev, V.X. Asfalten-qatran-parafin birləşmələrin neftlərin və emulsiyaların temperaturdan asılı olaraq reoloji xassələrinə təsiri / V.X. Nurullayev, G.R. Gurbanov, A.V. Gasimzade //

Azərbaycan ali texniki məktəblərinin xəbərləri, – Bakı, – 2023,
c.31, №8, – p. 234- 243.

Həmmüəliflərlə yerinə yetirilən işlərdə müəllifin şəxsi xidməti

[12, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 33, 37, 38, 40, 41, 46, 61] Müstəqil yerinə yetirilib:

[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 21] Məsələnin qoyuluşu, istehsalat və nəzəri məlumatların təhlili, tərtib edilməsi:

[14, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 39, 42, 43, 53, 54, 57, 58] Praktiki və nəzəri məlumatların toplanması, təhlili, tədqiqi, uyğunluq sertifikatın və kitabın hazırlanması.

[32, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71] Praktiki və nəzəri məlumatların toplanması, təhlili, tədqiqi, ixtira sənədlərinin tərtib edilməsi, hazırlanması və tətbiqi.



Dissertasiyanın müdafiəsi 26 aprel 2024-ci il tarixində saat 11:00 – da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.03 - Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Bakı şəhəri, D.Əliyeva küç. 227

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 15 mart 2024 il tarixində zəruri
(gün) (ay) (il)
ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 14.03.2024
Kağızın formatı: A5
Həcm: 77387
Tiraj:100