

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

YENİ ÜSUL VƏ TEXNOLOJİ MODELƏR ƏSASINDA KARBOHİDROGENLƏRİN ÇIXARILMASI, NƏQLİ VƏ SAXLANMASININ SƏMƏRƏLİLİYİNİN ARTIRILMASI

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

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Şəhriyar Əlövsət oğlu Bağırov**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ-nin nəzdindəki “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və Kimya” Elmi-tədqiqat İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: **Texnika üzrə elmlər doktoru, professor
Elman Xeyrulla oğlu İskəndərov**

Rəsmi opponentlər: **texnika üzrə elmlər doktoru, professor
Qafar Qulambüseyn oğlu İsmayilov
texnika üzrə fəlsəfə doktoru
Rövşən Lətif oğlu Zeynalov
texnika üzrə fəlsəfə doktoru
Elşən Arif oğlu Zeynalov**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti PHŞ-nin nəzdində fəaliyyət göstərən ED2.03 Dissertasiya Şurası

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

Dissertasiya Şurasının elmi katibi: **texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Yelena Yevgenyevna Şmonçeva**

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

İmzaları təsdiq edirəm

ADNSU PHŞ-nin Elmi katibi, texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
İnqilab Namiq oğlu Əliyev

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.

Neft və qazın çıxarılması, yığılması, hazırlanması, nəqli, saxlanması və emalının səmərəliliyi layihələndirmə və istismar proseslərində tətbiq edilən üsul və texnologiyalardan asılıdır.

Karbohidrogenlərin yığım-nəql sistemlərinin sabit işləməsi və texnoloji mürəkkəbləşmələrin qarşısının alınması yalnız müasir üsulların tətbiqi ilə mümkündür. Belə mürəkkəbləşmələr boru kəmərləri və avadanlıqların işini pozur, maya dəyərini artırır, fasilələr və boşdayanmalara səbəb olur.

Ən çox rast gəlinən problemlərdən biri quyudibi zonasından gələn məhsulda asfalten-qatran-parafin (AQP) birləşmələridir. Onlar daxili səthlərdə çöküntü yaradaraq avadanlıqların səmərəsini azaldır, qəzalara gətirir. Bu çöküntülərin ən çətin hissəsinin asfalten və qatran qarışıqlarından ibarət olması nəzərə alınaraq, onların parçalanması və səthə çıxarılması üçün yeni texnologiyanın işlənməsi xüsusi aktuallıq kəsb edir.

Xəzərin Azərbaycan sektorundakı bəzi qaz-kondensat quyularında lay təzyiqinin azalması nəticəsində retrograd kondensat və maye tıxacları yaranır, bu da məhsulun yığımında çətinlik yaradır. Quyudibi zonanın maye tıxaclarından təmizlənməsi üçün yeni texnologiya mühüm elmi-praktiki əhəmiyyət daşıyır.

Sualtı magistral qaz kəmərlərində əsas mürəkkəbləşmə qaz hidratlarıdır. Hidrat əmələ gəlməsi sistemin işini pozur, qəza və xammal itkisinə, həmçinin ekoloji problemlərə səbəb olur. Buna görə hidrat prosesinin vaxtında aşkarlanması və qarşısının alınması böyük əhəmiyyət daşıyır.

Neft-qazçıxarma sistemlərinin əsas obyektlərindən biri kompressor stansiyalarıdır. Azərbaycanda qazturbimli mərkəzdənqaçma kompressorlarının tətbiqi və dəyişkən parametrlərdə işləyən yeraltı qaz anbarlarının fəaliyyəti yeni təkmilləşdirmə üsullarının işlənməsini tələb edir. Pistonlu kompressorların pulsasiyalarına konstruksiyanın təsirinin qiymətləndirilməsi layihədən qabaqki araşdırmalarda faydalı ola bilər. Eyni zamanda, qazın

supersəsli hərəkətdən istifadə etməklə yeni texnoloji proseslərin yaradılması yüksək səmərəlilik verə bilər.

Göstərilən məsələlər neft-qaz sənayesi üçün spesifik və aktualdır. Oxşar tədqiqatların azlığı dissertasiyada aparılan işlərin orijinallığını artırır.

Tədqiqatın obyektı və predmeti.

1. Neft və qaz-kondensat quyularının QDZ-də gedən fiziki-kimyəvi proseslər və hasilat texnologiyası. Tədqiqatın predmetləri: neft quyularının QDZ-nin AQP çöküntülərindən və qaz-kondensat quyularının QDZ-nin maye tıxaclarından təmizlənməsi.

2. Təbii qazın sualtı dəniz kəmərləri ilə nəqli zamanı hidratyaranma ilə mübarizə. Tədqiqatın predmetləri: hidratyaranmanın başlanmasının təyin edilməsi üçün analitik üsulun və artıq başlanmış hidratyaranma prosesinin qarşısının alınması üsulunun işlənməsi.

3. Təbii qazın yığılması, nəqli və saxlanması sistemlərindəki kompressor stansiyaları. Tədqiqatın predmetləri: qazturbini kompressor stansiyalarının optimal texnoloji modelinin işlənməsi; dəyişən sıxılma parametrləri şəraitində kompressor stansiyalarının işinin təkmilləşdirilməsi və YQA kompressor stansiyalarının modelləşdirilməsi üsulunun işlənməsi; pistonlu qaz kompressorlarının pulsasiyalarının qiymətləndirilməsi metodunun işlənməsi, təbii qazın supersəsli hərəkəti əsasında yeni texnoloji proseslərin işlənməsi.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Tədqiqatın məqsədi karbohidrogenlərin hasilatı, nəqli və saxlanması sənəkililiyinin artırılması üçün innovativ üsulların işlənməsidir.

Tədqiqatın əsas vəzifələri aşağıdakı kompleks məsələlərin həllindən ibarətdir:

- Neft quyularının QDZ-ni AQP çöküntülərindən və qaz-kondensat quyularının QDZ-ni maye tıxaclarından təmizləmə texnologiyalarının işlənməsi hesabına karbohidrogenlərin yığılması və nəqli proseslərinin təkmilləşdirilməsi.

- Sualtı dəniz qaz kəmərlərində hidratyaranmanın başlanmasının təyini üçün analitik və başlanmış hidratyaranma prosesinin qarşısının alınması üçün dalğa-depressiya üsullarının işlənməsi.

- Ətraf mühit temperaturunun mövsümi dəyişməsi ilə bağlı qazturbini kompressor stansiyalarının optimal texnoloji modelinin işlənməsi.

- Sıxılma əmsalı az olduqda kompressorların məhsuldarlığının və yüksək təzyiqlər şəraitində kompressorların məhsuldarlıq-güc balansının tənzimlənməsi, yeraltı qaz anbarlarının kompressor stansiyalarının modelləşdirilməsi üçün texnoloji transfer üsulunun işlənməsi.

- Pistonlu qaz kompressorlarının konstruktiv xüsusiyyətlərinin çıxış qovşağının pulsasiyalarının amplitudasına təsirinin qiymətləndirilməsi üsulunun işlənməsi.

- Təbii qazın supersəsli hərəkəti əsasında yeni texnoloji proseslərin yaradılması üçün elmi tövsiyələrin işlənməsi.

Tədqiqat üsulları. Tədqiqat prosesində neft quyularının QDZ-nin AQP çöküntülərindən və qaz-kondensat quyularının QDZ-nin maye tıxaclarından təmizlənməsi texnologiyasının işlənməsində nəzəri və eksperimental; təbii qazın sualtı dəniz kəmərləri ilə nəqlində hidrataranma ilə mübarizə məsələlərinin tədqiqində nəzəri-empirik; təbii qazın yığılması, nəqli və saxlanması sistemlərindəki kompressor stansiyalarının işinin tənzimlənməsi, təkmilləşdirilməsi, modelləşdirilməsi məsələlərinin həllində statistik, müşahidə, modelləşdirmə və müqayisə etmə kimi eksperimental metodlardan istifadə olunmuşdur.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

- Neft quyularının süzgəc zonasının asfalten-qatran-parafin çöküntülərindən təmizlənməsi texnologiyası.

- İstismarın son mərhələsində olan pakersiz qaz-kondensat quyularının quyudibi zonasını maye tıxaclarından təmizləməklə hasilatın bərpası texnologiyası.

- Sualtı dəniz qaz kəmərlərində hidrataranmanın başlanmasının təyininin analitik üsulu.

- Başlanmış hidrataranma prosesinin qarşısının alınmasının dalğa-depressiya üsulu.

- Ətraf mühit temperaturunun mövsümi dəyişməsi ilə bağlı qazturbini kompressor stansiyalarının optimal texnoloji modeli.

- Sıxılma əmsalı az olduqda kompressorların məhsuldarlığının və yüksək təzyiqlər şəraitində kompressorların məhsuldarlıq-güc balansının tənzimlənməsi və YQA kompressor stansiyalarının işinin modelləşdirilməsi üçün texnoloji transfer üsulları.

- Pistonlu qaz kompressorların konstruktiv xüsusiyyətlərinin çıxış qovşağının pulsasiyalarının amplitudasına təsirinin qiymətləndirilməsi üsulu.

- Təbii qazın supersəsli hərəkəti əsasında yeni texnoloji proseslərin tətbiqi üçün tövsiyələrin işlənməsi.

Tədqiqatın elmi yeniliyi.

- İlk dəfə olaraq, neft quyularının QDZ-nin asfalten-qatran-parafin çöküntülərindən təmizlənməsi üçün AQP birləşmələrinin naften turşusu ilə parçalanmasını və ayrılmış asfaltenlərin pirolizin yüngül qatranı vasitəsilə həll olunaraq yer səthinə qaldırılmasını təmin edən texnologiya işlənmiş və mədən sınaqlarından keçirilmişdir.

- İstismarın son mərhələsində olan pakersiz qaz-kondensat quyularının quyudibi zonasının axın kanallarında çökmüş və tıxanmış kondensasiya sularının metanol vasitəsilə yer səthinə qaldırılmasına və su tıxaclarının təmizlənməsi nəticəsində kanallarda formalaşan yüksək sürətli qaz axını sayəsində quyu dibi zonanın kondensat yığımlarından da təmizlənməsinə əsaslanan texnologiyanın işlənməsi Günəşli yatağının və Qalmaz YQA-nın quyuları timsalında onun tətbiq kriteriləri işlənmiş və texnologiya mədən sınaqlarından keçirilmişdir.

- İlk dəfə olaraq, istismar parametrləri məhdud sayda məlum olan sualtı dəniz qaz kəmərlərində hidratyaranmanın başlanmasının təyini üçün analitik üsul işlənmişdir.

- İlk dəfə olaraq, başlanmış hidratyaranma prosesinin qarşısının alınmasının dalğa-depressiya üsulu işlənmiş, əməliyyat prosesində kəmərin sonundakı kranın bağlı qalma müddətinin təyin edilməsi üçün düstur təklif edilmişdir.

- Ətraf mühit temperaturunun mövsümi dəyişməsi ilə bağlı qazturbinli kompressor stansiyalarının səmərəli texnoloji modeli işlənmişdir.

- Sıxılma əmsalı az olduqda kompressorların məhsuldarlığının və yüksək təzyiqlər şəraitində məhsuldarlıq-güc balansının

tənzimlənməsi və yeraltı qaz anbarların kompressor stansiyalarının modelləşdirilməsi üçün texnoloji transfer üsulları işlənmişdir.

- İlk dəfə olaraq, pistonlu qaz kompressorlarının konstruktiv xüsusiyyətlərinin çıxış qovşağının pulsasiyalarının amplitudasına təsirinin qiymətləndirilməsi üçün universal üsul işlənmişdir.

- Təbii qazın supersəsli hərəkəti əsasında yeni texnoloji proseslərin yaradılması üzrə tövsiyələr işlənmişdir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Neft quyularının süzgəc zonasının asfalten-qatran-parafin çöküntülərindən təmizlənməsi texnologiyasının unikalılığı, naften turşusunun təsiri ilə qatran-asfalten birləşmələrinin daha dərindən parçalanması, ayrılan asfaltenlərin də pirolizin yüngül qatranı vasitəsilə həll edilməsi hesabına daha böyük təmizləmə effekti əldə edilməsindən ibarətdir. AQP çökməsi səbəbindən verimi azalmış və sayı ildə-ildə çoxalan ağır neftli yataqlarda bu texnologiyanın tətbiqi yüksək iqtisadi səmərə verə bilər.

Qaz-kondensat quyularının quyudibi zonasının maye tıxaclarından təmizlənməsi texnologiyasının tətbiqi ilə quyuda qazı qəbuletmə əhəmiyyətli dərəcədə arta bilər. Bu texnologiyanın vaxtilə yüksək debitə malik olmuş Günəşli, 8 Mart, Abşeron bankası və digər yataqların, eləcə də son illər qazılmış və hal-hazırda kifayət qədər yüksək lay təzyiqinə malik olan Ümid və Bulla-Dəniz yataqlarının quyularında istifadəsi hasilat artımı ilə yanaşı yüksək iqtisadi dividendlərə səbəb ola bilər.

Sualtı dəniz qaz kəmərlərində hidratyaranmanın başlanmasının təyini və dalğa-depressiya üsulları, qaz kəmərinin tıxanması kimi qəzanın profilaktikasını və qarşısının alınmasını təmin edərək, qazın hasilatı və nəqlində itkilərin, istehlakçılara qazın çatdırılmasında yarana biləcək problemlərin qarşısını almaqla yanaşı, yarana biləcək böyük iqtisadi ziyanın aradan qaldırılmasını təmin edə bilər.

Təbii qazın yığılması, nəqli və saxlanması sistemlərindəki kompressor stansiyalarının işinin tənzimlənməsi, təkmilləşdirilməsi və modelləşdirilməsi ilə bağlı işlənmiş üsullar və modellər yaranan mürəkkəbləşmələrin aradan qaldırılmasında istifadə oluna bilər.

Təbii qazın supersəsli hərəkətindən istifadə yeraltı qaz anbarlarının kompressor stansiyalarının yenidənqurulması layihələrində istifadə oluna bilər.

Dissertasiya işinin aprobeşiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin nəticələri aşağıdakı iclas və konfranslarda müzakirə edilmişdir:

1. Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdindəki “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” ETİ-nin iclaslarında.

2. Azerbaijan and Caspian Sea Oil & Gas Week. Baku. 2013.

3. Əsrin müqaviləsinin 20 illiyinə həsr edilmiş elmi konfrans. Sumqayıt. 23-24 sentyabr 2014-ci il.

4. Akademik S.C. Mehdiyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş respublika elmi-praktiki konfransı. Bakı, 2-3 dekabr 2014-ci il.

5. XLV Международная научно-практическая конференция «Advances in Science and Technology», Москва, 15 июня 2022 г.

6. Международная научная конференция «Высокие технологии и инновации в науке», Санкт-Петербург, май 2022 г.

7. Международная научно-практическая конференция «Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе», Тюмень, 28 ноября 2022 г.

8. International Scientific-Practical Conference KhazarOilGasField, Baku, Azerbaijan, 6-7 December 2022.

Dissertasiya işinin nəticələri həmçinin “Bahar Energy” Əməliyyat Şirkətində mədən sınağından keçirilmiş və tətbiq aktı alınmışdır.

İşin dərci. Dissertasiya işinin əsas müddəaları 23 elmi işdə, o cümlədən 13 məqalə, 7 konfrans materialı və 3 patentdə əks olunmuşdur.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti nəzdində “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” Elmi-Tədqiqat İnstitutu.

İşin həcmi və strukturu. Dissertasiya işi 202 səhifə həcmində olub, 3 fəsildən, o cümlədən, 16 şəkildən, 43 cədvəldən, 27 qrafikdən, nəticə və təkliflərdən, 145 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

Dissertasiya işi, giriş - 12454 simvol, I fəsil – 46521 simvol, II fəsil – 152102 simvol, III fəsil – 24935 simvol, nəticə - 3567 simvol olmaqla, cəmi 239579 simvoldan ibarətdir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

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

Birinci fəsil ədəbiyyat icmalındır. Burada karbohidrogenlərin yığılması, nəqli və saxlanması istifadə olunan texnologiyalar təhlil olunmuş, həll olunacaq məsələlər müəyyənləşdirilmişdir. İcmal əsasında proseslərin mövcud elmi-praktiki səviyyəsi, üstünlükləri və çatışmazlıqları qiymətləndirilmiş, tədqiqat istiqamətləri müəyyən edilmişdir. Neft və qazın yığılması-nəqli daha böyük lay-istehlakçı sisteminin tərkib hissəsi olduğundan, mürəkkəbləşmələr bütöv sistemin və onun komponentlərinin qarşılıqlı təsiri fonunda öyrənilməlidir.

Ənənəvi araşdırmalar əsasən ayrı-ayrı seqmentlər üzrə aparılmışdır. Bu işə hər seqmentdə müxtəlif avadanlıq, material və reagentlərin istifadəsini tələb edir, bəzən işə bir seqmentdə görülən tədbir digərinə mənfi təsir göstərir. Nəticədə ümumi səmərəlilik azalır. Buna görə, quyuların rejimləri və quyudibi zonada gedən proseslər də nəzərə alınmalıdır. Belə ki, quyudibi təsir üçün istifadə olunan reagentlər sonrakı nəql proseslərinə də müsbət təsir göstərə bilər.

Neftin yığılması və nəqlində AQP çöküntülərinin təmizlənməsi üzrə çoxsaylı tədqiqatlar aparılsa da, asfalten-qatran birləşmələrinin parçalanması və ayrılan asfaltenlərin həll olunaraq səthə çıxarılması məsələsi işlənməmişdir. Bu istiqamət araşdırmaya daxil edilmişdir.

Qazın yığılması və nəqlinin təkmilləşdirilməsi məqsədilə qaz-kondensat quyularında retrograd kondensatın təsirini azaltmaq üçün müxtəlif texnologiyalar sınaqdan keçirilsə də, nəticələr lay və quyunun xüsusiyyətlərindən asılı olmuşdur. Buna görə Azərbaycandakı qaz-kondensat yataqlarında metanolla təsirin

effektivliyini dəqiqləşdirmək üçün əlavə tədqiqat və mədən sınaqları planlaşdırılmışdır.

Hidratyaranma üzrə çoxsaylı işlərə baxmayaraq, sualtı magistral kəmərlərdə prosesin başlanma anını vaxtında təyin etmək və yaranan hidratı effektiv aradan qaldırmaq üsulu hələ mövcud deyil. Bu problemin öyrənilməsi zəruri hesab olunmuşdur.

Təbii və səmt qazının saxlanması, xüsusən yeraltı qaz anbarlarında kompressor avadanlıqları üzrə tələblərlə dünya istehsalçılarının avadanlıqları arasında uyğunsuzluqlar mövcuddur. Bu səbəbdən layihələndirmə, dəstləşdirmə və quraşdırmadakı qaçılmaz xətaları azaltmaq üçün tədqiqatlara da geniş yer verilmişdir.

İkinci fəsildə yığım-nəql sistemlərinin səmərəliliyini artırmaq üçün yeni üsul və texnoloji modellər işlənmişdir. İlk olaraq, quyudibi zonanın AQP çöküntülərindən təmizlənməsi üçün texnologiya hazırlanmışdır: əvvəlcə pirolizin yüngül qatranı ilə səthi emal, sonra naften turşuları ilə parçalanma, sonda yenidən pirolizin qatranı ilə həll olunma. Bu üsul “Neft Daşları”, Ə.C.Əmirov adına və “Abşeronneft” NQÇİ-lərdə sınaqdan keçirilmiş və hasilat artımı qeydə alınmışdır.

QDZ-nin flüidın axın kanallarının daha dərindən təmizlənməsi üçün qeyd olunan həlledicilərlə yanaşı qatranların həlledicisi olan naften turşularından istifadə imkanları araşdırılmışdır.

Laborator nəticələr göstərmişdir ki, naften turşuları uzunmüddətli qatran çöküntülərini parçalayır, asfaltenləri isə aromatik karbohidrogenlər həll edərək laydan səthə çıxara bilər. Bunun əsasında 2 yeni texnologiya işlənmişdir: birində reagentlər ardıcıl, digərində isə qarışıq halda quyulara vurulur.

Ardıcıl texnologiyada komponentlər aşağıdakı ardıcılıqla süzgəc zonasına yerləşdirilir:

1. QDZ-nin kanallarının asfaltenlərdən yalnız səthi təmizlənməsi üçün $2,0 \text{ m}^3$ pirolizin yüngül qatranı + 20l deemulqator (Alkan).

2. Pirolizin yüngül qatranı və naften turşusunun bir-birinə qarışmaması üçün $0,1 \text{ m}^3$ şirin su.

3. Asfalten-qatran birləşmələrini parçalamaqla asfaltenlərin kütlədən ayrılması üçün $0,1-0,2 \text{ m}^3$ naften turşusu (quyu məhsulunda

qatranın kütlə payından asılı olaraq ümumi kompozisiyanın 3-6%-i).

4. Pirolizin yüngül qatranı və naften turşusunun bir-birinə qarışmaması üçün $0,1 \text{ m}^3$ şirin su.

5. Asfalten-qatran birləşmələrin parçalanması nəticəsində əlavə olaraq ayrılan asfaltenlərin həll edilməsi, süzgəc zonasındakı çöküntüləri həll edərək quyudan yer səthinə qaldırılması və aqressiv naften turşusunu quyunun süzgəc zonasından uzaqlaşdırılması üçün $1,0 \text{ m}^3$ pirolizin yüngül qatranı+10 litr deemulqator (Alkan) - ümumi kompozisiyanın 30%-i.

6. Kompozisiyanın tam həcmdə quyudibi zonaya yerləşdirilməsi, aqressiv kompozisiyanın quyunun istismar kəməmindən və süzgəc zonasından uzaqlaşdırılması üçün sıxıcı maye - şirin su (quyunun konstruksiyasından asılı olaraq).

Kompozisiyanın quyuda saxlama müddəti – 1-3 saat.

Ə.C.Əmirov adına NQÇİ-nin Puta yatağındakı 1862 sayılı quyusunda keçirilmiş mədən sınaqları nəticəsində neft hasilatı əvvəlki 0,3 tondan 0,5 tona qədər, yəni 67%, su 4,0 tona qədər (2 dəfə) artmışdır. Monitoring aparılan 54 gün ərzində hasilat stabil qalmışdır.

Qarışıq texnologiyada komponentlər QDZ-yə birgə vurulur.

İstismarın son mərhələsində olan qaz-kondensat quyularının QDZ-ni maye tıxaclarından təmizləməklə hasilatın bərpası texnologiyası işlənmişdir. Bu məqsədlə Günəşli və Abşeron bankası yataqlarındakı 45 quyunun üç illik hasilat göstəriciləri təhlil edilmiş və müdaxilə üçün potensial namizəd qaz-kondensat quyularının seçiminin aşağıdakı ilkin amilləri müəyyən edilmişdir: qaz hasilatının yüksək dinamika ilə azalması; neft və su hasilatının artmaması (stabil qalıb yaxud azalıb); quyuların dibinə kənar suların daxil olmaması. Texnologiyaya əsasən kondensat və ya suyun tıxanması səbəbilə hasilatı azalmış qaz quyularının debitini artırmaq üçün metanol kimi həlledicidən istifadə nəzərdə tutulur.

Texnologiyanın tətbiqi üçün əlavə meyarlar aşağıdakılardır:

- Lay təzyiqi – 25,0 MPa-dan aşağı;
- Keçiricilik – mümkün qədər aşağı ($k < 0,05$);
- Məsaməlik – ciddi texnoloji əhəmiyyət kəsb etmir (10-15% olarsa, daha yaxşıdır);

- Skin-faktor (hesablanıbsa) – müsbət, mümkün qədər yüksək;
- Lay suyunun duzluluğu - mümkün qədər aşağı (<200 mq/l).

Quyuya vurulacaq metanolun miqdarı süzğəc zonası qalınlığının hər metrinə 3,0-3,5 ton olmaqla təyin edilmişdir. Mədən sınaqları Qalmaz YQA-nın 204 sayılı quyusunda aşağıdakı kimi aparılmışdır:

1. Quyunun konstruksuyasına uyğun olaraq mərkəz, boru arxası və quyü dibinə qədər olan həndəsi həcmələr dəqiqləşdirilmiş, metanolun və suyun xüsusi çəkiləri nəzərə alınmaqla maddələrin quyuya vurulma sxemi dəqiqləşdirilmişdir.

2. Quyuda mərkəz-boru arxası maye dövrünü yaradıldıqdan sonra quyuya mərkəzdən $4,3 \text{ m}^3$ (asqı borularının həcmi qədər) metanol məhlulu vurulmuş, sonra boru arxası bağlanmışdır.

3. Metanol məhlulunun qalan hissəsi ($0,7 \text{ m}^3$), ardınca quyuya $4,5 \text{ m}^3$ basqı mayesi (su) vurulmuşdur. $P_{\text{baş}} = 0 \text{ MPa}$, $P_{\text{son}} = 18,0 \text{ MPa}$., sonra mərkəz bağlı olmaqla boru arxasından $0,3 \text{ m}^3$ basqı mayesi (su) vurulmuşdur, $P_{\text{baş}} = 15,0 \text{ MPa}$, $P_{\text{son}} = 18,0 \text{ MPa}$.

4. Quyü təzyiq altında bağlanmışdır: $P_{\text{q.a}} = P_{\text{b.a}} = 18,0 \text{ MPa}$.

Bir sutka bağlı qaldıqdan sonra quyü qazvurmaya qoşulmuşdur.

Nəticədə 204 sayılı quyuya vurulan qazın həcmi 17-23 min m^3 və ümumi qazvurmada quyunun payı 0,51-0,56% olduğu halda, tədbirdən sonra müvafiq olaraq 27-32 min m^3 və 0,84-1,72% qeydə alınmışdır. Quyü göstəriciləri stabil qalmışlar.

Tədqiqat işi hesabına aşağıdakı nəticələr əldə olunmuşdur:

1. QDZ-yə metil spirti ilə təsir nəticəsində anbara vurulan qazın ümumi həcmində 204 sayılı quyunun payı 2,05 dəfədən çox artmışdır.

2. Təklif olunmuş texnologiyada nəzərdə tutulduğu kimi, uzun illər ərzində istismar prosesi nəticəsində qaz anbarının quyuları üçün xarakterik olan termobarik şəraitdə (8,0-16,0 MPa təzyiq, 60-70°C temperatur) QDZ-nin axın kanallarında çökmüş və tıxanmış kondensasiya sularının metanol vasitəsilə yer səthinə qaldırılması prosesinin baş verməsi ehtimal olunur. Su tıxaclarının təmizlənməsi səbəbindən kanallarda formalaşan yüksək sürətli qaz axını sayəsində QDZ-nin kondensat yığımlarından da təmizlənməsi təmin edilmişdir.

3. YQA-rın digər quyularında, lay təzyiqləri düşmüş qaz-kondensat quyularının QDZ-ni mayedən təmizləmək və quyuların debitini artırmaq üçün texnologiyanın tətbiqi tövsiyyə olunmuşdur.

Dissertasiya işində növbəti baxılan məsələ sualtı dəniz qaz kəmərlərində hidratyaranmanın başlanmasının təyin edilməsi üçün analitik üsulun işlənməsi ilə bağlıdır. Qeyd olunmuşdur ki, ətraf mühit temperaturunun kəskin şəkildə azaldığı şəraitdə hidratın əmələ gəlməsi qısa müddət ərzində, yəni bir necə saat ərzində baş verir. Təxirəsalınmaz, operativ tədbirlər görülmədiyi təqdirdə kəmərin hidratla tıxanması qaçılmazdır¹.

Hidrat əmələ gəlmə prosesinin başlandığını proqnozlaşdırmaq üçün analitik üsul aşağıda təqdim olunur.

Qaz kəməri ilə nəql olunan qaz həcmi (relyef nəzərə alınmadan) Q, mln. m³/gün, aşağıdakı asılılıqla hesablanır²:

$$Q = 3.32 \cdot 10^{-6} \cdot d^{2.5} \sqrt{\frac{P_b^2 - P_s^2}{\lambda \Delta T_{or} Z_{or} L}} \quad (1)$$

burada: d – borunun daxili diametri, mm;

P_b, P_s – qaz kəmərinin müvafiq olaraq əvvəlində və sonunda mütləq təzyiqlər, MPa;

λ – qaz kəmərinin hidravlik müqavimət əmsalı, ölçüsüz;

Δ – qazın havaya nisbətən nisbi sıxlığı, ölçüsüz;

T_{or} – qaz kəməri ilə nəql olunan qazın orta temperaturu, K;

Z_{or} – qaz kəməri boyu orta sıxılma əmsalı, ölçüsüz;

L – kəmərin uzunluğu, km.

(1) -ci düsturun hər iki tərəfini kvadrata yüksəldərək və Q, P_b və P_s parametrlərini sol tərəfdə cəmləşdirərək aşağıdakı düstur alınmışdır:

$$\frac{Q^2}{P_b^2 - P_s^2} = \frac{11,0224}{\lambda \Delta T_{or} Z_{or} L} 10^{-12} d^5 \quad (2)$$

Bərabərliyin sağ tərəfində məxrəcdə hidravlik müqavimət əmsalı λ, nisbi sıxlıq Δ, orta temperatur T_{or}, orta sıxılma əmsalı Z_{or} və kəmərin uzunluğu L yer alıb. Hidrat əmələ gəlmə prosesi başladıldıqda kəmərdə daxilindəki qazın, kondensatın və formalaşan hidratın birgə

¹ Санжаров В.В. Проблема учета влияния состава газа на условия образования газовых гидратов при решении режимно-технологических задач автоматизированного диспетчерского управления. // "Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности". 2014, №9, с.38-43

² Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов, СТО ГАЗПРОМ 2-3.5-051-2006

hərəkətinə göstərilən parametrlərin dəyişməsi təhlil edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, təzyiqin azca artması ciddi dəyişməyən termobarik (P, T) parametrlərdən asılı olan Δ və Z_{or} -nın azca artmasına səbəb olur. Kəməyə daxil olan qazın temperaturu, əsasən sabit olan kompressor stansiyasının çıxışındakı və qaz quyularından daxil olan qazın son separasiya məntəqəsindəki temperaturlardan asılı olmaqla yanaşı ətraf mühitin temperaturu ilə bağlıdır. Kəmərin sualtı hissəsinin temperatur rejimi müəyyən dərinliklərdə dəyişməz olan dəniz suyunun temperaturu ilə müəyyən olunur. Qaz kəmərinə formalaşan və sayı sürətlə artan hidrat kristalları qarışıq axının özlülüyünün və hidravlik müqavimət əmsalının da sürətlə artmasını şərtləndirirlər. Hidravlik müqavimət əmsalı λ -nın daha böyük sürətlə artması bərabərliyin sol tərəfinin də sürətlə azalması ilə nəticələnir.

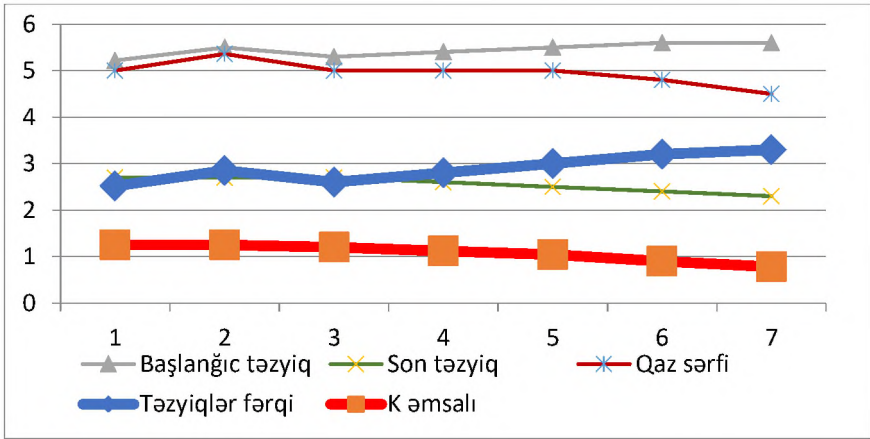
Beləliklə, $K = \frac{Q^2}{P_b^2 - P_s^2}$ ifadəsi hidrat əmələ gəlmə prosesinin analitik göstəricisi kimi qəbul edilərək, dəniz sualtı qaz kəmərlərində proqnozlaşdırma əlaməti kimi istifadə oluna bilər. K əmsalının daha intensiv şəkildə artması hidrat tıxacının qaz kəmərinin başlanğıcına daha yaxın məsafədə formalaşdığına göstəricisidir.

İşlənmiş analitik metod əsasında konkret olaraq Neft Daşları-Bahar sualtı dəniz magistral qaz kəməri üçün aparılmış hesablamaların nəticələri şəkil 1-də əks olunur.

Həmçinin, dissertasiya işində sualtı dəniz qaz kəmərlərində başlanmış hidratyaranma prosesinin qarşısının alınmasının dalğa-depressiya üsulu işlənmişdir. Dalğa-depressiya üsulunun mahiyyəti, qazın sıxılma xüsusiyyəti səbəbindən formalaşan termobarik və qazdinamik şəraitin xüsusi tərzdə dəyişməsindən yararlanaraq, kəmərin sonunda xətti kranın bağlanması və qısa müddətdən sonra açılması yolu ilə kəmərdəki qazın hərəkətində dalğavari prosesləri gücləndirməklə qeyri-stasionar rejimin dinamikasının artırılmasından ibarətdir.

Proses aşağıdakı ardıcılıqla baş verir:

1. Kəmərin sonunda xətti kranın bağlanması nəticəsində kəmərin sonunda təzyiq artmağa başlayır, kəməyə qazın daxil olması davam edir (qismən azalma ola bilər), kəmərin başlanğıcında isə təzyiqin artması müşayiət edilmir.



Şəkil 1. Hidratın yaranması rejimlərinin parametrlərinin dəyişməsi.

2. Kəmərin başlanğıcında təzyiğin artması müşahidə edildikdə kəmərin sonunda xətti kranın açılması nəticəsində qaz kəmərinə, xüsusən onun sonuna yaxın kəsiklərində qazın sürəti kəskin artır, axının sürətinin artması kəmərin müxtəlif kəsiklərində müxtəlif dərəcədə depressiyanı formalaşdırır, kəmərin en kəsiyinin daraldığı hissələrdə yaranan depressiyanın daha çox olması səbəbindən, adətən qaz kəmərinə relyefin ən çökək hissələrində formalaşan maye-hidrat birləşməsinin yerdəyişməsi və onun axınla kəmərin sonu istiqamətində daşınması baş verir.

Kəmərin sonunda xətti kranın bağlı qalma vaxtını təyin etmək üçün əməliyyatdan əvvəl və sonra qaz kəmərinə olan qaz həcmələrinin fərqi təyin olunmuşdur.

Qaz kəmərinə olan qazın həcmi aşağıdakı düstur ilə təyin olunur:

$$V_p = V \cdot \frac{P_{or}}{P_0} \cdot \frac{T}{T_{or}} \cdot \frac{1}{Z_{or}} \quad (3)$$

Burada: $V = \frac{\pi D^2}{4} L$ – boru kəmərinin həndəsi həcmidir³,

Kəmərdə orta təzyiq aşağıdakı düstur ilə təyin olunur:

³ Menon, E. Shashi. Gas pipeline hydraulics. // CRC Press Taylor & Francis Group. 2005, p.133

$$P_{or} = \frac{2}{3} \left(P_b + \frac{P_s^2}{P_b + P_s} \right) \quad (4)$$

Burada: P_b və P_s – müvafiq olaraq kəmərin başlanğıcı və sonunda təzyiqdır, MPa.

Verilmiş ifadələrdən istifadə edərək, əməliyyatdan əvvəl və sonra qaz kəmərinə olan qaz həcmlərinin fərqi təyin olunmuşdur:

$$\Delta V = V_1 - V_2 = \frac{\pi D^2}{6} L \frac{1}{P_o} \cdot \frac{T}{T_{or}} \cdot \frac{1}{Z_{or}} \left(P_b' - P_b + \frac{P_s'^2}{P_b' + P_s'} - \frac{P_s^2}{P_b + P_s} \right) \quad (5)$$

Burada: P_b' və P_s' – kəmərin sonunda xətti kranın açılması anında müvafiq olaraq kəmərin başlanğıcında və sonundakı təzyiqlərdir, MPa; P_b və P_s – kəmərin sonunda xətti kranın bağlanması anında müvafiq olaraq kəmərin başlanğıcında və sonundakı təzyiqlərdir, MPa.

Məsələn, Neft Daşları-Bahar sualtı dəniz magistral qaz kəmərinə parametrlərin dəyişməsinə əsasən qazın kəməre 4,3 mln. m³/gün sərfə daxil olduğunu nəzərə alaraq, dəqiqəlik sərfi hesablamaq olar:

$$q = \frac{4,3 \cdot 10^6}{24 \cdot 60} = 2986 \text{ m}^3/\text{dəq} \quad (6)$$

Kranın bağlı qalması vaxtı $t = \frac{\Delta V}{q} = \frac{102050}{2986} = 34$ dəq. alınır

Beləliklə, yuxarıdakı düsturlarından istifadə edərək, əməliyyat zamanı kranın bağlı qalma müddətinin təyini üçün aşağıdakı düstur təklif olunur:

$$t = 240\pi D^2 q L \frac{1}{P_o} \cdot \frac{T}{T_{or}} \cdot \frac{1}{Z_{or}} \left(P_b' - P_b + \frac{P_s'^2}{P_b' + P_s'} - \frac{P_s^2}{P_b + P_s} \right) \quad (7)$$

Burada: q - kəməre daxil olan qazın sərfidir, mln. m³/gün.

Beləliklə, üsuldən istifadə edərək əməliyyat zamanı kəmərin sonundakı kranın bağlı qalma zamanının təyini üçün düstur (7) alınmış, kritik axın yaratmaqla dalğa-depressiya üsulunun istifadəsi üçün zəruri hesablamalar aparılmış və tövsiyələr işlənmişdir.

Baxılan məsələlərdən biri ətraf mühit temperaturunun mövsümi dəyişmələri şəraitində qazturbinli kompressor stansiyalarının (KS) səmərəli texnoloji modelinin işlənməsidir. Müxtəlif temperaturlarda KS-in parametrləri statistik üsulla təhlil olunmuş və üstün göstəricilər müəyyən edilmişdir.

Qaz turbinlərinin nominal dövrlər sayı 15000 dövr/dəq-dir. Yayda kəmərdə yüksək təzyiq səbəbindən artıq yüklənmə yaranır və

dövrələr sayı avtomatik azalır, nəticədə turbin gücü düşür. Stansiyada yanacaq kimi gündəlik 360 min m³ qaz 2-ci pillə kompressorlardan götürülür. Bu qaz kəməyə yönləndirilən axına qarışaraq kollektor müqavimətini artırır və turbinin dövrlərini azaldır.

Əgər yanacaq mənbəyi kimi 1-ci pillə kompressorların çıxışından istifadə edilərsə, kollektor yükü azalır, 1-ci pillə məhsuldarlığı artır və kəməyə yalnız 2-ci pillə kompressorlar işlədilir. Bu üsul yay aylarında əlavə 0,2–0,25 mln. m³/gün qaz nəqlini təmin edir və ümumi məhsuldarlığı 3–4% artırır.

YQA-ların inkişafı mühüm iqtisadi-sosial əhəmiyyət daşıyır. Aktiv qaz həcmi layın həndəsi ölçülərinin böyüdülməsi və ya saxlanma təzyiqinin artırılması ilə mümkündür. Daha səmərəli ikinci üsulda büfer qazı (7,0 MPa-dək) sabit qalır, yalnız aktiv qaz artır. 2023-cü ildə YQA-larda maksimal vurma təzyiqi 15–16 MPa olub. Onun 25–35 MPa-dək qaldırılması üçün yeni texniki həllər tələb olunur.

Kompressor seçimi və texnoloji sxem qaz vurulmasının dinamikasına uyğun olmalıdır: aprel-noyabrda az, may-sentyabrda isə yüksək həcmdə qaz vurulması nəzərdə tutulur. Eyni zamanda, mövsüm əvvəlində aşağı, sonunda isə yüksək basqı təzyiqi nəzərə alınmalıdır.

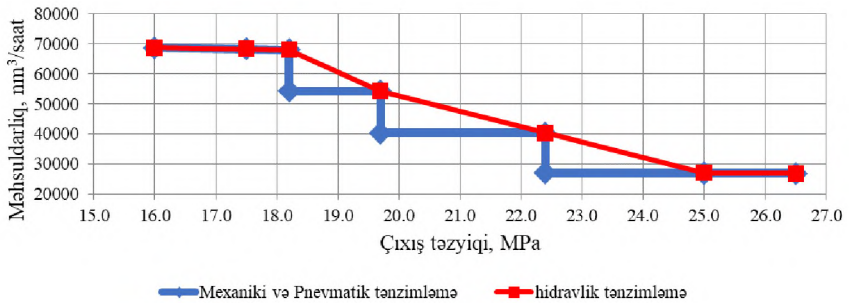
YQA kompressorlarının aşağı sıxılma əmsallarında işləməsinə təmin edən üsul təklif olunmuşdur. Xüsusi tələblər əsasında KBV/6 tipli kompressoru hərəkətə gətirən G16CM34 qaz mühərrikinə əsaslanan model seçilmişdir. Araşdırmalar göstərmişdir ki, qurğu 8–10 MPa təzyiqdə işləyə bilmir, çünki sərflənən güc mühərrikin gücünün 50%-dən də aşağı düşür. Bunun üçün 3 ədəd 1-ci pillə silindrin 3 ədəd 2-ci pillə silindrlə paralel qoşulma sxemi işlənmişdir. 10–25 MPa intervalında isə qurğu adi iki pilləli rejimdə işləyir.

Bu sxem mühərrik gücünün tənzimlənməsini, aşağı təzyiqlərdə iş qabiliyyətini təmin edir və məhsuldarlığı 25–30% artırır. Üsul intiqal növündən asılı olmayaraq bütün pistonlu kompressorlar üçün universaldır.

Həmçinin işdə yüksək təzyiqlər şəraitində kompressorların məhsuldarlıq-güc balansının tənzimlənməsi məsələsinə baxılmışdır.

Hesablamalar 37,9 MPa təzyiqlə kimi işləmə qabiliyyətinə malik olan Ajax 2804St tipli motor-kompressorlar əsasında aparılmışdır. YQA üçün nəzərdə tutulan konstruksiyada 3 kompressor silindri paralel olaraq bir pilləli rejimdə işləyir. Pistonlu kompressorların istismar təcrübəsində məhsuldarlıq-güc balansının tənzimlənməsi məqsədilə sorucu klapanların deaktivləşdirilməsinin məlum üsullarının təhlili nəticəsində YQA-ların geniş çıxış təzyiqləri diapazonunda tənzimlənmə məqsədilə sorucu klapanların deaktivləşdirilməsinin hidravlik idarəetmə sistemindən istifadə etməklə aparılmasının səmərəli olması nəticəsi əldə olunmuşdur.

KS-lərdə digər üsullarla müqayisədə hidravlik tənzimləmə ilə 12-25% çox məhsuldarlığın əldə edildiyi hesablamalarla göstərilmişdir. Basqı təzyiqindən asılı olaraq məhsuldarlığın dəyişməsi şəkil 2-də əks olunub.



Şəkil 2. Basqı təzyiqindən asılı olaraq məhsuldarlığın dəyişməsi.

YQA-ların KS-lərinin modelləşdirilməsi üçün texnoloji transfer üsulunun işlənməsi dissertasiya işinin baxılan növbəti məsələlərindən biridir. Üsulun mahiyyəti, eyni avadanlığın müxtəlif zaman kəsiyində fərqli texnoloji parametrlərlə işlədilməsindən ibarətdir. Bu üsulun həyata keçirilməsi üçün yalnız müəyyən kran yaxud siyirtmələrin işçi vəziyyətinin dəyişdirilməsi və qoruyucu klapanların tənzimlənməsi kifayətdir.

Texnoloji transfer üsulunun tətbiqinin ən bariz və yüksək iqtisadi əhəmiyyətli nümunəsi Qalmaz YQA-nın KS-lərinin yenidən qurulmasıdır. KS-lərdə mövcud 16 ədəd 10QKNAM1/55-125 tipli qazmotokompressor (QMK) 11 ədədi əvvəlki kimi saxlanılmışdır.

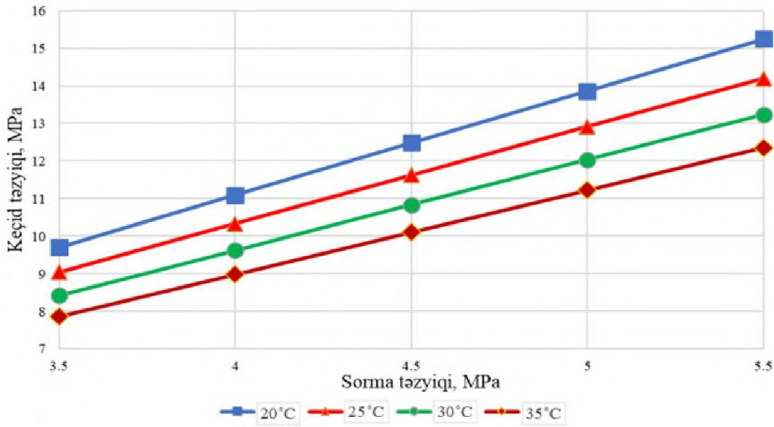
Digər beş və əlavə quraşdırılan iki kompressorun hər birində yalnız 12,5 MPa çıxış təzyiqinə kimi işləmə qabiliyyəti olan 4 ədəd 150 mm diametrlı kompressor silindrləri (bir silindr yeri boşdur), 15,0 MPa çıxış təzyiqinə kimi işləyə bilən 5 ədəd 140 mm diametrlı kompressor silindrləri ilə əvəzlənərək 7 ədəd 10QKNAM1/(50-53)-(70-125)/90-(125-150) tipli QMK qurulub.

Yenidənqurmada əvvəl 10QKNAM1/55-125 tipli QMK-ları yalnız 12,0 MPa təzyiqədək işlətmək mümkün olduğu halda, yeni situasiyada Qalmaz YQA-ya 15,0 MPa təzyiqədək qazın vurulması mümkün olmuşdur. Qazvurma mövsümünün əvvəlində bütün QMK-lar paralel işləyir, təzyiq müəyyən həddə çatdıqda isə stansiya iki pilləli rejimə keçirilir.

İşlənmiş texnoloji transfer üsulu əsasında Qalmaz YQA-da iki pilləli rejimə keçidin termobarik parametrlərin hesabı (sorma qazının müxtəlif temperatur/təzyiqlərində basqı təzyiqlərinin dəyişməsi) aparılmış və asılılıq şəkil 3-də əks olunub.

Qaradağ YQA-da 25,0 MPa təzyiqədək qazın anbara vurulması dinamikasına və motor-kompressorların müxtəlif sorma təzyiqlərindəki məhsuldarlığına görə hesabla 12 işçi və 4 ehtiyat kompressor qurğusu tələb olunur. Texnoloji transfer üsulundan istifadə edərək, qazvurma mövsümü ərzində motor-kompressorların iki rejimdə istifadə ediləcəyi nəzərdə tutulur. Mövsümün əvvəlindən, yəni aprel ayından başlayaraq, basqı təzyiqi 7,0-14,5 MPa arasında dəyişdikdə, 16 ədəd motor-kompressor 1 və 2 saylı KS-lərdəki mövcud 10QKNAM və MKS12 kompressorlarla paralel olaraq işləyəcəklər. Mövsümün ortalarında, basqı təzyiqi 14,5 MPa-nı üstələdikdən sonra, mövcud kompressor stansiyalarından daxil olan qaz motor-kompressorlar vasitəsilə 14,5-25,0 MPa təzyiqədək sıxılacaq.

Beləliklə, texnoloji transfer üsuluna əsaslanaraq və YQA-ya qazın vurulması dinamikasının özəlliklərindən istifadə edərək, texnoloji və iqtisadi səmərəliliyini təmin edəcək model yaradılmışdır.



Şəkil 3. İki pilləli rejimə keçidin qrafiki.

Qaradağ YQA-da 35,0 MPa təzyiqədək qaz vurulduğu təqdirdə mövsüm ərzində eyni kompressorların üç müxtəlif təzyiq-məhsuldarlıq rejimində istismarı üçün aşağıdakı işlək model yaradılmışdır.

3 ədəd 114,3 mm kompressor silindrindən ibarət 24 ədəd Ajax 2804 kompressoru 3 mərhələli rejimdə istismar olunur.

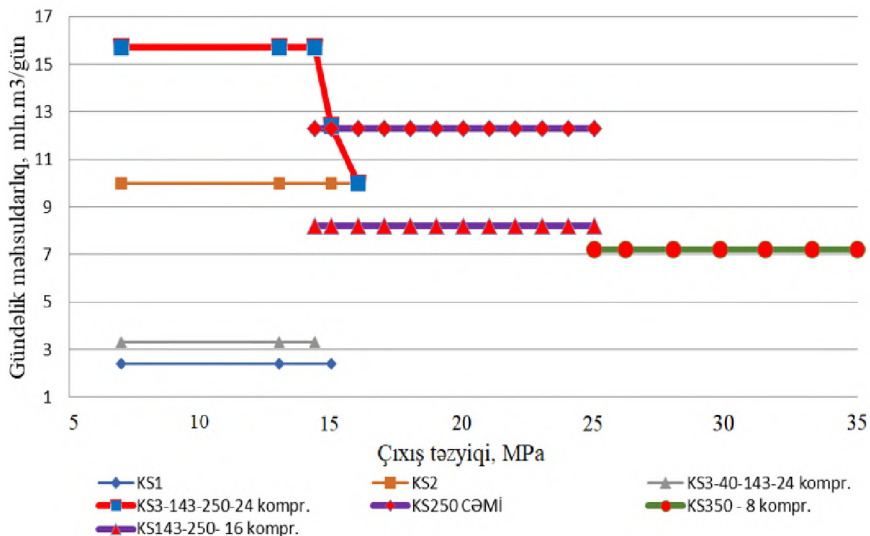
1. Çıxış təzyiqi 7,0-14,3 MPa olduqda yeni KS-3-dəki bütün kompressorlar mövcud KS-1 və KS-2 ilə paralel olaraq işləyir.

2. Çıxış təzyiqi 14,3-25,0 MPa olduqda KS-1 və KS-2, 24 ədəd Ajax 2804-ün (KS-3) qəbuluna işləyir.

3. Çıxış təzyiqinin 25,0-35,0 MPa intervalında tələbatdan asılı olaraq 1-dən 8-ə qədər kompressor (0,9-7,2 mln.m³/gün) 3-cü pillədə iş rejiminə keçirilir.

Qaradağ YQA-da mövcud KS-lərin və yeni KS-3-ün giriş təzyiqi 4 MPa, çıxış təzyiqi 25 MPa. və 35 MPa rejimində birgə işləmə modeli aşağıdakı şəkil 4-də əks olunmuşdur.

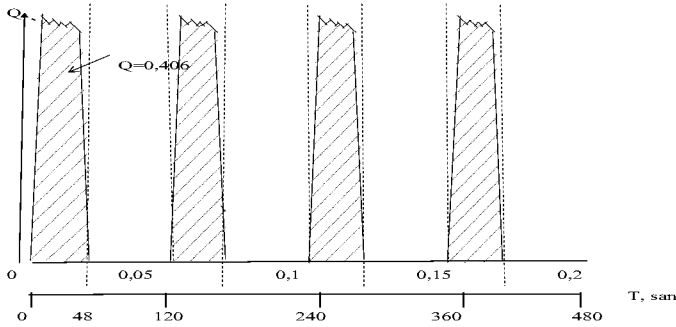
Dissertasiya işində pistonlu qaz kompressorların konstruktiv xüsusiyyətlərinin çıxış qovşağının pulsasiyalarının amplitudasına təsirinin qiymətləndirilməsi metodunun işlənməsi öz əksini tapmışdır. Tədqiqat obyektini kimi Qaradağ YQA-dakı MKS12/(75-85)-(85-180) və Qalmaz YQA-dakı 10QKNAM1/(50-53)-(70-125)/90-(125-150) tipli QMK-lar seçilmişdir.



Şəkil 4 . Üç rejimli texnoloji transfer modelində KS-lərin iş qrafiki.

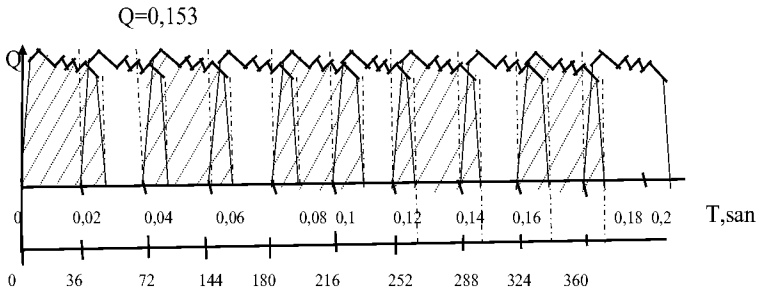
Müqayisə məqsədilə 0,2 saniyə müddətində qaz basqılarının diaqramı qurulmuşdur. Bu müddətdə bufer tutumuna qazın daxil olma diaqramı MKS12-lər üçün şəkil 5-də, 10QKNAM-lər üçün şəkil 6-da əks olunmuşdur. Bu üsulla qaz həcmi eyni zaman kəsiyində dirsəkli valın fırlanması bucağı ilə əlaqələndirmək də mümkündür. Digər tərəfdən, bu üsulla konstruksiyalarının pulsasiya yaratmağa meylliliyi xüsusiyyətinə görə kompressorları müqayisə etmək imkanı yaranır.

MKS12-lərdə (şəkil 5) bufer tutumuna qaz hər 0,05 saniyədən bir 0,02 saniyə ərzində, yəni valın 48° fırlanma bucağında daxil olur. Ardınca, 0,03 saniyə müddətində (72° fırlanma bucağı) kompressor silindrlərinin çıxışından 1,5 dəfə artıq müddətdə qaz verilmir. Kompresorun üç silindrdən ardıcılıqla və fasilələrlə nisbətən böyük həcmli ($0,406 \text{ m}^3$) yüksək təzyiqli qazın fərqli yerlərdə bufer tutumuna daxil olduğunu nəzərə alsaq, bufer tutumunda qazın hərəkət dinamikasının tarazlaşdırılmamış xarakter daşdığı aydın olur.



Şəkil 5. MKS12-də bufer tutumuna qazın daxil olma diaqramı.

10QKNAM-larda (şəkil 6) qaz hər 0,015 saniyədən bir çıxış kollektoruna daxil olur ki, bu dirsəkli valın 36° fırlanmasına uyğundur. Proses 0,02 saniyədən bir təkrarlanır ki, bu da valın 48° fırlanmasına uyğundur. Val 36° fırlandıqdan, yəni 0,015 saniyə sonra növbəti silindrdən qaz daxil olur. Beləliklə, valın 12° fırlanması zamanı (0,005 saniyə) qaz çıxış kollektoruna eyni zaman kəsiyində iki silindrdən yönləndirilir.



Şəkil 6. 10QKNAM-də bufer tutumuna qazın daxil olma diaqramı.

Beləliklə, 10QKNAM-larda bufer tutumuna nəinki qaz daxil olmayan intervallar mövcud deyil, hətta daxil olmanın 25%-ni təşkil edən 0,005 saniyə müddəti ərzində iki silindr eyni vaxtda çıxışa işləyir. MKS12 ilə müqayisədə hər porsiyada 2,65 dəfə az ($0,153 \text{ nm}^3$) həcmdə yüksək təzyiqli qazın olması qazın hərəkətini xeyli hamar və özünü söndürən xarakterli olmasını şərtləndirir.

Aparılmış təhlillər nəticəsində kompressorların çıxış kollektorlarının keçidlərin konusvarı şəkildə hazırlanmasının məqsədəuyğunluğu qənaətinə gəlinmiş və 10QKNAM QMK-ların bufer tutumunun dizaynında artıq tətbiq olunmuşdur. İşlənmiş metod istənilən konstruksiyalı pistonlu kompressorların layihədən qabaq qiymətləndirilməsində istifadə oluna bilər.

Dissertasiya işində son tədqiq olunmuş məsələ təbii qazın supersəsli hərəkəti əsasında yeni texnoloji proseslərin yaradılması üçün elmi tövsiyələrin işlənməsi ilə bağlıdır.

Təbii qazın supersəsli hərəkətində yaranan termodinamik şərait aşağıdakı texniki-texnoloji məsələlərin həllini mümkün edir:

- Dəniz qaz-kondensat yataqlarında hasil olunan yüksək təzyiqli qazın sualtı kəmərlərlə nəqlindən əvvəl ağır karbohidrogenlərdən təmizlənməsi və hidratyaranmaya yol vermədən sahilə nəqli;

- Kompresor stansiyalarında çoxpilləli sıxılma prosesləri nəticəsində yüksək temperatura (100-120°C) kimi qızan qazın soyudulması və çoxsaylı enerji tutumlu hava ilə soyutma aparatlarından imtina;

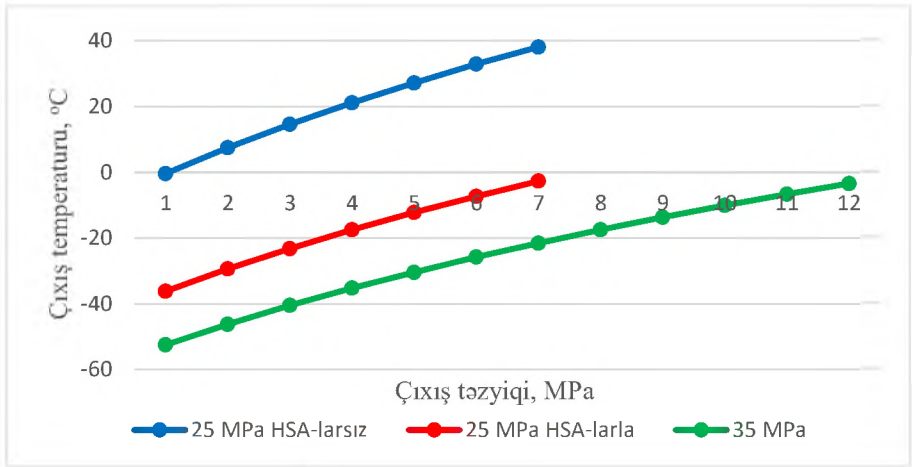
- Yeraltı qaz anbarlarında qazın istehlakçılara göndərilməsindən əvvəl dərin soyudulması hesabına qazın dərin qurudulması və daha az səmərəli drossel-effektdən imtina;

- Qaz emalı zavoduna yüksək təzyiqlə daxil olan qazdan propan-butan fraksiyasının ayrılması;

- Qazpaylayıcı məntəqələrə yüksək təzyiqlə daxil olan qazdan təbii qazın istehlakçı sistemində verməzdən əvvəl ağır fraksiyalardan ayrılması.

Müxtəlif konstruktiv quruluşla qazın soyudulması effektlərinin müqayisəsi üçün çıxış təzyiqindən asılı olaraq çıxış kəsikdə temperaturların dəyişməsi şəkil 6-da verilmişdir.

Üçüncü fəsildə işlənmiş üsul və modellərin neft-qaz sənayesi obyektlərində tətbiqinin texniki-texnoloji və innovativ xüsusiyyətlərinin qiymətləndirilməsi, iqtisadi üstünlüklərin təhlili aparılmışdır.



Şəkil 7. Müxtəlif konstruktiv quruluşda çıxış təzyiqindən asılı olaraq çıxış kəsikdə temperaturların dəyişməsi.

AQPÇ səbəbindən hasilatı azalmış quyuların sayı bir neçə yüzə çatdığından (Səngəçal-Xərə-Zirə-Bulla adası, Ələt, Buzovna, Muradxanlı və s.i. yataqlar) quyularının süzgec zonasının təmizlənməsi texnologiyasının yüksək iqtisadi səmərə verə biləcəyinə dəlalat edir.

Vaxtilə yüksək debitə malik olmuş Günəşli, 8 Mart, Abşeron bankası, Bulla-Dəniz və s.i. yataqlarının bir çox qaz-kondensat quyularının (kənar lay suları təzahürü və lay suyunun düzluluğu yüksək olanlar istisna edilir) hasilatı quyudibi zonasını maye tıxaclarından təmizləmə texnologiyadan istifadə etməklə bərpa oluna bilər. Hal-hazırda kifayət qədər yüksək lay təzyiqinə malik olan Ümid və Bulla-Dəniz yataqlarının yeni quyularının da vaxtı çatanda eyni müdaxiləyə ehtiyacları olacağı şübhə doğurmur.

Sualtı dəniz qaz kəmərlərində hidratyaranmanın başlanmasının təyininin analitik üsulu və dalğa-depressiya üsulu həm texnoloji, həm kommertiya, həm də sosial əhəmiyyətə malikdir.

Ətraf mühit temperaturunun mövsümi dəyişməsi ilə bağlı qazturbini KS-lərin optimal texnoloji modeli çoxfaktorlu analiz əsasında riyazi statistika metodlarından istifadə edilərək işlənmiş, gündəlik 150-200 min m³ təbii qazın əlavə olaraq nəql edilməsini

təmin edilmiş, eyni həcmdə səmt qazının atmosferə atılmasının və ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısı alınmışdır.

Sıxılma əmsalı az olduqda kompressorların məhsuldarlığının tənzimlənməsi üsulu Azərbaycanda fəaliyyət göstərən Qaradağ və Qalmaz YQA-larda geniş çıxış təzyiqi intervalında işləmək qabiliyyətini təmin edir.

Dissertasiyada YQA-nın yenidənqurulması layihəsi üçün iki model (6 qurğudan ibarət G16CM34 mühərriki + KBV/6 kompressoru tandemi və 24 ədəd DPC Ajax 2804St kompressoru) müqayisə edilmiş və ikinci variantın texnoloji üstünlükləri izah olunmuşdur.

İqtisadi parametrlərə gəlicə, yalnız avadanlıqların dəyərinin müqayisəsi qərar qəbul etmək üçün kifayət edir. Belə ki, 6 qurğudan ibarət G16CM34 mühərriki+KBV/6 kompressoru tandeminin ümumi dəyəri 50 mln. ABŞ dollarından aşağı olmadığı halda, 24 ədəd DPC Ajax 2804St kompressorunun dəyəri $0,6 \times 24 = 12$ mln. ABŞ dolları səviyyəsindədir. Beləliklə, dissertasiyada işlənmiş YQA kompressor stansiyaları üçün avadanlığın seçilməsi metodu texniki, texnoloji üstünlüklərlə yanaşı iqtisadi səmərəliliyi də təmin etməyə imkan verir.

YQA KS-lərinin modelləşdirilməsi üçün işlənmiş texnoloji transfer üsulu Qalmaz YQA-da artıq tətbiq olunmuş, YQA-da saxlanılan aktiv qaz həcmnin 330 mln. m³ artırılması təmin edilmişdir. Qaradağ YQA-da 25,0 və 35,0 MPa təzyiqlər üçün işlənmiş texnoloji transfer modelləri gələcəkdə KS-lərin yenidənqurma layihələrində istifadə oluna bilər.

Pistonlu qaz kompressorların konstruktiv xüsusiyyətlərinin çıxış qovşağının pulsasiyalarının amplitudasına təsirinin qiymətləndirilməsi metodu universal olduğundan istənilən konstruksiyalı pistonlu kompressorların layihədənqabaq diaqnostikasını həyata keçirməyə imkan verir və çoxsaylı istehsalat obyektlərində uğurla və faydalı şəkildə istifadə oluna bilər.

Müxtəlif konstruktiv quruluşlarda supersəsli hərəkət hesabına formalaşan qazın soyudulması üçün aparılmış termobarik parametrlərinin hesabı ilə yeni texnoloji proseslərin yaradılması üçün geniş imkanların olduğu sübut edilmişdir.

İşlənmiş üsulların bir qisminin (neft quyularının QDZ-nin AQP çöküntülərindən və qaz-kondensat quyularının QDZ-nin maye

tıxaclarından təmizləməklə hasilatın bərpası texnologiyaları) səmərəliliyi bilavasitə mədən sınaqlarının nəticələri, digərlərinin (texnoloji transfer, qazturbini kompressor stansiyalarının optimal texnoloji modeli) istehsalat öbyektlərində istifadəsi ilə müəyyənləşir, digər üsullar (hidratyaranmaya qarşı analitik və dalğa-depressiya üsulları, kompressor stansiyalarının modelləşdirilməsi və s.i.) elmi nəşrlərdə çap olunmaqla istehsalat mütəxəssislərinin nəzərinə çatdırılır.

NƏTİCƏ VƏ TƏKLİFLƏR

1. İlk dəfə olaraq neftin yığılması və nəqli sisteminin səmərəliliyini artırmaq məqsədilə quyularının QDZ-nin AQPÇ-nin ən çətin həll olunan hissəsinin asfalten və qatranın birgə yaratdıqları birləşmələrdən ibarət olması konsepsiyasına əsaslanaraq, ilkin olaraq naften turşusu vasitəsilə qatranın parçalanması və 50-70% aromatik karbohidrogenlərdən (benzol birləşmələrindən) ibarət olan pirolizin yüngül qatranı vasitəsilə ayrılmış asfaltenlərin həll olunması texnologiya işlənmiş, mədən sınaqları aparılan quyunun neft hasilatı stabil olaraq 67% artmışdır [8, 19, 22].

2. Təbii qazın yığılması və nəqli sisteminin səmərəliliyini artırmaq məqsədilə istismarın son mərhələsində olan pakersiz qaz-kondensat quyularının QDZ-nin maye tıxaclarından təmizlənməsi üçün quyu dibi zonanın axın kanallarında çökmüş və tıxanmış kondensasiya sularının metanol vasitəsilə yer səthinə qaldırılması, su tıxaclarının təmizlənməsi səbəbindən formalaşan yüksək sürətli qaz axını sayəsində QDZ-nin kondensat yığımlarından da təmizlənməsini təmin edən texnologiya işlənmiş, Qalmaz YQA-da aparılan mədən sınaqları nəticəsində anbara vurulan qazın ümumi həcmində sınaq quyusunun payı stabil olaraq 2 dəfədən çox artmışdır [3, 4, 5].

3. İlk dəfə olaraq qaz kəmərlərində hidratın formalaşması və geriye dönməz tıxaclanmanın yaranması qısa zaman kəsiyində baş verdiyindən, hidrat yaranma prosesinin başlanmasını düzgün qiymətləndirmək üçün məlum texnoloji parametrlərin sayı xeyli məhdud olan sualtı dəniz qaz kəmərlərində operativ tədbirlərin görülməsi üçün hidratyaranmanın başlanmasının operativ müəyyənləşdirilməsini təmin edən analitik üsul işlənmişdir [16, 23].

4. İlk dəfə olaraq sualtı dəniz qaz kəmərlərində formalaşmış və inhibitorlar vasitəsilə ləğvi artıq mümkün olmayan hidratyaranmanın aradan qaldırılması üçün dalğa-depressiya üsulu işlənmişdir. Üsulun fiziki mənası kəmərin sonundakı kranın müəyyən müddətə bağlanması nəticəsində kəmərdə formalaşan yüksək təzyiq hesabına kran açıldıqda yaranan yüksək qaz axını sürəti səbəbindən bütün kəmər boyu artmış amplitudalı dalğanın və depressiyanın formalaşmasından ibarətdir [21].

Dəyişən dinamik və ətalət şəraitində kəmərin çökək hissələrində yığılmış mayenin yerdəyişməsi, formalaşan hidrat birləşmələrinin həm parçalanmasını, həm də hərəkətini təmin edir ki, kəmərin hidrat hesabına daralmış en kəsiklərinin genişlənməsi prosesi ilə bərabər kəmərin tam tıxanmadan qorunmasına nail olunur. Əməliyyat prosesində kəmərin sonundakı kranın bağlı qalma zamanının təyini üçün düstur alınmışdır.

5. Ətraf hava temperaturunun dəyişməsi şəraitində təzyiqlik, temperatur və məhsuldarlıq parametrlərinin riyazi statistika metodları ilə tədqiqi hesabına qazturbinli kompressor stansiyalarının səmərəli texnoloji modeli işlənmişdir.

6. Qazvurma mövsümünün əvvəlində YQA-lar üçün səciyyəvi olan şəraitdə sıxılma əmsalı az olduqda kompressorların məhsuldarlığının tənzimlənməsi üsulu işlənmişdir [17]. Yüksək qəbul təzyiqlik şəraitində kompressorların məhsuldarlıq-güc balansının tənzimlənməsi üsulları işlənmişdir [14]. Qazvurma mövsümü ərzində YQA-ların kompressor stansiyalarının basqı təzyiqlərinin geniş intervalda dəyişməsi şəraitində səmərəliliyinin təmin olunması məqsədilə kompressor stansiyalarının modelləşdirilməsi üçün texnoloji transfer üsulu işlənmişdir. Üsulun mahiyyəti, anbara vurulması nəzərdə tutulan qaz həcmələri çox olan qaz vurma mövsümünün əvvəlində (aprel-avqust ayları) bütün kompressorların parallel olaraq bir pilləli rejimdə işləməsindən, qaz həcmələri azalan və basqı təzyiqlik artan sonrakı müddətdə (sentyabr-noyabr ayları) kompressorların bir qismini ikinci pilləyə keçirməklə iki pilləli rejimin təmin olunmasından ibarətdir [11].

7. İlk dəfə olaraq pistonlu qaz kompressorların konstruktiv xüsusiyyətlərinin çıxış qovşağının pulsasiyalarının amplitudasına təsirinə qiymətləndirilməsi üsulu işlənmişdir [1, 18].

8. Supersəsli hərəkət əsasında təbii qazın dərin soyudulması, separasiyası və qurudulması kimi yeni texnoloji proseslərin yaradılmasının elmi əsasları tədqiq edilmiş və tövsiyələr verilmişdir [12].

Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı elmi əsərlərdə nəşr olunmuşdur:

1. Багиров, А.Н., Багиров, Ш.А. Сравнительный анализ влияния конструкции газовых коммуникаций газомотокомпрессоров на амплитуду пульсаций. // «Нефтепромысловое дело», РФ, 2012, №6, с.40-44.

2. Hacıyev, H.Q., Əliyev, Y.M., Bağırov, Ş.Ə. Kapilyar viskozimetr. // “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Elmi əsərləri, XIV cild. Bakı. -2013, - s.187-193.

3. Ramazanova, E.E. Reservoir water isolation technology / E.E. Ramazanova, T.Ş. Salavatov, H.G. Hacıyev, Y.M. Aliyev, Sh. A. Baghirov [etc.] // Azerbaijan and Caspian Sea Oil & Gas Week. – Baku. -2013. -pp.101-108.

4. Hacıyev, H.Q., Əliyev, Y.M., Bağırov, Ş.Ə. Hasilatın sulaşmasının quyu profilindən asılılığı // Əsrin müqaviləsinin 20 illiyinə həsr edilmiş elmi konfransın materialları. -Sumqayıt. -2014. 23-24 sentyabr. -s. 198-200.

5. Гаджиев, Г.К., Алиев, Е.М., Багиров, Ш.А. Влияние профиля наклонно-направленных скважин на обводненность их продукции // Нефтепромысловое дело. -2014. -№ 9. -с. 51-54.

6. Hacıyev, H.Q., Əliyev, Y.M., Bağırov, Ş.Ə. Lay sularının təcrid edilməsi üçün nanotərkibli suspenziyanın işlənməsi // Akademik S.C. Mehdiyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş respublika elmi-praktiki konfransının məruzələrinin tezisləri. I cild. - Bakı. -2014, 2-3 dekabr. -s. 199-200.

7. Hacıyev, H.Q., Əliyev, Y.M., Bağırov, Ş.Ə. İşlənmənin son mərhələsində yatağın texnoloji göstəricilərinin təhlili. // “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” Elmi-Tədqiqat İnstitutunun elmi əsərləri, XVI cild, Bakı. 2015. s.231-244.

8. Зейналов, А.Н., Бабаев, Р.Т., Рамазанова, Э.Э., Багиров, Ш.А. Высокоэффективные реагенты для борьбы с отложениями парафина // “Azərbaycan neft təsərrüfatı”. -2016, -№7-8, -s.26-31.

9. Əliyev, Y.M., Hacıyev, H.Q., Bağırov, Ş.Ə. Kapilyar viskozimetr. İxtira İ 2017 0063, Azərbaycan Respublikası / Y.M.

Əliyev, H.Q. Hacıyev, Ş.Ə. Bağırov. - Dövlət reyestrində qeydə alınıb: 05.12.2017.

10. Məmmədov, E.A., - Dayanıqlı neft emulsiyalarının əmələ gəlməsinin qarşısının alınması üsulu, İxtira İ 2020 0012, Azərbaycan Respublikası. / E.A. Məmmədov, M.F. Əsədov, Ş.Ə. Bağırov [və b.] - Dövlət reyestrində qeydə alınıb: 24.02.2020.

11. Bağırov, Ə.N., Bağırov, Ş.Ə. Yeraltı qaz anbarların kompressor stansiyalarının modelləşdirilməsində texnoloji transfer üsulunun tətbiqi. // “Azərbaycan neft təsərrüfatı”, №4, 2020, s.29-32.

12. Искендеров, Э.Х., Багиров, А.Н., Багиров, Ш.А., Исмаилова П.Ш. Разработка новых технологических процессов на основе сверхзвукового течения природного газа. // “SOCAR Proceedings”, 2020, №4, с.117-123.

13. Məmmədov, E.A., - Anion səthi-aktiv maddələrin alınması üsulu, İxtira İ 2020 0079, Azərbaycan Respublikası. / Məmmədov, E.A., Əsədov, M.F., Bağırov, Ş.Ə. [və b.] - Dövlət reyestrində qeydə alınıb: 15.10.2020.

14. Ələsgərov, G.Ə, Bağırov, Ə.N., Bağırov, Ş.Ə. Texnoloji proseslərin təhlili əsasında qazturbini kompressor stansiyalarının optimal iş rejimlərinin diaqnostikası. // Azərbaycan ali texniki məktəblərinin xəbərləri. 2022, Cild 12, Buraxılış 01, s. 14-29.

15. Bağırov, Ş.Ə. Qaz-kondensat quyularının hasilatının bərpası texnologiyasının işlənməsi. // “Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının XƏBƏRLƏRİ”, 2022, Cild 14, №4, s.62-68.

16. İskəndərov, E.X., Bağırov, Ş.Ə. Sualtı dəniz magistral kəmərlərində hidratyaranmanın başlanmasının müəyyən edilməsi üsulu. // Azərbaycan neft təsərrüfatı/ 2022, № 5, s.31-36.

17. Искандеров, Е.Х., Багиров, А.Н., Багиров, Ш.А. / Метод регулирования мощности и производительности компрессоров ПХГ при низкой степени сжатия. // Материалы Международной научной конференции «Высокие технологии и инновации в науке», май 2022 г., // Санкт-Петербург, с. 114-117.

18. Baghirov, Sh. A. Evaluation method of impact of gas-motor compressor designs on the amplitude of gas pulsations in discharge lines. // “Proceedings of Azerbaijan high technical educational institutions”. 2022, Volume 17, Issue 06, p.180-187.

19. Багиров, А.Н., Багиров, Ш.А. Очистка призабойной зоны нефтяных скважин от смол и асфальтенов. // Сборник статей XLV Международной научно-практической конференции «Advances in Science and Technology» 15 июня 2022 г. // Научно-издательский центр «Актуальность.РФ» Москва, с. 125-126.

20. Искендеров, Э.Х., Багиров, А.Н., Багиров, Ш.А. / Оценка условий гидратообразования при смешении потоков природного газа различной кондиции.// Материалы Международной научно-практической конференции «Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе», 28 ноября 2022 г., Том II, Тюмень, стр.312-316.

21. Iskandarov, E. Kh., Baghirov, Sh.A. / Analytical and wave-depression methods of elimination of the onset of hydration in subsea gas pipelines. // NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan/ Series of geology and technical sciences. 2022, Volume 4, Number 454, p.96-108.

22. Iskandarov, E.Kh., Baghirov, A.N., Baghirov, Sh.A., Farzalizade Z.İ. /Technology of cleaning the bottomhole zone of oil wells from ARP deposits. // Proceedings of Azerbaijan high technical educational institutions.2022,Volume 24, Issue 04(138), p.6-9.

23. Iskandarov, E.Kh., Baghirov, A.N., Baghirov, Sh.A. / Determining of primary hydrate formation in subsea gas pipelines. // International Scientific-Praktical Conference, KhazarOilGasField (ISPC-KOGF-2022). Proceedings of Scientific Papers. 6-7 December 2022, Baku, Azerbaijan. // Scientific Research Institute “Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry”, p.22-27.

Dərc olunmuş əsərlərdə iddiaçının şəxsi töhfəsi:

[15], [18] – müstəqil yerinə yetirilib.

[1], [12] [14], [16], [17], [23] - məsələnin qoyuluşu, tədqiqat işləri və nəticələrin təhlili.

[11], [19] - tədqiqatların aparılması və nəticələrin istehsalatda tətbiqi.

[2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [13], [20], [21], [22] - müəlliflərin iştirak etmə payı bərabərdir.

Dissertasiyanın müdafiəsi 28 oktyabr 2025-ci il tarixində saat 11:00-da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.03 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

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

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

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

Avtoreferat 26 sentyabr 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 22.09.2025
Kağızın formatı: A5
Həcm: 39639
Tiraj: 100