

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

TƏBİİ QAZLARIN NƏQLƏ HAZIRLANMASININ SƏMƏRƏLİLİYİNİN ARTIRILMASININ TEXNİKİ, TEXNOLOJİ VƏ EKOLOJİ ASPEKTLƏRİNİN TƏDQIQI

3354.01 – Neft-qaz kəmərlərinin, bazalarının və anbarlarının
tikilməsi və istismarı

Elm sahəsi: Texnika elmləri

Qurbanov Əbdülağa Nəbi oğlu

Elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş
dissertasiyanın

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

Bakı - 2023

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti "Neftin, Qazın Geotexnoloji Problemləri və Kimya Elmləri tədqiqat institutu"nda yerinə yetirilmişdir.

Elmi məsləhətçi:

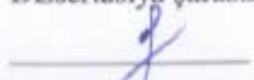
Texnika elmləri doktoru, professor: **H.F. Miraləmov**

Rəsmi opponətləri:

Texnika elmləri doktoru,
professor, **M.M. Vəliyev**
Texnika elmləri doktoru,
dosent, **E.Z. Yaqubov**
Texnika elmləri doktoru,
dosent, **N. İ. Mursəlov**
Texnika elmləri doktoru,
X. A. Feyzullayev

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.03 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:



Texnika elmləri doktoru,
dosent **A.Ə. Süleymanov**

Dissertasiya şurasının elmi katibi:



Texnika elmləri namizədi,
dosent **Y.Y. Şmonçeva**

Elmi seminarın sədri:



Texnika elmləri doktoru,
professor **S.R. Rəsulov**

İmzaları təsdiq edicəm

ADNSU-nun Elmi katibi, dosent





N.T. Əliyeva

İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı. Dəniz neft-qaz yataqlarındakı qazlardan istifadə edilməsi, onların su buxarlarından qurudulması, turş komponentlər, kondensat və digər qarışıqlardan təmizlənməsi və qazların maneəsiz nəqlini təmin etmək məqsədilə müasir tələbləri ödəyən yüksək effektivliyə malik texnologiyaların işlənilməsinə tələb edir. Aparılmış tədqiqat işlərinin nəticələri göstərir ki, mədən şəraitində nəqlə hazırlanması prosesində qazların tərkibində olan su buxarları, zərərli komponentlər, mineral duzlar və digər qarışıqlar, texnoloji sistemdə hidrat əmələ gətirməklə yanaşı, qazın kompleks nəqlə hazırlanması qurğularının müxtəlif yerlərində duz çökməsinə, mədən avadanlıqlarının korroziyaya uğramasına və digər fəsadlara səbəb olur.

Qaz-kondensat yataqlarından çıxarılan qazların turş komponentlərdən təmizlənməsini, su buxarlarından qurudulmasını, yəni qazın tələblərə uyğun hazırlanmasını təmin etmək üçün yüksək effektivliyə malik, ekoloji təmiz kompleks absorbentlərin yerli kimya məhsulları əsasında işlənməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Ona görə də qazların itkisiz nəqlini təmin etmək üçün yeni innovativ, o cümlədən nanotexnologiyaların, eləcə də müasir texnologiyalara cavab verən qazquruducu qurğuların yaradılması və tətbiqi aktual problem, həlli tələb edilən məsələlərdən biridir.

Qazların nəqlə hazırlanmasında və nəqli zamanı xərcləri azaltmaq, keyfiyyət göstəricilərini beynəlxalq tələblər səviyyəsinə qaldırmaq məqsədilə tətbiq edilən texnologiyaların səmərəliliyinin yüksəldilməsi və alçaqtəzyiqli səmt qazlarının nəql xətlərinin mürəkkəb relyefli sahələrdən keçdiyini nəzərə alaraq, onların nəqli texnologiyalarının təkmilləşdirilməsi və nanotərkibli kompozisiyalardan istifadə edilməsi məqsədəuyğundur. Bu zaman ekoloji problemlərin həlli, nəql xətlərini korroziya aşınmasından qorunması üçün ekoloji təmiz inhibitorların işlənməsi prioritet məsələlərdən biridir.

Tədqiqatın əsas obyektı və məsələləri. Dissertasiya işində tədqiqat obyektı təbii qazın saxlanması, təmizlənməsi, qurudulması

və nəqli üçün qurğular, reagentlər, həmçinin həmin proseslərin ekoloji problemləridir.

İşin əsas məqsədi təbii qazın saxlanması, təmizlənməsi, qurudulması və nəqli texnologiyalarının səmərəliliyini yüksəltmək üçün innovativ qurğuların, yeni tərkibli reagentlərin, nanotexnologiyalar əsasında kompleks inhibitorların, yeraltı və dəniz şəraitində qaz boru kəmərlərini korroziyadan qorumaq üçün örtüklərin tədqiqi və işlənməsi, bu texnologiyaların gələcək inkişaf yollarının müəyyən edilməsidir.

Dissertasiya işində həll ediləcək məsələlər aşağıdakılardır:

- təbii qazın saxlanması, təmizlənməsi, qurudulması və nəqlinin mövcud texnologiyalarının təhlili;
- innovativ texnologiyaların və reagentlərin işlənilməsi;
- təbii qazın saxlanması, təmizlənməsi, qurudulması və nəqli üçün qurğuların təkmilləşdirilməsi;
- kompressorların və qaz qurğularının texnologiyasının tədqiqi;
- təbii qazların nəqli boru kəmərlərinin korroziyadan və aşınmadan mühafizə etmək üçün kompleks təsirli inhibitorların işlənilməsi;
- yeraltı qurğuların mikrobioloji qorunma effektivliyinin artırılması;
- yeraltı qaz anbarlarının səmərəliliyini yüksəltmək üçün tədbirlər kompleksinin işlənməsi;

Tədqiqatın əsas elmi yenilikləri aşağıdakılardır:

1. Təbii qazların nəqlə hazırlanması effektivliyinin artırılması üçün polipropilenqlikol və onun oliqomerlərindən istifadə edilərək absorbentlərin təklif olunması.
2. Hidrat əmələgəlmə və aşınmanın qarşısını almaq üçün yerli xammallardan istifadə edərək kompleks təsirli nano tərkibli kompozisiyanın hazırlanması.
3. Yeraltı avadanlıqların mikrobioloji mühafizə effektivliyinin artırılması üçün modifikasiya edilmiş yeni izolyasiya örtükləri təklif edilmişdir.
4. Alcaq təzyiqli qazların nəqli zamanı yaranan kondensasiyanın səbəblələri və onların aradan qaldırılması üsulun işlənməsi.

5. Qazların qurudulması üçün yüksək səmərəli qravitasiyalı separasiya qurğusunun iş prinsipi və konstruksiyası verilmişdir .

6.Yeraltı qaz anbarlarından götürülən qazın hazırlanması texnologiyasının səmərəliliyini artırmaq üçün qaz quruducu qurğusunun yeni innovativ texnoloji sxemi işlənmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1.Təbii qazların nəqlə hazırlanması effektivliyinin artırılması üçün polipropilenqlikoldan və onun oliqomerlərindən istifadə edilməsində hidratəmələgəlmə laborotoriya və mədən şəraitində tədqiq edilmişdir.

2. Hidrat əmələgəlmə və aşınmaya görə yerli kimya zavodlarının məhsullarından istifadə edərək kompleks təsirli nano tərkibli kompozisiya hazırlanmış, laborotoriya və mədən şəraitində müxtəlif amillərin təsiri ilə təbii qazların nəqli prosesinə təsiri tədqiq edilmişdir.

3.Qazların nəqlə hazırlanmasında inhibitorların seçilməsi metodikası, sabit maqnit sahəsinin hidrat əmələgəlməyə təsiri və uyğun sərf normasının tənzimlənməsi məsələsi həll edilmişdir.

4. Yeraltı qurğuların mikrobioloji mühafizə effektivliyinin artırılması üçün modifikasiya edilmiş bitum-polimer əsaslı izolyasiya örtüklərinin qopmasına təsiri tədqiq edilmiş, avadanlıqlar hidrogensulfidin və elektokimyəvi korroziyadan qopmağa imkan verən effektiv inhibitor laborotoriya sınaqları ilə səmərəliliyi və effektivliyi təyin olunmuşdur.

5. DDÖ-lər arasında alcaq təzyiqli qazların maneəsiz nəqlini təmin etmək və yataqlarda avadanlıqların nəql xətlərində yaranan kondensasiya səbəbləri tədqiq edilmişdir.

6. Mövcud separasiya avadanlığının yenidən qurulması ilə əlaqədar yerinə yetirilmiş tədqiqat və sınaq işləri nəticələrinin təhlili əsasında qravitasiyalı yeni tsiklon separatorunun konstruksiyası və iş prinsipi təklif edilmişdir.

7. Yeraltı qaz anbarlarında bütün quyularının və mədən avadanlıqlarının mövcud vəziyyətinin, texnoloji və termodinamik parametrlərinin təhlili və tədqiqi əsasında YQA-ya vurulan qazın aktiv həcmi artırmağa imkan verən innovativ texnologiyanın tədqiqi.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Təbii və səmt qazının nəqlə hazırlanması üçün qurğu, inhibitor, qazın çıxarılması, saxlanması, təmizlənməsi, nəqli qurğularında və istehlakçılara paylanması istifadə olunan boru kəmərlərinin korroziyadan qorunması, ətraf mühit ekologiyasının mühafizəsində və yeni innovativ texnologiyaların yaradılmasında tətbiq oluna bilər.

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işinin əsas nəticələri müxtəlif yerli və beynəlxalq konfranslarda məruzə olunmuş və müzakirə edilmişdir:

- “NQGP və KETİ” “Xəzərneftqazyataq” elmi-təcrübi konfransı (Bakı, 24-25 dekabr 2014);

- “Современные технологии в нефтегазовом деле” beynəlxalq elmi-texniki konfransı (Ufa, 2016).

- The 7th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications. 26-28 August, 2020. Baku, Azerbaijan.

- 11th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words, Perception and Artificial Intelligence. ICSCCW-2021. Antalya, Turkey. 23-24 August 2021.

- 2nd International Conference on Information Technology, Advanced Mechanical and Electrical Engineering (ICITAMEE). Yogyakarta, Indonesia, August 25-26th 2021.

Dərc edilmiş əsərlər. Dissertasiyanın əsas nəticələri 56 elmi əsərdə əks edilmiş, onlardan məqalə o cümlədən 18-i xaricdə nüfuzlu elmi jurnallarda, 5-i (Web of science, Scopus), 7-i tezis olub, yerli və beynəlxalq konfransların materiallarında (o cümlədən 3-u xaricdə) dərc olunmuşdur.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya işi giriş, 5 fəsil, nəticə, 228 adda istifadə olunmuş ədəbiyyatın siyahısı və əlavədən ibarətdir. İş əsas mətn, 52 şəkil, 45 cədvəl və əlavə 1 səhifə olmaqla 282 səhifədən ibarətdir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Dissertasiya işinin giriş hissəsində mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın əsas məqsədləri və məsələləri müəyyən

olunmuş, işin elmi yeniliyi, onun praktiki əhəmiyyəti və müdafiəyə çıxarılan əsas müddəaları şərh edilmiş və dissertasiyanın əsas bölmələrinin qısa məzmunu verilmişdir.

Birinci fəsildə təbii qazların nəqlə hazırlanmasının müasir vəziyyəti, təbii qazların yığılması və nəqlə hazırlanması problemləri, təbii qazların hazırlanması və nəqlinin ekoloji aspektləri və perspektivləri araşdırılmış, həmin proseslərin səmərəliliyinə təsir edən amillər, bunlara müvafiq olaraq dissertasiya işində aparılacaq tədqiqatların istiqamətləri müəyyən edilmiş və həll edilməsi tələb olunan məsələlərin qoyuluşu verilmişdir.

Qeyd edilmişdir ki, magistral qaz kəmərlərinin işinin effektivliyi nəqlə hazırlanmış qazın keyfiyyətindən asılıdır.

Qaz-hidrat yataqlarının bu üstünlüklərindən istifadə edərək, onu da qeyd etmək lazımdır ki, təbii qazların qaz anbarlarında hidrat şəklində saxlanması daha böyük maraq kəsb edir. Məlumdur ki, qaz hidrat şəklinə keçərkən onun həcmi 150-200 dəfə azalır. Tədqiqatların nəticələri göstərir ki, hidrat əmələgəlmə prosesində dəniz suyu əvəzinə palçıq vulkanları iştirak etmişdir. Abşeron strukturlarında da palçıq vulkan püskürmələrində hidrat birləşmələrini əmələ gəlməsi Azərbaycan alimləri tərəfindən tədqiq olunmuşdur. Hazırda Cənubi Xəzər hövzəsində 150-yə qədər palçıq vulkanı müəyyən edilmişdir ki, bu da dənizin cənub akvatoriyasında perspektivdə çoxlu qaz-hidrat yataqlarının kəşf olunması üçün şərait yaratmışdır. Bu yataqlarda aparılmış çoxillik elmi-tədqiqat işlərinin nəticəsində böyük təcrübə əldə olunmuşdur ki, bu da gələcəkdə Xəzər dənizi akvatoriyasındakı yataqların işlənməsində istifadə oluna bilər. Hesablamalar göstərir ki, indiyədək bu yataqda hasil olunmuş ümumi qazın çox hissəsi hidratın parçalanması hesabına əldə edilmişdir. Belə ki, hesablamalara görə 35 illik istismar müddətində yataqda lay təzyiqi 78MPa-dan 2 MPa düşməlidir. Lakin hazırda burada lay təzyiqi 60 MPa-ya bərabərdir ki, bu da hidratın parçalanması hesabına laya əlavə qazın daxil olmasını sübut edir. Elə bu səbəbdən də hidratın bu xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, gələcəkdə təbii qazın kiçik həcmdə olan qaz anbarlarında hidrat şəklində saxlanması və hidrat şəklində nəql olunması proseslərinin yerinə

yetirilməsi böyük maraq kəsb edir ki, bunlar da həll olunmasını tələb edən aktual və çox mürəkkəb proseslərdir.

Təbii qazların nəqlə hazırlanması tələblərə uyğun olmadıqda magistral qaz kəmərlərinə təbii qazla birlikdə daxil olan maye (su və karbohidrogenlər) və digər aqressiv komponentlər kəmərin məhsuldarlığının azalmasına, kəmərdə korroziyanın, duz çöküntülərinin, digər fəsadların və bunlarla əlaqədar bəzi ekoloji problemlərin yaranmasına səbəb olur.

Təbii qazların tərkibində olan komponentlərin miqdarından, regionun iqlim şəraitindən və digər amillərdən asılı olaraq qazların nəqlə hazırlanması prosesi mövcud normaların tələblərinə uyğun olaraq bir neçə mərhələdə aparılır. Təbii qazların tərkibində metan 75%-dən 99%, etan - adətən 2-4% və bəzən 7-8%, propan 0,1-4,0%, butan 1-2%, ağır karbohidrogenlər (C_5+) isə 2-3%-ə qədər olur.

Qaz və qaz-kondensat yataqlarından, xüsusilə, dəniz qaz mədənlərində çıxarılan məhsulun tərkibində su, mineral duzlar və turş komponentlərin (H_2S , CO_2 , hidrat birləşmələri, korroziya və duz çöküntülərinin) olması sistemdə texnoloji fəsadlar yaradır. Bu isə, öz növbəsində, qazın nəqlə hazırlanması qurğularını və magistral qaz kəmərlərinin iş rejimini pozaraq, bir sıra hallarda qəza vəziyyətinin yaranmasına və külli miqdarda qaz itkisinə gətirib çıxarır.

Qazın tərkibindən absorbentlərin tətbiqi ilə ayrılan komponentlərin miqdarından asılı olaraq qazın hazırlanması prosesi şərti olaraq aşağıdakı qruplara bölünür:

- fiziki sorbsiya – qazın tərkibində olan turş komponentlərin üzvi maye uducularla çıxarılması. Bu üsul qazlardan turş komponentləri və kükürlü üzvi birləşmələri kompleks şəkildə təmizləməyə imkan verir;

- kimyəvi sorbsiya – absorbentlə udulan komponentlər arasında kimyəvi əlaqələrə əsaslanır;

- qazları kompleks şəkildə turş komponentlərdən təmizləmək və su buxarlarından qurutmaq üçün qarışıq absorbentlər istifadə edilir.

İnhibitor qazın tərkibində tarazlıq vəziyyətində olan su buxarlarının udulmasını həyata keçirir. İnhibitorun müəyyən hissəsi qaz fazası ilə, başqa hissəsi isə qazla çıxan maye fazasında, sərbəst lay suları və maye karbohidrogen kondensatında həll olur.

Qaz-kondensat mədənlərində çıxarılan və YQA-dan götürülən qazın termodinamiki, texnoloji göstəriciləri dəyişdiyinə görə inhibitorun sərf normalarının dəqiq hesablanmasına sistemli nəzarət məqsədəuyğundur.

Ekoloji cəhətdən təmiz və iqtisadi cəhətdən ucuz, yeni inhibitorlar aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir:

- su fazasında hər cür nisbətdə həll olmalı, aşağı temperaturalarda donmalı və özlüliyə malik olmalı,

- texnoloji sistemdə korroziya əmələ gətirməməli və eyni zamanda təbii qaz, karbohidrogen kondensatı ilə kimyəvi reaksiyaya girməməli,

- sistemdə inhibitorun işlənmiş sulu məhlulu regenerasiya olunmalı, yerli kimya məhsulları əsasında geniş istehsal bazası olmalıdır.

Son zamanlara qədər qazın qurudulması prosesində dietilenqlikol (DEQ), etilenqlikol (EQ) və trietilenqlikol (TEQ), hidrat birləşmələrinin qarşısını almaq üçün metil spirti geniş miqyasda tətbiq edilirdi. Həmin maddələr effektiv reagent və inhibitor olmasına baxmayaraq, onların bir sıra çatışmayan texniki və texnoloji cəhətləri vardır: yüksək özlüliyə malik olması, yuxarı temperaturda donması, regenerasiya qurğusunun mürəkkəb olması və bununla yanaşı, onların baha və zəhərli olması, respublikada istehsal bazası olmaması, əsasən də xarici ölkələrdən valyuta ilə alınması və s. Digər tərəfdən DEQ və TEQ-nin qatılığını 95-99%-ə çatdırmaq üçün vakuum qurğuları tətbiq etmək lazımdır ki, bu da öz növbəsində qazın nəqlə hazırlanması xərclərini bir neçə dəfə artırır.

Buna görə də tərkibi əsasən monopropilenqlikol (MPQ) və polipropilen qlikoldan (PPQ) ibarət olan yerli absorbentlərin müxtəlif qatılıq və təmas temperaturunda qurudulan qazın şəh nöqtəsinin (ŞN) temperaturu təyin edilmiş, müəyyən edilmişdir ki, MPQ və PPQ yüksək qaz quruducu xassəyə malikdir, eyni qatılıqda və təmas temperaturunda MPQ və PPQ ilə qurudulan qazın ŞN temperaturu DEQ və TEQ-dən bir neçə dərəcə aşağıdır, DEQ və TEQ-i neft-qaz sənayesində MPQ və PPQ ilə əvəz etmək mümkündür. Yeni absorbentlərin – MPQ və PPQ-nin əsas

göstəricilərindən biri də onun su buxarları ilə doymuş məhlulunun regenerasiya olunmasıdır.

Qalmaz və Qaradağ YQA-da aparılan tədqiqat işləri və mədəni göstəricilərinin təhlili göstərmişdir ki, anbarlarda qazın nəqlə hazırlanması üçün aşağı temperaturlu separasiya üsulu effektiv olub, texnoloji üstünlüklərə malikdir. Anbarlardan götürülən qaz xarici ölkələrə ixrac edildiyi təqdirdə qazın nəqlə hazırlanması üçün qaz quruducu qurğudan istifadə edilməsi və bu məqsədlə həmin qurğularının yenidən qurulması və işinin təkmilləşdirilməsi məqsədəuyğundur.

Boru kəmərlərinin xarici səthində yaranan şəh damcıları dəniz özlülərinin istismarında böyük problem yaradır.

Göstərilən problemin həlli yollarından biri metal səthlərin iqtisadi baxımından səmərəli olan istilik izolyasiya materialı ilə örtülməsidir.

Təbii qazın uzaq məsafəyə nəql etmək üçün hazırlanması proseslərinin texnoloji sxemləri və xarakteristikalarının dərinlən tədqiq edilməsi qaz kəmərlərində və təbii qazın absorbsiya ilə qurutma kütlə mübadiləsi qurğularında hidratların yaranması və beləliklə, həmin proseslərin əsas parametrlərinin optimal qiymətlərini tapmağa imkan verə bilər. Bu məsələnin həllini daha effektiv etmək məqsədlə təbii qazın hərəkəti zamanı kondensasiya edilmiş fazanın alınmasının qiymətləndirilməsi metodikası da işlənilməlidir. Bütün bu texnologiya və tövsiyələrin tətbiqi əsaslı təmir işlərinin müddətini və müvafiq xərclərin azaldılması, işlərin keyfiyyətinin yüksəldilməsi, hidrat meydana gəlməsinin ikiölçülü təsirinin nəzərə alınması boru kəmərlərində hidrat yaranmanın başlanğıcının dəqiqləşdirilməsi üçün imkan yaradır.

Təbii qazın hərəkəti zamanı kondensasiya olmuş fazanın çökməsini qaz və kondensasiya olunmuş fazalar üçün qiymətləndirmə metodikasının işlənilməsi, texnoloji avadanlıqlarda hissəciklərin trayektoriyalarının hesablanması, axındakı hissələrin abraziv aşınması və ya kondensasiya fazasının müəyyən edilməsi səmərəliliyin yüksəldilməsi üçün təməldir.

Abşeron strukturunda da bu proses oxşar şəkildə getmiş və prosesdə yenə də palçıq vulkanı suları iştirak etmişdir.

Həmin problemlərin həllinə müxtəlif yanaşmaların təhlili nəticəsində proses və qurğuların səmərəliliyinin yüksəldilməsi üçün həlli tələb olunan məsələlər və tədqiqat istiqamətləri müəyyən edilmişdir.

Bələliklə, yuxarıda qeyd edilən problemləri aradan qaldırmaq, qazın çıxarılması, nəqli və saxlanması zamanı yaranan fəsadların qarşısını almaq, qaz xətləri və kəmərlərinin istismar səmərəliliyini yüksəltmək, eləcə ətraf mühitin ekoloji təhlükəsizliyini təmin etmək üçün dissertasiya işində aşağıdakı məsələlər həll edilmişdir:

- təbii qazın saxlanması, təmizlənməsi, qurudulması və nəqlinin mövcud texnologiyalarının tədqiqi;
- yeni - innovativ texnologiyaların və reagentlərin işlənilməsi;
- təbii qazın saxlanması, təmizlənməsi, qurudulması və nəqli qurğularının təkmilləşdirilməsi;
- yeraltı qaz anbarlarının səmərəliliyini yüksəltmək üçün tədbirlər kompleksinin işlənməsi;
- qaz nəql edilən boru kəmərlərinin korroziyadan mühafizə etmək üçün nanotexnologiyalar əsasında inhibitorların işlənilməsi;
- yeraltı qurğuların mikrobioloji qorunma effektivliyinin artırılması.

İkinci fəsildə qazın nəqlə hazırlanması üçün kompozision inhibitorun işlənməsi, intensiv qum yaranan quyuların istismarında ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısının alınması, qazların nəqlə hazırlanmasında inhibitorun seçilməsi və sərf normasının təyini məsələləri araşdırılmış və həll edilmişdir.

Qoyulmuş məsələni həll etmək üçün qazların nəqlində onların qurudulması, hidrat əmələgəlmənin qarşısını almaq və xətləri eroziya-zərbə aşınmasından qorumaq üçün pirokondensat, ağır benzin fraksiyası və tərkibi gildən ibarət nanohissəciklər aşağıdakı nisbətdə kompleks təsirli kompozisiya verilir, %-lə:

Pirokondensat	68-71
Ağır benzin fraksiyası	28,9-31,9
Gil	0,1

Təbii qazın nəqli zamanı kompleks təsirli kompozisiyanın tərkibi pirokondensat (68-71), ağır benzin fraksiyası (28,9-31,9) və tərkibində 53,06 küt.% miqdarında 10^{-9} m ölçülü nanohissəciklər olan

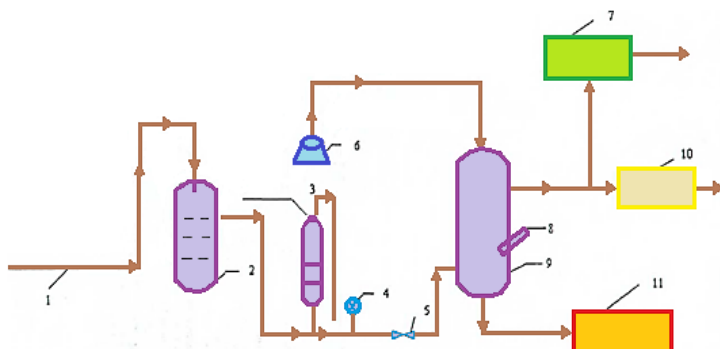
gildən (0,1) ibarətdir. Pirokondensatla ağır benzin fraksiyası kompozisiyası aralıq məhsul olaraq Sumqayıt “Üzvi sintez” zavodunda alınır. Təklif olunan qarışıqın 20°C temperaturda olduqda özlülüyü 1,1-1,2 mPa.s, qarışıqın sıxlığı $840\text{--}870\text{ kq/m}^3$, qaynama temperaturunun əvvəli $85\text{--}90^{\circ}\text{C}$, sonu $115\text{--}120^{\circ}\text{C}$. Pirokondensatın 20°C temperaturda özlülüyü 0,85-1,2 mPa.s, sıxlığı 845 kq/m^3 , oktan ədədi 90, başlanğıc qaynama temperaturu 40°C , sonu $120\text{--}140^{\circ}\text{C}$. Eyni zamanda ağır benzin fraksiyasının 20°C temperaturda özlülüyü 27,5 mPa.s, sıxlığı 920 kq/m^3 , başlanğıc qaynama temperaturu $250\text{--}270^{\circ}\text{C}$, son qaynama temperaturu isə $310\text{--}340^{\circ}\text{C}$. Təklif olunan kompozisiyanın tərkibindəki pirokondensat qazın tərkibindəki suyu udaraq onu qurudur, hidrat əmələgəlmənin qarşısını alır. Kompozisiyanın tərkibindəki ağır benzin fraksiyası nəql olunan qazın tərkibindəki mexaniki qarışıqları hidrofoblaşdıraraq, onun abrazivlik xüsusiyyətini azaldır və beləliklə, nəql xəttini aşınmadan qoruyur və kompozisiyanın tərkibindəki nanohissəcik qazın tərkibini qurutmaqla hidrat əmələgəlmə temperaturunu aşağı salır və eyni zamanda qarışıqın dayanıqlığını təmin edərək, bərk fazanın hidrofoblaşmasını artırmaqla nəql xətlərinin eroziyadan qorunmasını təmin edir. Hazırlanmış müxtəlif tərkibli kompozisiyam sərfi 20 q/1000m^3 olmaqla inqrediyentlərinin hidrat əmələgəlmə temperaturuna və korroziyaya qarşı təsiri 2 mPa.s-da araşdırılmış və aşağıdakı nəticələr alınmışdır.

Bu məqsədlə yerli kimya zavodlarından müxtəlif kimyəvi reagent nümunələri gətirilmiş, laboratoriyada onların fiziki-kimyəvi və texnoloji göstəriciləri tədqiq edilmişdir.

Qurudulan qazın PPQ-nin qatılığı və qazla təmas temperaturundan asılı olaraq şəh nöqtəsi temperaturu (ŞN) təyin edilmişdir. Təcrübi-sınaq işlərində güzgü sistemli laboratoriya qurğusu istifadə edilmişdir. (şəkil 1)

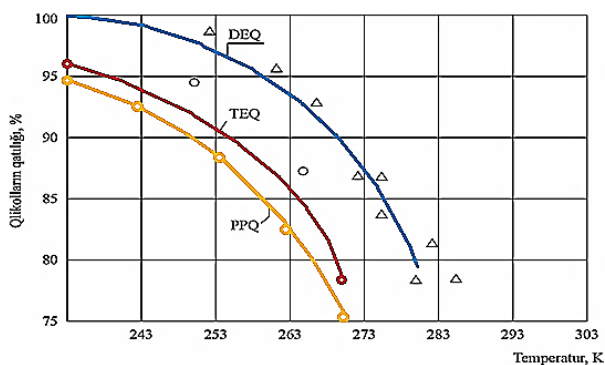
Tədqiqat nəticələri göstərmişdir ki, tədqiq olunan reagentlərin içərisində qazların nəmlikdən qurudulması üçün ən səmərəlisi polipropilenqlikoldur (şəkil 2), eyni qatılıqda və temperaturda PPQ ilə qurudulan qazın ŞN temperaturu DEQ və TEQ-dən bir neçə

dərəcə aşağıdır və ondan DEQ və TEQ-i əvəz edən yeni quruducu kimi istifadə etmək mümkündür.



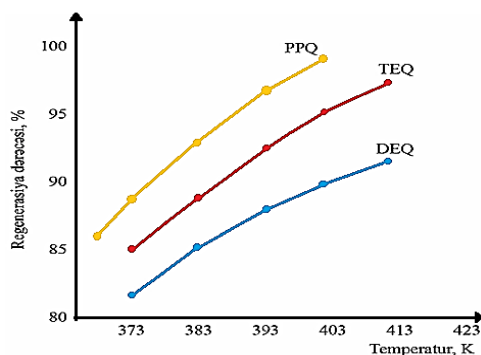
Şəkil 1. Təbii qazların qurudulması və təmizlənməsi üçün laboratoriya qurğusunun sxemi.

1- turş tərkibli qaz; 2 - barbater; 3 - rotametr; 4 - manometr;
5- tənzimləyici ventily; 6- absorbentin verilməsi üçün nasos;
7-nəmlik ölçən cihaz “Baykal-3”; 8 - termometr üçün oyuy; 9 - absorber; 10 - xromatoqraf LXM-80; 11- su buxarları ilə doymuş absorbent üçün tutum



Şəkil 2. Qurudulan qazın şəh nöqtəsi üçün qlkolun qatılığının kontakt temperaturundan asılılığı

DEQ, TEQ və PPQ-nin sulu məhlullarının regenerasiya qurğusunda aparılmış sınaq işlərinin nəticələri şəkil 3-də verilmişdir. Qrafiklərdən görünür ki, DEQ və TEQ-ə nisbətən aşağı temperaturda ($403-413^0\text{K}$) regenerasiya edilmiş PPQ-nin qatılığı 99-99,5 kütlə % yaradır. Bu vəziyyətdə DEQ və TEQ-in qatılığı 92-97 kütlə %-i təşkil edir.



Şəkil 3. Qlikolların regenerasiya olunma dərəcəsinin temperaturdan asılılığı

Yeni absorbentin – polipropilenqlikolun sənaye-sınaq işləri və tətbiqi “Bahar enerji əməliyyat” şirkətinin 2 saylı qaz-kompressor sexində istismar edilən qazquruducu qurğuda aparılmış, yeni absorbent üçün aşağıdakı optimal texnoloji iş rejimi seçilmişdir.

Regenerasiya olunmuş PPQ-nin qatılığı, kütlə %	- 98-98,8
sıxlığı, kq/m^3	- 1030-1033
Su buxarlan ilə doymuş PPQ-nin qatılığı, kütlə %	- 93-95
PPQ-nin regenerasiya temperaturu, K	- 403-413
Qazla absorbentin kontakt temperaturu, K	- 303-308
Qurudulan qazın ŞN temperaturu, K	- 268-263
Vurulan absorbentin miqdarı kq/1000 m^3	- 13-15
Ümumi sistemdə absorbent itkisi, q/1000 m^3	- 70-100

Hazırda şirkətdə 2 qazquruducu qurğu fəaliyyət göstərir və qurğuların qaza görə məhsuldarlığı gündə $1,0-1,1 \text{ mln.m}^3$ -dir.

PPQ-dən istifadə edərkən, ona əlavə kimi alkan DE-202 qarışığından ibarət səthi aktiv maddəli kompozisiyanın çatışmazlığı onun tərkibindəki spirtlərin nəql olunan qazın tərkibindəki bərk fazanın səthində olan parafinli-qətranlı birləşmələri əridərək, onun abrazivliyini artırmasıdır ki, bu da metalın (avadanlığın) eroziyasını intensivləşdirir. Buna görə də qazları tələb olunan səviyyədə qurutmaq və nəql xətlərində hidrat əmələgəlmənin qarşısını almaqla bərabər, eyni zamanda metal avadanlığı eroziya-zərbə aşınmasından da qoruyan inhibitor kompozisiyasının yaradılması məsələsini həll etmək, qazların nəqlində onların qurudulması, hidrat əmələgəlmənin qarşısını almaq və xətləri eroziya-zərbə aşınmasından qorumaq üçün pirokondensat (68-71)%, ağır benzin fraksiyası (28,9-31,9)% və tərkibində 53,06 kütl.% miqdarında 10^{-9} m ölçülü nanohissəciklər olan gildən (0,1) ibarət kompleks təsirli kompozisiya tədqiq edilmişdir.

Tədqiqatda tərkibində nanohissəcik saxlayan gil kimi “Xırdalan”, “Hökməli” və “Bülbülə” yataqlarının gilindən istifadə edilmişdir. Gillərin fraksiyalarının elektron mikroskopla təyin edilmiş ölçüləri cədvəl 1-də verilmişdir. Təklif olunan kompozisiyanın tərkibindəki pirokondensat qazın tərkibindəki suyu udaraq onu qurudur, hidrat əmələgəlmənin qarşısını alır. Kompozisiyanın tərkibindəki ağır benzin fraksiyası nəql olunan qazın tərkibindəki mexaniki qarışıqları hidrofoblaşdıraraq, onun abrazivlik xüsusiyyətini azaldır və beləliklə, nəql xəttini aşınmadan qoruyur və kompozisiyanın tərkibindəki nanohissəcik qazın tərkibini qurutmaqla hidrat əmələgəlmə temperaturunu aşağı salır və eyni

Cədvəl 1.

Gillərin fraksiyalarının ölçüləri

Gil yatağı	Gillərin tərkibindəki fraksiyaların ölçüsü (m) və miqdarı,%					
	Kvars qumu	(25-5) 10^{-5}	(5-2) 10^{-6}	(2-1) 10^{-9}	(1-0,5) 10^{-7}	10^{-9}
Hökməli	2,70	2,80	6,00	36,51	51,99	yoxdur
Xırdalan	1,21	1,91	2,00	41,82	1,00	53,06
Bülbülə	5,20	51,4	20,00	23,40	Yoxdur	Yoxdur

zamanda qarışıqın dayanıqlığını təmin edərək, bərk fazanın hidrofoblaşmasını artırmaqla nəql xətlərinin eroziyadan qorunmasını təmin edir.

Tədqiqatlarda sınaqdan keçirilən qaza kompozisiya əlavə olunduqdan sonra qaza onun hər 1000 m³-nə 10; 15; 20 və 25 qr prototipdə təklif olunan kompozisiya əlavə etməklə kristal-hidrat əmələgəlmə temperaturu laboratoriya şəraitində təyin edilmişdir. Buradan görünür ki, sınaqdan keçirilən qazın nəqlində kompozisiya tətbiq olunmadan hidrat kristal əmələgəlmə 2; 4; 6 və 8 MPa təzyiqdə müvafiq olaraq 8; 7 və 6°C temperaturda baş verir. Eyni təzyiqdə kompozisiyanın hər 1000 m³ qazdakı sərfi artdıqca kristalhidrat əmələgəlmə temperaturu azalır və bu temperatur təzyiq artdıqca azalmaya meyllidir; eyni bərabər şəraitdə hidrat əmələgəlmə temperaturu təklif olunan kompozisiya ilə prototipə nisbətən daha çox azalır. Misal üçün prototipin qazdakı sərfi 10; 15; 20 və 25 q/1000m³ olduqda 2 MPa-da hidrat əmələgəlmə temperaturu müvafiq olaraq -8°C; -12°C; -16°C; -19°C olursa, bu temperatur təklif olunan kompozisiya ilə aparılarda müvafiq olaraq -10°C; -14°C; -18°C və -

Tədqiqat nəticələri cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2.

Tədqiqat nəticələri

Kompozisiya	Təzyiq, Mpa	Qaz qarışıqındakı kompozisiyanın sərfinin (q/1000m ³ qaz) hidrat kristal əmələgəlmə temperaturuna (±°C) təsiri				
		0	10	15	20	25
Kompozisiyasız qaz qarışıqı	2	+8				
	4	+7				
	6	+6				
	8	+6				
Mövcud (prototip)	2		-8	-12	-16	-19
	4		-9	-12	-17	-20
	6		-11	-13	-18	-21
	8		-12	-13	-19	-21
Təklif olunan	2		-10	-14	-18	-21
	4		-12	-14	-19	-23
	6		-13	-15	-21	-24
	8		-14	-17	-21	-24

Cədvəl 3.

Hidrat əmələgəlmə temperaturu və xətdə aşınma müddəti

Kompozisiya	Təzyiq, Mpa	Kompozisiyanın sərfi, q/1000m ³	Kompozisiyanın tərkibində nanohissəciyin miqdarı, %	Hidrat əmələgəlmə temperaturuna təsiri, ±°C		Aşınma müddətinə təsiri, saat	
				M1	M2	M1	M2
Mövcud (prototip)	8	25	0	-21	-21	1,5	1,5
			0,01	-25	-24	1,7	1,6
			0,05	-30	-28	2,1	2,0
			0,1	-33	-31	2,6	2,4
			0,15	-33	-31	2,6	2,4
Təklif olunan	8	25	0	-24	-24	6	6
			0,01	-33	-30	24	14
			0,05	-42	-39	36	26
			0,1	-54	-46	56	34
			0,15	-54	-46	56	34

21°C olur. Eyni oxşar nəticə tədqiqat 6 MPa təzyiqdə aparıldıqda da alınır. Məsələn üçün 4 MPa təzyiqdə hidrat əmələgəlmə temperaturu prototip üçün onun miqdarı 10; 15; 20 və 25q/1000m³ -da müvafiq olaraq -9; -12; -17 və -20°C olursa, bu temperatur təklif olunan kompozisiya üçün müvafiq olaraq -12; -14; -19 və -23°C olur.

Cədvəldən göründüyü kimi, eyni bərabər şəraitdə hidrat əmələgəlməyə qarşı təklif olunan kompozisiyanın tətbiqi mövcud inhibitora nisbətən əməliyyatın səmərəliliyini 10-15% artırır və ən yüksək effektivlik hər 1000 m³ qaz üçün kompozisiyanın sərfi 25q olduqda alınır.

Qaza prototip kompozisiyasının qatılması metal borunun eroziya-zərbə aşınma müddətini kompozisiyasız hala nisbətən azaldır ki, buna səbəb prototip kompozisiyasının tərkibindəki PPQ-nin qarışıqdakı parafinli birləşmələri əritməsidir (cədvəl 3). Tədqiqatda nanotərkib kimi “Xırdalan”, “Hökməli” və “Bül-Bülə” yataqlarının

gillərindən hazırlanmış üç modeldən (M1; M2; və M3) istifadə edilmişdir.

Prototipdən fərqli olaraq təbii qazın nəqlində ona təklif olunan kompozisiyanın qatılması metalın eroziya-zərbə aşınma müddətini ciddi artırır.

Misal üçün nəql olunan tərkibində bərk fazanın miqdarı $30\text{q}/1000\text{m}^3$ olduqda 2; 4; 6 və 8 MPa təzyiqdə metalın eroziya-zərbə aşınma müddəti prototip üçün müvafiq olaraq 3; 2,5; 2 və 1,5 saat, təklif olunan kompozisiya üçün bu 12; 10; 8 və 6 saatdır, yəni təklif olunan kompozisiya metalın aşınma müddətini 400% artırır.

Bütün növ inhibitor və absorbentlərin tətbiqi zamanı əsas məsələlərdən biri onların texnoloji proses sərf normasının təyin olunması, zaman və digər amil və parametrlər - termodinamik göstəricilər dəyişdikcə onun tənzimlənməsidir. 2019-cu ildə qazvurma prosesinin əvvəli və sonunda YQA-nın termodinamik göstəriciləri cədvəl 4-də göstərilmişdir.

Cədvəl 4.

Qazvurma prosesinin əvvəli və sonunda YQA-da termodinamik göstəriciləri

Sıra №-si	Termodinamiki göstəricilər	Qazvurmanın əvvəlində təzyiq, MPa	Qazvurmanın sonunda təzyiq, Mpa
1	SKS-nin girişində təzyiq	3,5-3,6	3,8-4,0
2	SKS-nin çıxışında təzyiq	10,1-10,4	10,5-10,6
3	Quyuağzı təzyiq	8,2-8,3	10,4-10,5
4	Anbarın daxili lay təzyiqi	11,5-11,7	11,5-11,9

Bununla yanaşı, inhibitorun seçilməsində aşağıdakı amillər də nəzərə alınmalıdır:

- qazın ilkin komponent tərkibi;
- qazın tərkibində tarazlıq halında olan nəmliyin miqdarı;
- nəqlə hazırlanan qazın su buxarlarına görə ŞN temperaturu;
- işlənmiş və işlənməmiş inhibitorun qatılığı;
- inhibitorun sulu məhlulun regenerasiya temperaturunun seçilməsi;

Qaradağ YQA-da tətbiq ediləcək MPQ-nin sərf normasının hesablanmasında isə digər amillər nəzərə alınmalıdır:

- qaz kəmərinin başlanğıc və axır nöqtələrində qazın tərkibində tarazlıq vəziyyətində olan nəmliyin miqdarı;
- qaz axınına vurulan işlənməmiş və işlənmiş inhibitorun - qlikolun qatılığı;
- qaz axını ilə birgə gələn sərbəst suyun miqdarı;
- qaz fazasında olan su buxarlarını udmaq üçün inhibitorun miqdarı.

İnhibitorun sərf norması hesablanarkən texnoloji sistemdə aşağıdakı səbəbdən yaranan itkilər də nəzərə alınmalıdır:

- inhibitorun-qlikol maye karbohidrogenlərdə həll olduqda itkisi;
- qaz axınında qlikolun mexaniki itkisi;
- qlikolun doldurma və boşaltma zamanı itkisi.

Beləliklə, inhibitorun faktiki mədən göstəriciləri əsasında aparılacaq hesablama nəticəsində alınmış sərf normasının üzərinə yuxarıda göstərilən itkilər də əlavə olunmalıdır. Nəmliyə əsasən qazın tərkibində su buxarlarının miqdarı bu düstura əsasən hesablanır:

$$W = b_1 - b_2$$

b_1 və b_2 - nəm və qurudulmuş qazlarda su buxarlarının miqdarı; W - qazdan udulan suyun miqdarıdır, kq/1000 m³.

Qazın göstəriciləri nəzərə alınmaqla, inhibitorun sərf norması belə hesablanır:

$$G = \frac{WX_2}{X_1 - X_2}$$

burada G - inhibitorun ümumi miqdarı; X_1 - işlənməmiş inhibitorun qatılığı; X_2 - işlənmiş inhibitorun qatılığıdır.

Modifikasiyaya əsasən istifadə edilən modeldə ikinci dərəcəli vizual əmsallar və yüksək təzyiqdə qaz qarışıqlarının sıxılma əmsalı ilə xarakterizə edilən əlavə parametrlər daxil edilir. Modifikasiya olunmuş tənliyin parametrizasiyası göstərir ki, təbii qazın uçucu komponentlərinin hesablanması zamanı 1-2% xəta yaranır ki, bu da Penq-Robinson tənliyi ilə daha dəqiq hesablanır.

Tənliyin səmərəli istifadə intervalı temperatur -40°C-(+100-150)°C, təzyiqi isə 0,1MPa-(12-14) MPa təşkil edir.

Əhatəli temperatur aralığında mənfi və ya müsbət temperaturda, təzyiq 100 MPa və yuxarı olmaqla üçfazlı tarazlıq sınaq məlumatlarının termodinamik ekstrapolyasiya metodundan istifadə edilir. Koordinat sistemində verilənlərin aproksimasiyasına uyğun asılılığı aşağıdakı kimi yazaq:

$$Y = A + \frac{B}{T} + C \cdot \ln(T)$$

burada: A, B, C - əmsallardır ki, bunlar da sınaq nöqtələrində məlumatları daha ətraflı təsvir edir, həm mənfi, həm də müsbət temperaturda alınan asılılığı geniş diapazonda ekstrapolyasiya etməyə imkan verir.

Verilmiş temperaturda tarazlıq təzyiqi aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$A + \frac{B}{T} + C \cdot \ln(T) = \ln(f) - \frac{p \cdot \Delta V}{(v_1 + v_2)RT} + \frac{\ln(x_{H_2O})}{(v_1 + v_2)}$$

Bu nəticələrinin təhlili parçalanan metan hidratının üzərində çox soyuq su və buzun ehtimal oluna bilən meydana çıxma sahəsini təyin etməyə və beləliklə də, müxtəlif şəraitdə “özünü konservasiya” effektinin əmələ gəlməsi səbəblərini təhlil etməyə imkan verir.

Konservasiya effektində əsas parametrlərdən biri də deyə bilərik temperaturdur ki, onun tədqiqatlarda yüksəldilməsi müvafiq ardıcılıqla yerinə yetirilir, "qaz heksaqonal buz-hidrat" və "qaz-soyudulmuş su-hidrat" üçfazlı tarazlıq xətləri şəbəkəsində hidratın səthi ayrılmasına yönəldilir. "Qaz-soyudulmuş su-hidrat" şəbəkəsində hidrat soyudulmuş suya çevrilir.

Ayrı-ayrı sahələrdə inhibitorun sərfinin norması bu düstura əsasən təyin olunur:

$$H_{T,i} = G \cdot K$$

Burada: G - inhibitorun minimal-vacib (nəzəri) xüsusi sərfi; K - nəzərə alınmayan faktorlar üzrə 1,05-1,25 diapazonunda ehtiyat əmsəlidir. K - qaz-maye qarışığının qeyri-izotermik və qeyri-stasionar axını zamanı komponentlərin fazasına görə paylanma əmsalı olub, sınaq yolu ilə təyin edilir. Mədəndə faza tarazlığının

pozulmasını dəqiq hesablamaq üçün qaz fazasının uçucu və ya qeyri-
uçucu komponentlərinin, o cümlədən, CO₂, H₂S, N₂, H₂O və
inhibitorun miqdarı dəqiq hesablanmalıdır.

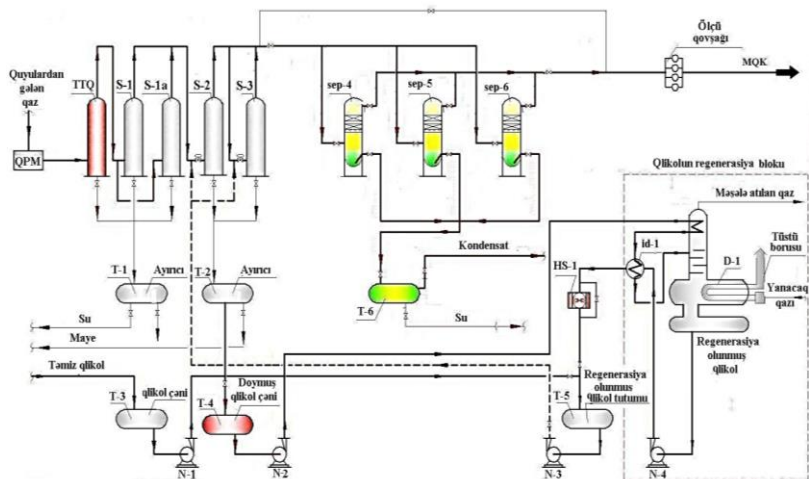
$$G = \frac{G_i \cdot (X_2 - X_1) + G_1^{recycle} (X_2 + X_1^{recycle}) + (W_1 - W_2) \cdot X_2}{X - X_2} +$$

$$+ \frac{100 - X_2}{X - X_2} \cdot [(Q_2 - Q_1) + (q_2 - q_1)]$$

$$G_2 = \frac{X}{X_2} + \frac{G_1 \cdot X_1 + G_1^{recycle} \cdot X_1^{recycle} + 100 \cdot [(Q_2 - Q_1) + (q_2 - q_1)]}{X_2}$$

G - inhibitorun minimal vacib xüsusi sərfi, qatılıq X, kq/1000 m³; G₁ - inhibitorun əvvəlki texnoloji sahədən texnoloji zəncirin 1 nöqtəsinə daxil olan “maye-su” fazasının xüsusi miqdarı, kq/1000m³; **G₁^{recycle}** - nöqtəsinə verilən inhibitorun təkrar sirkulyasiya edən sulu məhlulunun xüsusi miqdarı, kq/1000 m³; G₂ - texnoloji zəncirin 2 nöqtəsinə verilən inhibitorun sulu maye fazasının xüsusi miqdarı, kq/1000m³; X₁, X₂ - müvafiq olaraq 1 və 2 nöqtələrində inhibitorun su fazasının qatılığı,% kütlə; X - 1 nöqtəsinə verilən inhibitorun qatılığı,% kütlə; **X₁^{recycle}** - 1 nöqtəsinə verilən işlənmiş inhibitorun qatılığı, % kütlə; W₁, W₂ - 1 və 2 nöqtələrində qazın rütubətlik tutumu (sulu maye fazası ilə tarazlaşmış), kq/1000m³; Q₁, Q₂ - 1 və 2 nöqtələrində qaz fazasında inhibitorun miqdarı, kq/1000m³; q₁, q₂ - 1 və 2 nöqtələrində karbohidrogen kondensatının tərkibində inhibitorun miqdarı, kq/1000m³; G₁; **G₁^{recycle}**, X₁, X₂, **X₁^{recycle}** məlum kəmiyyətlər kimi qəbul edilir; G və G₂, kəmiyyətləri isə hesablama yolu ilə tapılır.

Qaradağ YQA-da qazın nəqlə hazırlanması prosesində ATS qurğusunun səmərəliliyini artırmaq və onun texnologiyasını təkmilləşdirmək üçün qurğunun texnoloji sxemində bu dəyişikliklərin edilməsi göstərilmişdir. (şəkil 4)



Şəkil 4. Qaradağ YQA-da qazların nəqlə hazırlanması qurğusunun prinsipial texnoloji sxemi.

- ATS qurğusundan əvvəl qaz axını ilə gələn sərbəst maye qarışığını toz, qum və sairə mexaniki qarışıqları tutmaq üçün müasir tələblərə cavab verən və qurğunun gündəlik məhsuldarlığını nəzərə almaqla “tutucu qurğular” quraşdırılmalıdır;

- II və III pillə separatorlarında maye fazasının ayrılmasının effektivliyini artırmaq və onların magistral qaz kəmərlərinə keçməsinin qarşısını almaq məqsədilə 2 ədəd “fazalar ayırıcı qurğunun” quraşdırılması tələb olunur;

- qurğu kompleksi müasir tələblərə cavab verən avtomatlaşdırılmış nəzarət ölçü cihazları (ANÖC) ilə təmin olunmalıdır;

- texnoloji sistemdə hidrat əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün II və III pillə separatorlarının girişində qaz axınına qlikol vurulması məqsəduyğundur;

- texnologiyada istifadə olunan qlikolun su buxarları ilə doymuş məhlulunu regenerasiya etmək məqsədilə YQA-da tikilmiş “regenerasiya blokunun” işə salınması təmin edilməlidir.

Bu fəsildə həmçinin təbii qazda PPQ-nin xromatoqrafla təyin olunması metodikasının işlənməsi, qaz təchizatı sistemlərinin istismarının ekologiyaya təsirinin öyrənilməsi məqsədilə nəql olunan qazın tərkibinin qaz kəmərinin etibarlılığına təsiri, qaz təchizatı sisteminin ekoloji mühafizəsinin təşkili və ətraf mühitə dəyən zərərin minimuma endirilməsi məsələləri nəzərdən keçirilmişdir.

Yeni tərkibli kompozisiya hazırlamaq üçün bir sıra reagentlərin fiziki-kimyəvi xassələri öyrənilmiş və eksperimental tədqiqatlar aparılmışdır. Cədvəl 5-də kompozisiyanın duzçökmə inhibitoru kimi tədqiqat nəticələri təqdim olunmuşdur.

Cədvəldən göründüyü kimi, kompozisiyanın istifadə edilməsi quyularda, mürəkkəb qaz təmizləyici qurğuların ayrı-ayrı hissələrində və qaz qurutma qurğularının istilik mübadiləsi səthlərində duzların çökməsinin qarşısını alaraq yüksək qoruyucu effekt əldə etməyə imkan verir.

Cədvəl 5.

Kompozisiyalı inhibitorun istifadə səmərəliliyi

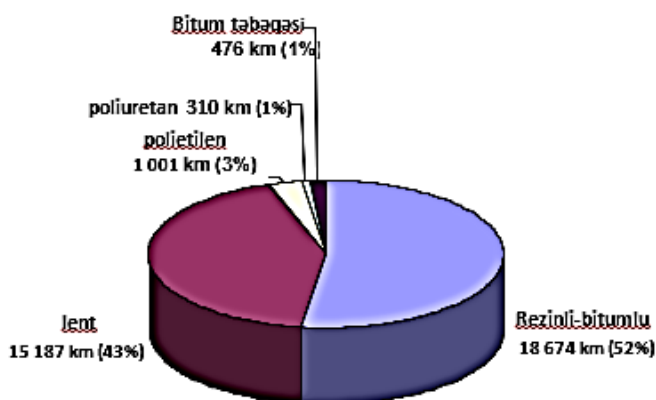
Lay suyunda kompozisiyanın miqdarı, mq/l	İstilik mübadiləsi səthlərində çöküntünün miqdarı, q	Qoruyucu təsiri, %
0	0,442	—
10	0,142	68,5
20	0,084	81,0
30	0,064	85,5
40	0,058	86,8

Müəyyən edilmişdir ki, temperaturun aşağı düşməsi kompozisiyanın özlülüyünün kəskin artmasına səbəb olmur və bu isə ondan təbii qazın nisbətən aşağı temperaturda mədən şəraitində emalı üçün istifadə etməyə imkan verir.

Üçüncü fəsil yeraltı qurğuların mikrobioloji mühafizə effektivliyinin artırılması, qazın nəql xətlərində hidrat əmələgəlmə və eroziya aşınmasına qarşı nanotərkibin tətbiqi, qaz kəmərinə hidrat yaranmasına qarşı sabit maqnit sahəsinin, katod polyarizasiyasının

bitum-polimer əsaslı izolyasiya örtüklərinin qopmasına təsirinin tədqiqinə, təbii qazların nəqlində hidrat əmələgəlmə və korroziya əleyhinə səmərəli üsulun işlənilməsinə həsr edilmişdir.

İzolyasiya materiallarının geniş nomenklaturası arasında müasir izolyasiya növlərinin (poliuretan, poliepoksid, üçqat polietilen) mövcud olmasına baxmayaraq, neft-qaz kompleksində texniki-istismar və korroziya əleyhinə parametrlər nöqtəyi-nəzərindən az effektiv, lakin daha da ucuz neft-bitum əsaslı mastikalı və mastikalı-lentşəkilli örtüklər üstünlük təşkil edir (şəkil 5).



Şəkil 5. İzolyasiya örtük növlərinin paylanması

Neft-qaz kəmərlərində boruların zədələnməsinə mexaniki korroziya ilə yanaşı, ətraf mühitin (torpağın, qumun) bioloji tərkib hissələri, torpaqda olan mikroorqanizmlərinin təsiri altında boruların qoruyucu örtüyünün dağılması da təsir göstərir. Bu, korroziya çatlarının əmələ gəlməsinə, nəql edilən məhsulların itkisinə və əksər hallarda ətraf mühitin xeyli dərəcədə çirklənməsinə səbəb olur.

Boru kəməri ətrafında mikroorqanizmlərin sayı borudan olan məsafədən asılı olaraq azalır, kimyəvi proseslər isə metalın bioloji korroziyasını başlandıqdan, daha sonra isə korroziya prosesinin davam etməsini təmin edən amillərdir. Beləliklə, bu iki proses ümumi

korroziya prosesində sanki bir-birini tamamlayaraq və ya qarşılıqlı olaraq gücləndirir.

Magistral şəraitində bitum örtüklü boru kəmərlərinin uzunmüddətli istismarı zamanı izolyasiya örtüyünün dielektrik xüsusiyyətlərinin itməsi və tədricən çatlaması ilə deqradasiya baş verir. Tərkibində 3-4%-dən çox həll olunan CO₂ və H₂S olan şoran və qatı minerallaşmış ərazilərdə boru kəmərlərinin istismarı zamanı qoruyucu örtük çatlarında dəmirin mayenin içinə sürətli nüfuz etməsi və hidrogen ionlarının əmələ gəlməsi səbəbindən korroziya prosesləri gedir. Hidrogenin polad səthə nüfuz etməsi metal konstruksiyanın möhkəmliyinin kəskin azalmasına və korroziya proseslərinin sürətlənməsinə səbəb olur.

Tədqiqatlar göstərir ki, mikroorqanizmlər, məhz sulfat reduksiyaedici bakteriyalar, bütün korroziya itkilərinin 80%-ə qədərini səbəbidir.

Biokorroziyadan qorunmanın mövcud üsulları və metodlarının təhlilinə əsasən torpağın tərkibindən, iqlim şəraitindən, mikroorqanizmlərin növlərindən, izolyasiya materiallarının dielektrik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq boru kəmərlərini biokorroziyadan qorunmasının aşağıdakı əsas istiqamətlərini göstərmək olar:

- mikroorqanizmlərin təsirini və fəallığını azaldan inhibitorların tətbiqi;
- müxtəlif kompozit materialların işlənməsi;
- katod mühafizəsinin tətbiqi;
- mikroorqanizmlərin fəallığını aşkar etmək üçün boru kəmərlərinin vəziyyətinə vaxtaşırı nəzarət və monitoring,
- müvafiq şəraitdə sulfat reduksiyaedici bakteriyaların fəallığının azaldılması, hidrogen sulfid korroziyası ilə mübarizə.

Biokorroziyadan və bioqalınlaşma su mühiti ilə birbaşa təmasda olan sistem və avadanlıqlar üçün ən ciddi iki problemdir. Bu problemi həll etməyin yollarından biri elektrokimyəvi korroziyanın qarşısını ala bilən neft-bitum mastikasından əldə edilmiş izolyasiya örtüklərinin fiziki və mexaniki xassələrini yaxşılaşdıran və onların bioloji xassələrini gücləndirən korroziya inhibitorları ilə modifikasiyasıdır.

Bitum-polimer mastikasının baza tərkibinə korroziya inhibitorlarının əlavə edilməsi yüksək fiziki-mexaniki xassəli və plastikliyi təkmilləşdirilmiş mastika əldə etməyə imkan verir. Xammal kimi Azərbaycanda istehsal olunan bitum-polimer mastikası götürülmüşdür. Bitum-polimer mastikalarının vacib keyfiyyət göstəricilərindən biri də onun hidrofobluğunu və nəticədə, izolyasiya örtüyünün dielektrik xassələrini təyin edən su hopdurmasıdır. Buna görə də inhibitorların doyma dərəcələri kütlələrinin 0,05%-dən 2,0%-ə qədər geniş intervalda baza və modifikasiya olmuş mastikaların su hopdurma qabiliyyətinə fikir vermək lazımdır.

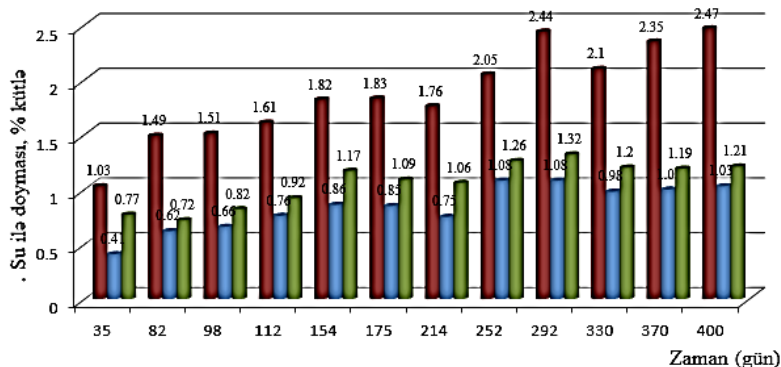
Distillə edilmiş və dəniz suyunda aminlər sinfindən və ¼-li ammonium duzunun inhibitorları ilə baza və modifikasiya olunmuş mastikaların su hopdurmasının tədqiqi məqsədi ilə üç cür eksperiment aparılmışdır (şəkil 6).

Baza mastikasının nümunəsini distillə edilmiş suda saxladıqda kövrəkləşir, onun üzərində boz ərp əmələ gəlir. Eyni zamanda, modifikasiya edilmiş mastika nümunələri həmin şərtlərdə plastikliyini qoruyub saxlayır, onların üzərində isə heç bir çöküntü müşahidə olunmur. Baza mastika nümunəsinin üzərindəki boz ərp çox güman ki, mastikanın suda həll olunan komponentlərinin desorbsiyasının nəticəsidir.

Dəniz suyunda su ilə doymanın asılılıqlarının xarakteri analogi olaraq distillə edilmiş su üçün alınmış asılılıqlara bənzəyir. Bununla bərabər, qeyd etmək lazımdır ki, baza və modifikasiya olunmuş mastikaların dəniz suyunda su ilə doyması distillə edilmiş suda olduğundan xeyli aşağıdır. Mastikaların kütləsinin dəyişmə kinetikasının düzxətli xarakteri yalnız baza mastikaları üçün xarakterikdir, eyni zamanda aminlər sinfindən və ammonium duzları inhibitorları ilə modifikasiya olunmuş mastikaların su ilə doyması maksimal həddə çatır və ondan sonra, praktiki olaraq, dəyişməz olaraq qalır.

Sınaq nümunələri müvafiq bəsləyici mühitlərdə üç ay saxlandıqdan sonra müəyyən edilmişdir ki, işlənmiş mastikalar korroziyaya meyli mikroorqanizmlərin təsirinə biodavamlıdır və onlardan trasın problemlili hissələrində: bataqlıq, lillənmiş torpaqlar, şoranlıqlar, mikrobioloji korroziyanın inkişafı üçün yüksək risk

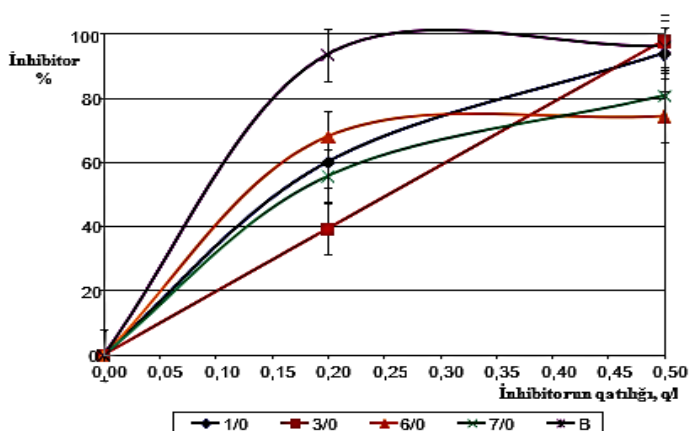
müşahidə edilən yüksək rütubətli torpaqlarda boru kəmərlərinin izolyasiya edilməsi üçün istifadə etmək mümkündür.



Şəkil 6. Mastikaların su hopdurmasının tədqiqi

Aminlər “A” və dördqat ammonium duzları sinfinə aid olan “B” inhibitorlarının çoxfunksiyalı olması aşkar edilmişdir (şəkil 7). Belə ki, onlar həm metalın elektrokimyəvi korroziyası və həm də korroziya təhlükəsi yaradan mikroorqanizmlər cəhətdən inhibitor təsirlidir.

Qrafikdən görünür ki, “B” inhibitorlarının sulfat reduksiya edici (SRE) bakteriyalara qarşı maksimal effektivdir.



Şəkil 7. İnhibitorların çoxfunksiyallığı

Mikrobioloji korroziya əhatəsinin etibarlılığı üçün nəinki bakteriyaların artmasının dayandırılması intensivliyi və korroziya sürəti, həm də əhatə olunması mexanizminin özü çox vacibdir. Sübut edilmişdir ki, 1/0, 3/0 və 7/0 inhibitorları SRE aktivliyinin artmasını bir rəqib kimi, 6/0 və "B" inhibitorları isə qeyri-rəqib mexanizminə görə əhatə edir. Artıq 0,2 q/l qatılığında mikroorqanizmlərin çoxalması 93,3%, konsentrasiyanı 0,5 q/l artırıqda isə müvafiq göstəricilər 95,9% təşkil edir. Göstərilmiş qiymətlərə yaxın olan SRE çoxalmasının ləngidilmə effektivliyi 1/0 və 3/0 inhibitorları ilə 0,5 q/l qatılığında uyğun olaraq 93,8% və 97,7% təşkil etmişdir. 6/0 və 7/0 inhibitorlarının effektivliyi xeyli aşağı olmuş və 0,5q/l qatılığında 80%-dən artıq olmamışdır.

Dördqat azot tərkibli birləşmələrin korroziyadan ən təsirli müdafiə vasitəsi "B" inhibitorudur ki, onun da sulfat reduksiyaedici bakteriyalara təsiri inhibitor sabitinin ən az təzahürünə, yəni təqdim edilən biosidlərin korroziya inhibitorlarına olan tələblərinə maksimum dərəcədə uyğun gəlir.

Qaz xətləri dəniz dibindən müxtəlif relyefli sahələrdən keçdiyindən nəql sistemində müxtəlif fəsadların yaranması müşahidə olunur. Bunları nəzərə alınaraq, "Bahar" yatağının 1 və 3 saylı dəniz-neft-qaz yığım özülündən Hövsan QSM-ə daxil olan qaz və maye xətlərinin texniki vəziyyəti araşdırılmış, xətlərin texniki texnoloji göstəriciləri təhlil olunmuş, neodim-dəmir-bor və



Şəkil 8. Laboratoriya qurğusu

samarium-kobalt ərintiləri əsasında hazırlanmış sabit maqnit sahəsinin qaz axını ilə gələn lay suyunun fiziki-kimyəvi göstəricilərinə, hidrat əmələgəlməyə təsiri tədqiq olunmuşdur (şəkil 8). Laboratoriya qurğusunun iş prinsipi: Qurğunun iş prinsipi: tədqiqat üçün götürülmüş qaz-kondensatdan ayrılmış lay suyu 3 litrlik şüşə qaba doldurulur və elektrik mühərrikinə qoşulmuş suvuran nasos vasitəsilə borulardan keçərək 0,5 m/san sürətlə sabit maqnit induktoruna ötürülür. Su orada maqnitləndirilərək yenidən şüşə qaba qaytarılır. Beləliklə, su 5 saat müddətində mühərrik vasitəsi ilə dövr etdirilərək, maqnit sahəsindən keçirilir.

Cədvəl 6.

Təcrübədən alınan nəticələr (maqmitsiz)

İonların adları	İonların qatılığı, mq/dm ³	İonların ekvivalent qatılığı, mq.ekv/dm ³	İonların qatılığı, m.mol/dm ³	Ekvi valent %	Palmerə və Sulinə görə suyun təsnifatı
Ümumi codluq		10	5		
Karbonatlı codluq		10	5		S ₂ =69,41624
Quru qalıq	60540				
Na ⁺ +K ⁺	20476,88	853,20		49,42	S ₂ = 0
Ca ²⁺	80,16	4	2	0,2317	
Mg ²⁺	72,96	6	3	0,3475	A=29,42528
Kationların cəmi Σ		863,20		50,00	
CL ⁻	20561,00	580,00		33,60	a= 1,158476
SO ₄ ²⁻	921,76	19,20		1,1123	
CO ₃ ²⁻	150,00	5,00		0,2896	II tip
HCO ₃ ⁻	15799,00	259,00		15,0023	
NT	0,00	0,00		0,0000	
HB ₄ O ₇	0,00	0,00		0,0000	
Anionların cəmi Σ		863,20		50,00	
Fe ²⁺					
Fe ³⁺	927,09	49,68			
Ümumi minerallaşma	58061,76				

t = 298⁰ K, sıxlığı; ρ = 1,04. Bome ədədi: Be₁₅=5,73, pH= 8,0.

Nəticələrin təhlili göstərmişdir ki:

- lay suyunun donma temperaturu mənfi 269-268,5°K olduğu halda, maqnit sahəsində 350 mT və ya 280 kA/m gərginlikli sahədə işlənən lay suyunun donma temperaturu 265,5°K-yə düşür;

- elektromaqnit sahəsinin təsiri nəticəsində texnoloji sistemdə əmələgələn hidrat birləşmələrini parçalamaq mümkündür;

- hidrat birləşmələrinin qarşısını almaq üçün istifadə olunan elektromaqnit sahəsinin təsir effekti, əsasən, mühitin dielektrik xüsusiyyətindən və maqnit sahəsinin intensivliyindən asılıdır.

Tədqiqat obyekti kimi “Bahar enerji əməliyyatı” şirkətinin neftin hazırlanması və nəqli şəxində yerləşən neftlərin ilkin ayrılma çənindən götürülmüş lay suyu seçilmişdir.

Cədvəl 7.

Təcrübədən alınan nəticələr (maqnitli)

İonların adları	İonların qatılığı, mq/dm ³	İonların ekvivalent qatılığı, mq.ekv/dm ³	İonların qatılığı, m.mol/dm ³	Ekvivalent%	Palmerə və Sulina görə suyun təsnifatı
Ümumi codluq		8	4		
Karbonatlı codluq		8	4		S ₁ =75,22794
Ouru qalıq	59060				
Na ⁺ +K ⁺	21025,46	876,06		49,55	S ₂ = 0
Ca ²⁺	40,08	2	1	0,1131	
Mg ²⁺	72,96	6	3	0,3393	A=23,86714
Kationların cəmi Σ		884,06		50,00	
CL ⁻	22865,25	645,00		36,48	a= 0,904915
SO ₄ ²⁻	962,91	20,06		1,1346	
CO ₃ ²⁻	1110,00	37,00		2,0926	II tip
HCO ₃ ⁻	11102,00	182,00		10,2934	
NT	0,00	0,00		0,0000	
HB ₄ O ₇	0,00	0,00		0,0000	
Anionların cəmi Σ		884,06		50,00	
Fe ²⁺					
Fe ³⁺	134,12	7,19			
Ümumi minerallaşma	57178,66				

t = 298⁰ K, sıxlığı; ρ = 1,04. Bome ədədi: Be₁₅=5,73, pH= 8,8.

Tədqiqatın əvvəlində götürülmüş lay suyunun kimyəvi analizi aparılmış və alınmış nəticələr cədvəl 6-da verilmişdir.

Cədvəldən görünür ki, tədqiqat obyekti yüksək minerallaşmaya malik hidrokarbonat əsaslı lay suyudur.

Bizim tədqiqatlarda lay suyunun donma temperaturuna müxtəlif gərginlikli maqnit sahəsinin təsiri öyrənilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, öyrənilən müxtəlif ($B \pm 50, \pm 150, \pm 250, \pm 350$ və $450 \pm$) gərginlikli maqnit nümunələrindən lay suyunun donma temperaturuna effektiv təsir göstərən 350 və 450 mT maqnit sahəsi gücünə malik nümunələr olmuşdur.

Alınan nəticələrin təhlili göstərmişdir ki, lay suyunun cədvəl 6-da göstərilən, tərkibindəki ionların qatılıqlarının, onların ekvivalent qatılıqları (mq.ekv/dm³), ekvivalent faizi, palmerə və slinə görə təsnifat nəticələrinin aşağı düşməsi nəticəsində seçilmiş iki maqnit sahəsindən 350 mT və ya 280 kA/m gərginliyə malik sahədə işlənən lay suyu nümunəsinin donma temperaturu kifayət qədər aşağı düşür (cədvəl 7).

Yeraltı qurğuların istismarında korroziya əleyhinə katod mühafizəsi də tətbiq edilir. Praktikada normativ sənədlərə əsasən minimal müdafiə potensialı Cu/CuSO₄ elektroda görə -0,85 V-dur. Potensialın bu qiyməti dəmirin neytral mühitdə su olduğu şəraitdə oksidləşmə reaksiyasının elektrik hərəkət qüvvəsinin (EHQ) nəzəri hesablamalarına əsaslanır. Bu zaman aşağıdakı reaksiyalar gedir:

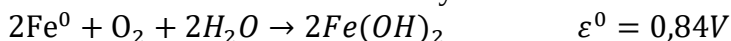
Anod reaksiyası



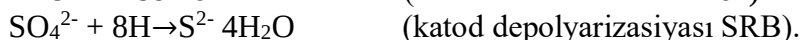
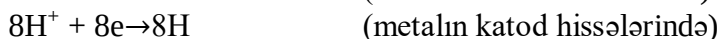
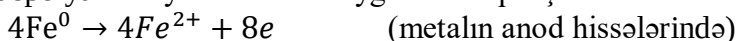
Katod reaksiyası



Yekun reaksiya

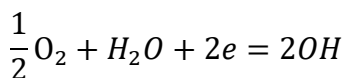


Torpaq korroziyasında sulfat reduksiyası bakteriyaların fəaliyyəti nəticəsində, oksidləşmə atmosfer oksigeni olmadan klassik katod depolyarizasiyası sxeminə uyğun olaraq baş verir:

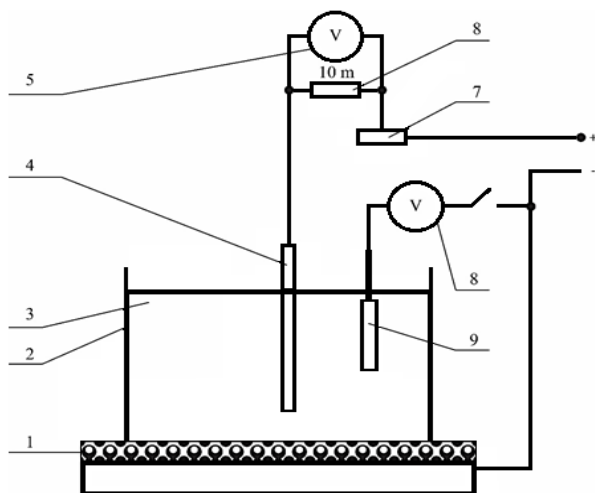


Katod depolyarizasiya reaksiyasının ümumi EHQ 0,60 V təşkil edir. Beləliklə, sulfat ionları bərpa olunduğu təqdirdə tövsiyə edilən katod mühafizəsi potensialı yekun EHQ-dən -0,24 V qədər artıq olur. Bu da SRB-nin korroziya fəallığının artmasına səbəb olur.

İzolyasiya örtüyünün keyfiyyətini xarakterizə edən mühüm texniki göstəricilərdən biri örtüyün katod polyarizasiyası təsiri altında qopma-aralanma radiusudur. Örtüyün mühafizə edilən metaldan qopması hidroksid ionlarının meydana gəlməsi ilə gedən aşağıdakı reaksiya nəticəsində baş verir və eyni bir potensialda ilkin mərhələdə yüksək olan qopub aralanma sürəti zaman keçdikcə yavaşır:



Örtüyün aralanma sürəti örtüyün qalınlığı və örtüklə torpağın qarşılıqlı təsirinin funksiyası kimi təyin edilir.



Şəkil 9. İnert anoddan istifadə edərək, aralanma radiusunun təyini üçün modifikasiya edilmiş mastika örtükləri nümunələrini sınaq üçün sxem.

1 - tədqiq olunan örtük nümunəsi; 2 - polietilen boru; 3 - elektrolit; 4 - inert anod; 5 və 8 - voltmetrilər; 6 - etalon müqavimət; 7 - reostat; 9 - müqayisə elektrodu.

Tədqiqatlar üçün magistral boru kəməmindən kəsilmiş 200x200 mm ölçülü 18 nümunə hazırlanmış, 9 nümunənin səthi metal fırçalarla, qalan nümunələrin səthi optimal rejimdə qumla emal edilmişdir. Bundan sonra nümunələrin səthinə üç növ bitum-polimer örtüyü çəkilmişdir.

Nümunə sabit cərəyan enerji mənbəyinin mənfə qütbünə qoşulmuş, nümunələr tətbiq olunan katod cərəyanı altında 30 gün müddətində $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ temperaturda elektrolit məhlulunda saxlanmışdır. (Şəkil 9)

Nəticələrin (cədvəl 8) təhlili göstərir ki, təklif olunan qoruyucu izolyasiya örtüklərinin göstəriciləri müvafiq standartın tələblərinə uyğundur və örtüklərin katod aralanmasına müqavimətinə həm metal səthin təmizlənməsi üsulu, həm də modifikasiya edilmiş mastikanın tərkibində olan inhibitorun xassələri təsir göstərir.

Əsas mastikanın tərkibinə "G" və "J" inhibitorlarının daxil edilməsi, "G" inhibitoru halında modifikasiya edilmiş mastikaların aralanmasına qarşı dayanıqlılığının 11%-dən çox, "J" inhibitorunda isə nümunələrin metal səthi qum şırnağı ilə emal edildikdə 22%-dək artmasına gətirib çıxarmışdır.

Sulfidləşdirici agent olaraq kükürd turşusu, kükürd üç oksid və oleumdan istifadə olunur.

Cədvəl 8.

Katod polyarizasiyasında örtüklərin aralanması radiusu

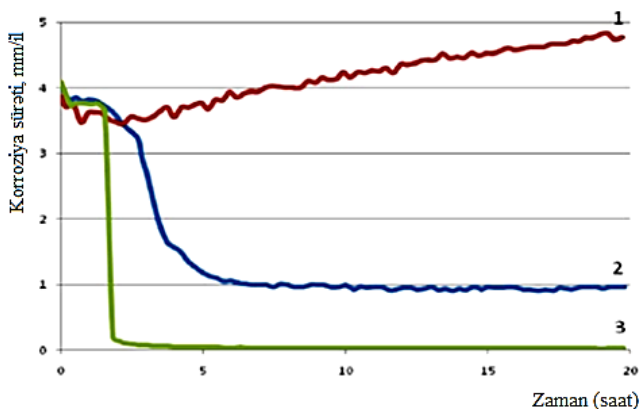
Mastikanın markası	Nümunələrin səthlərinin emal üsulu	Elektrolitdə saxlanma müddəti, gün	Aralanma radiusu, mm
Əsas (МБП1Д)	Metal şotka ilə	30	$10 \pm 0,40$
МБП1М1-Д	Metal şotka ilə	30	$9 \pm 0,25$
МБП1М2-Д	Metal şotka ilə	30	$8 \pm 0,30$
Əsas (МБП1Д)	Qum şırnağı ilə	30	$9 \pm 0,25$
МБП1М1-Д	Qum şırnağı ilə	30	$8 \pm 0,20$
МБП1М2-Д	Qum şırnağı ilə	30	$7 \pm 0,25$

Hidrogen sulfiddən və avadanlıqların elektrokimyəvi korroziyasından hərtərəfli qorunmağa imkan verən effektiv inhibitoru təyin etmək üçün sulfanatlar laboratoriya şəraitində

sınaqdan keçirilmişdir. Alınmış sulfat birləşmələri həm ayrıca, həm də dimetiletanolaminlə (DMEA) birlikdə kompozisiya şəklində müxtəlif korroziya növlərindən qorunmaq üçün aqressiv mühitdə sınaqdan keçirilmişdir. Korroziya prosesi 20 saat ərzində tədqiq edilmişdir. CO₂ mühitində korroziya sürətinin zamandan asılılığı şəkil 10-də verilmişdir (burada 1 - inhibitorsuz, 2 - Na⁺ sulfanat, 3 - Na⁺ sulfanat + DMEA). Na sulfanatın korroziya mühitinə daxil edildikdə qorunma effektivliyi prosesin ilk saatında 68,43% təşkil etmişdir. Lakin təsir müddətinin artması ilə korroziyadan qorunma dərəcəsi müvafiq olaraq 79,66%-ə qədər artır.

Hidrogen sulfiddən və avadanlıqların elektrokimyəvi korroziyasından hərtərəfli qorunması üçün ən effektiv olanını təyin etmək üçün sulfanatlar laboratoriya şəraitində inhibitorlar kimi sınaqdan keçirilmişdir. Alınmış sulfat birləşmələri həm ayrıca, həm də dimetiletanolaminlə (DMEA) birlikdə kompozisiya şəklində müxtəlif korroziya növlərindən qorunmaq üçün aqressiv mühitdə sınaqdan keçirilmişdir.

Na⁺ sulfanatların DMEA ilə birləşmələri, hətta aşağı qatılıqda belə korroziyaya qarşı yüksək qoruyucu təsir göstərir, bu da komponentlərin sinergetik təsiri ilə əlaqədardır. Təklif edilən sulfanat kompozisiyaları CO₂ və H₂S korroziyasına qarşı çoxfunksiyalı inhibitorlar kimi uğurla istifadə edilə bilər.



Şəkil 10. CO₂ mühitində korroziya sürətinin zamandan asılılığı

Buradan göründüyü kimi, korroziya prosesi 20 saat ərzində tədqiq edilmişdir. Na sulfanatın korroziya mühitinə daxil edildikdə qorunma effektivliyi prosesin ilk saatında 68,43% təşkil etmişdir. Lakin təsir müddətinin artması ilə korroziyadan qorunma dərəcəsi müvafiq olaraq 79,66%-ə qədər artır.

DMEA ilə natrium sulfanat əsasında kompozisiyaların 20 saat ərzində alınan qorunma effektivliyi 99,5% təşkil etmişdir, eyni zamanda korroziya sürəti müvafiq olaraq 4,09-dan 0,02 mm/il-dək azalmışdır.

Dördüncü fəsildə qazın nəqlə hazırlanması üçün innovativ texnologiyanın işlənməsi və tətbiqi məsələləri araşdırılmış, bununla əlaqədar olaraq, qazların zərərli komponentlərdən təmizlənməsi üçün yeni üsul və texnologiyaların və elmi-texniki təkliflərin işlənməsi, dəniz platformaları arasında alcaq təzyiqli qazın yığılması və nəqli texnologiyasının təkmilləşdirilməsi məsələləri həll edilmişdir.

Dünya praktikasında təbii və səmt qazlarının turş komponentlərdən (H_2S ; CO_2 və s.) təmizləmək üçün və su buxarlarından qurutmaq üçün maye sorbentlər geniş istifadə olunur. Qazın tərkibindən absorbentlərin köməyi ilə çıxarılan komponentlərin miqdarından asılı olaraq proses şərti olaraq aşağıdakı qruplara bölünür:

- fiziki absorbsiya – qazın tərkibində olan turş komponentlərin üzvi maye uducularla çıxarılması. Bu üsul qazlardan turş komponentləri və kükürlü üzvi birləşmələri kompleks şəkildə təmizləməyə imkan verir;

- kimyəvi sorbsiya – absorbentlə udulan komponentlər arasında kimyəvi əlaqələrə əsaslanır;

- qazları kompleks şəkildə turş komponentlərdən təmizləmək və su buxarlarından qurutmaq üçün qarışıq absorbentlər istifadə edilir.

Tədqiqat nəticələri göstərmişdir ki, ən yaxşı göstəricilərə malik olan absorbent aşağıdakı tərkibdədir: PPQ və ya MPQ – 75%; MEA – 20%; su – 5%. Yeni tərkibli kompleks absorbentin laboratoriya şəraitində təcrübi-sınaq işləri aşağıdakı metodika üzrə aparılmışdır.

Tərkibində 1,5% H_2S , 4-4,5% CO_2 olan və su buxarları ilə doymuş təbii qaz saatda 20-40 m³ sərf ilə absorbsiya kolonuna verilir və orada qaz təklif olunmuş kompleks absorbentlə təmasda olur. Hər 1000 m³ qaz axınına 18-20 kq kompleks absorbent vurulur. Eksperimentin gedişinə absorberdə qazın təzyiqi 5,0-5,5 MPa və qaz + absorbentin kontakt temperaturu 25-35°C olmuşdur.

Təklif edilən absorbentin fiziki-kimyəvi göstəriciləri belədir:

Sıxlığı, 20°C, kq/m ³	1022-1046
Özlülüüyü, 20°C, mm ² /s	28-30
Donma temperaturu, °C mənfi	60-65
Qaynama temperaturu, °C	190-195
Mühiti, pH	6,8-7,0

Yeni kompleks absorbent tətbiq edildikdə qazın su buxarlarından ŞN temperaturu mənfi 20-22°C və zərərli komponentlərdən təmizlənmə dərəcəsi isə 90-95% təşkil edir, absorbentin tərkibində suyun miqdarı 10%-dən yuxarı olduqda qurutma qabiliyyəti xeyli azalır.

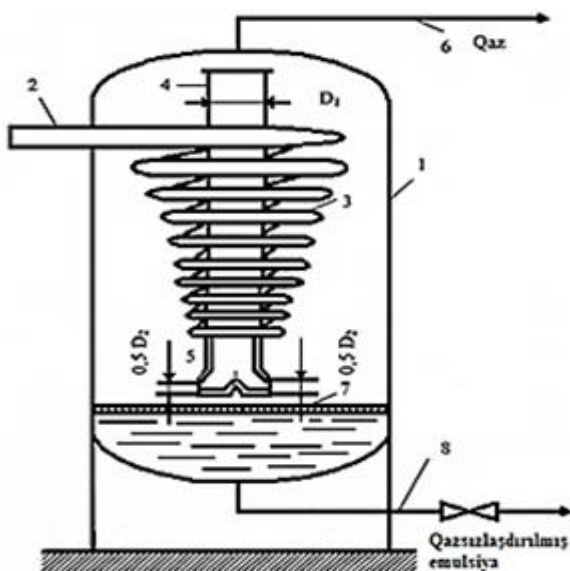
Separatorların qaza görə məhsuldarlığının təyin edən əsas amillər bunlardır: separatorun daxili diametri, işçi təzyiq və qazın separatorun diametri kəsiyində sürəti. Separatordan çıxan qaz boru kəməri ilə hərəkət etdikcə onun temperaturunun və təzyiqinin dəyişməsi nəticəsində qazdan ayrılan maye fazası sistemdə texnoloji fəsadlar yaradır.

Bunları nəzərə alaraq, istismar edilən separatorların daxili elementlərinin konstruksiyası təkmilləşdirilmişdir (şəkil 11). Bu separator aşağıdakı elementlərdən ibarətdir: 1 - şaquli silindrik korpus; 2 - aparıcı borucuq; 3 - burulğan yaradıcı ilanvarı borucuq, 4 - təmizlənmiş qazın çıxması üçün mərkəzi borucuq, 5 - separatorun aşağı hissəsinə birləşmiş şaxələnmiş borucuqlar, 6-separatorun gövdəsinin yuxarı hissəsində təmizlənmiş qazın çıxış xətti, 7-əksetdirici tor aşağı hissəsində isə maye fazasının (su + C_{5+}) çıxış xətti - 8. Burada $D_1 = 3D_2$: - mərkəzi borucuğun diametri. D_2 – şaxələnmiş borucuqların diametrlərinin cəmidir. Separator aşağıdakı texnologiya ilə işləyir: tərkibində maye, digər hissəciklər olan qaz aparıcı borucuqlar vasitəsilə burulğan yaradana daxil olur və qaz boruda hərəkəti nəticəsində mərkəzdənqaçma təcili yaradır.

Mərkəzdənqaçma təcilinin təsiri nəticəsində qaz axınından kiçik maye hissəcikləri ayrılıb, sonradan birləşərək böyük maye damlalarına çevrilir.

Separatorun daxilində olan elementin radiusunun kiçilməsi nəticəsində hərəkətdə olan qaz axınının enerjisi azalır və bunun nəticəsində sistemdə istilik mübadiləsi baş verir və qazın temperaturu aşağı düşür. Bu proses nəticəsində qazdan ayrılan su və kondensat buxarları kondensləşir, maye halına keçir və maye xəttinə verilir, axından ayrılmış qaz spiraldan çıxaraq aşağı təzyiq olan sahəyə daxil olur. Bu şərait mərkəzi borucuğun diametrinin burulğan yaradıcının giriş diametrindən böyük olması sayəsində yaranır.

Bu səbəbdən maye qarışığından təmizlənmiş qaz mərkəzi borucuqlarla separatorun yuxarı hissəsinə doğru hərəkət edir. Mərkəzi borucuq elə düzəldilmişdir ki, ani sürətlə çıxış xəttinə daxil olur.



Şəkil 11. Separator qurğusu

1 - şaquli silindrik korpus; 2 - aparıcı borucuq; 3- ilanvari borucuq, 4 - təmizlənmiş qazın çıxması üçün mərkəzi borucuq,

5 - şaxələnmiş borucuqlar, 6-təmizlənmiş qaz xətti, 7- əksetdirici tor, 8- maye fazasını (su + C₅+) üçün xətt.

Qaz axını ilə arzuolunmaz qarışıqların (su, kondensat, neft damcılarının) xəttə düşməsinin qarşısını almaq məqsədilə diametri mərkəzi borucuğun diametrindən kiçik olan xətt müəyyən vaxtlar separatorun gövdəsinə yerləşir. Separatorda qazın və maye fazasının aşağı təzyiq səviyyəsinə düşməsi nəticəsində qaz axının sürətinin azalması hesabına maye damcıları öz kütləsinin təsiri altında aşağıda yerləşmiş şaxələnmiş borucuqlar vasitəsilə çənin divarına tərəf yönəlir. Bunun nəticəsində sistemdə yaranan əlavə effektdə görə maye damcılarının qazdan intensiv ayrılması müşahidə olunur.

Separatorun iş prinsipi belədir: tərkibində maye, digər hissəciklər olan qaz aparıcı borucuqlar vasitə-silə burulğan yaradana daxil olur və qazın boruda hərəkəti nəticəsində mərkəzdənqaçma təcili yaranır. Onun təsiri nəticəsində qaz axınından kiçik maye hissəcikləri ayrılıb, sonra-dan birləşərək böyük maye damcılarına çevrilir. Separatorun daxilində olan elementin radiusunun kiçilməsi nəticəsində hərəkətdə olan qaz axınının enerjisi azalır və bunun nəticəsində sistemdə istilik mübadiləsi baş verir və qazın temperaturu aşağı düşür. Separatorda qazın və maye fazasının aşağı təzyiq səviyyəsinə düşməsi nəticə-sində qaz axının sürətinin azalması hesabına maye damcıları öz kütləsinin təsiri altında aşağıda yerləşmiş şaxələnmiş borucuqlar vasitəsilə çənin divarına tərəf yönəlir. Bunun nəticəsində sistemdə yaranan əlavə effektdə görə maye damcılarının qazdan intensiv ayrılması müşahidə olunur.

Dəniz neft və qaz yataqlarında aşağı təzyiqli (0,1-0,5 MPa) neft qazının toplanması və hazırlanması səmərəliliyi yüksək olmayıb, səmt qazının böyük itkilərinə səbəb olur, qazın quruda qaz təmizləyici qurğulara və daha sonra istehlakçıya nəql edilməsi çətinləşir. Aşağı təzyiqli qazın toplanması, hazırlanması və nəqlinin mövcud texnologiyalarının dərin su özlülərində səmərəli tətbiqi texniki və texnoloji səbəblərə görə olduqca mürəkkəb və çətinidir. Bu məqsədlə dəniz neft və qaz yataqlarında aşağı təzyiqli qazın nəqli sisteminin səmərəliliyini artırmaq üçün hesablamalar aparılmış, istifadə edilən avadanlıqlar, boru kəmərləri və kompressor stansiyasının iş rejimləri tədqiq edilmişdir.

“Günəşli” yatağında şama verilən qazın, yəni itkilərin illər üzrə müəyyən olunmuş miqdarı cədvəl 9-da verilmişdir.

Qazın dənizin dibində boru kəməri ilə nəqli zamanı yığılan mayedən təmizlənməsi üçün tələb olunan təzyiqi təyin edək.

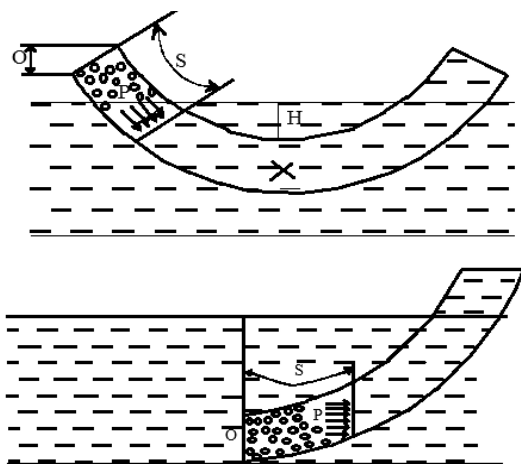
Birinci variant. Aşağı təzyiqli qazın dəniz qaz boru kəmərləri ilə normal daşınmasını təmin edilməsi məqsədilə qazdan çökmüş mayeni sıxışdırıb çıxarmaq üçün qazın optimal işçi təzyiqini tapmaq lazımdır. Ən pis halı, yəni aşağı təzyiqli neft qazı nəql edilərkən,

Cədvəl 9.

Şama verilən qazın illər üzrə müəyyən olunmuş miqdarı

İllər	2015	2016	2017	2018	2019
Səmt qazının itkiləri (müəyyən olunmuş), mln.m ³	623	740	895	1058	1310
Şama verilən neftli qaz, mln.m ³	1365	1570	1420	1365	1035

sistemin (qaz boru kəmərinin) tamamilə maye qarışığı ilə tutulduğu halı nəzərdən keçirək. Qazın işçi təzyiqini hesablamaq üçün boru kəmərinin sxemi şəkil 12-da göstərilmişdir.



Şəkil 12. Boru kəmərinin sxemi

Sıxılmayan maye şərti daxilində qazın boru kəməri ilə hərəkəti belə təsvir edilə bilər:

$$m \frac{dv}{dt} = P \cdot f - 2\pi R(l - s) \cdot \tau - \rho g s f \sin \varphi \quad (1)$$

burada m – mayenin kütləsi; f - borunun en kəsiyi; ρ – mayenin sıxlığı; l , R və s – uyğun olaraq borunun uzunluğu, daxili borunun radiusu və keçid kəsiyinin sahəsi; τ – maye ilə boru divarının daxili səthi arasında yaranan sürtünmə gərginliyidir.

Mayenin sürətinin cüzi olduğunu qəbul edib, sürtünmə gərginliyini nəzərə almasaq, (1) ifadəsindən aşağıdakı tənliyi alırıq:

$$\rho \pi R^2 (1 - s) \frac{dv}{ds} \cdot V = P \cdot f - \rho g s f \sin \varphi$$

diferensial tənliyi integrallayıb aşağıdakı tənliyi alırıq:

$$P = \frac{\rho V^2}{2 \ln 2} + \frac{\rho g l \sin \varphi (\ln 2 - \frac{1}{2})}{\ln 2} \quad (2)$$

İkinci variantda hesablama aşağıdakı ardıcılıqla aparılır. Boruda olan mayenin səviyyəsi H hündürlüyü qədər düşdükdən sonra onu qaldırmaq üçün lazım olan təzyiqi təyin etmək üçün boru kəmərinə mayenin hərəkət tənliyini aşağıdakı kimi yazaq:

$$m \frac{dv}{ds} \cdot V = P \cdot f - \rho g f (H - s \cdot \sin \varphi) \quad (3)$$

Burada mayenin kütləsini $m = \rho f (\frac{l}{2} - s)$ nəzərə alıb, tənliyi integrallasaq aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$P = \frac{\rho V^2}{2 \ln 2} + \rho g (H \ln 2 + \frac{l}{4} \sin \varphi - \frac{l}{2} \ln 2 \sin \varphi) \frac{1}{\ln 2} \quad (4)$$

Alınmış ifadələrə əsasən aparılmış hesablamalar göstərmişdir ki, dənizin dibindən keçən boruda yığılan mayenin sıxışdırılıb çıxarılması üçün tələb olunan işçi təzyiq $P = 1,5-2,0$ MPa olmalıdır.

Aparılan tədqiqatın nəticələrinə əsasən aşağıdakı elmi və texniki təkliflər hazırlanmışdır:

- “Günəşli” yatağında dərin dəniz özüllərində qazların maneəsiz nəqlini təmin etmək üçün qazlift sistemində istifadə olunan yüksək təzyiqli qaz boru kəmərinin texnoloji sxeminə əsasən $P = 1,5-2,0$ MPa təzyiqli əlavə xətt çəkib, aşağı təzyiqli qaz sisteminə qoşmaq;

- mövcud separatorların daxili konstruksiyasını təkmilləşdirmək;

- aşağı təzyiqli boru kəmərinə çökən maye fazanın sıxışdırıb çıxarmaq üçün gel və mexaniki kürələrdən istifadə etmək lazımdır;
- yerli istehsalın kimyəvi reagentləri əsasında müxtəlif tərkibli köpük sistemləri yaratmaq.

Kondensasiya prosesi zamanı boruların və avadanlıqların xarici səthində əmələ gəlmiş su damcılarının və ya prosesin araşdırılması üçün laboratoriya qurğusunda izolyasiya materiallarının sınaqları aparılmışdır. (Şəkil 13)

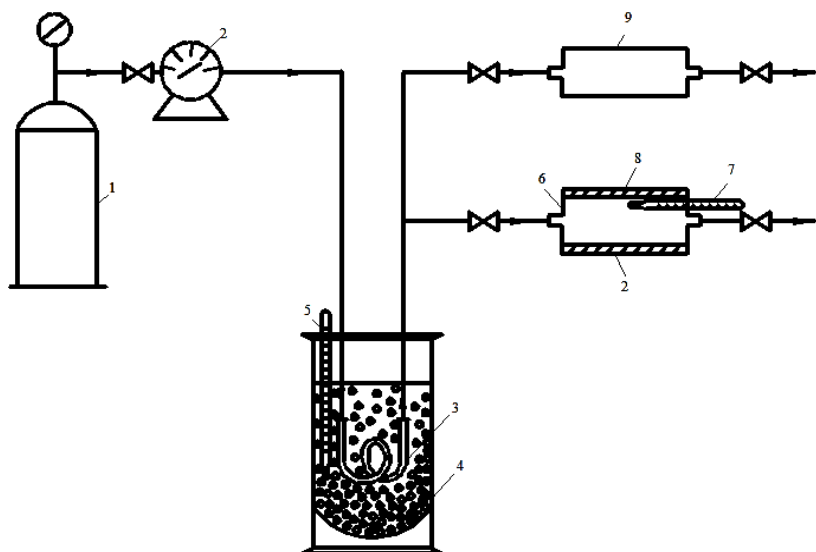
Boru kəmərlərinin xarici səthində yaranan şəh damcılarının səbəb olduğu fəsadların aradan qaldırılmasının həlli yollarından biri iri metal səthlərin istilik izolyasiya materialları ilə örtülməsidir. Göstərilən problemin aradan qaldırılmasının həlli yollarından iqtisadi cəhətdən səmərəli olan iri metal səthlərin istilik izolyasiya materialları ilə örtülməsidir. Bu məqsədlə laboratoriya şəraitində bir neçə tərkibdə istilik izolyasiya materialları ilə ilkin təcrübələr aparılmışdır.

Tərkib 1. Epoksid qətranı; Şüşə parça + epoksid; Araqatı -1 + epoksid; Şüşə parça + epoksid	Tərkib 2. Epoksid qətranı; Araqatı -1 + epoksid; Şüşə parça + epoksid.
Tərkib 3. Epoksid qətranı; Şüşə parça + epoksid Bir tərəfli alüminium folqalı ara qatı	Tərkib 4. Epoksid qətranı; Bir tərəfli alüminium folqalı ara qatı
Tərkib 1. Plastik kompozisiya; Şüşə parça + epoksid qətranı; Araqatı-1 + epoksid qətranı; Şüşə parça + epoksid qətranı	Tərkib 2. Plastik kompozisiya Araqatı-1 + epoksid+ Plastik kompozisiya Şüşə parça + epoksid qətranı.
Tərkib 3. Plastik kompozisiya; Şüşə parça + epoksid qətranı; Bir tərəfli alüminium folqalı ara qatı	Tərkib 4. Plastik kompozisiya Bir tərəfli alüminium folqalı ara qatı

Təcrübələr aparılarkən 2 əsas variant nəzərə alınmışdır.

I variantda borunu izolyasiya etməzdən əvvəl onun səthi qum şırnağı və yaxud metal qırmalarla təmizlənir, həlledici ilə silinir və quru səthə izolyasiya materialları çəkilir. Bu məqsədlə aşağıdakı tərkibdə nümunələr hazırlanmışdır:

II variantda borunun səthində qum şırnağı ilə təmizləmə aparılmır, yalnız mexaniki üsulla borunun səthində olan korroziya məhsulları və boya qalıqları metal fırça ilə təmizlənir və izolyasiya örtüyü yaş səthə çəkilir. Bu halda aşağıdakı tərkibli örtüklər laboratoriya şəraitində təcrübə sınağından keçirilmişdir:



Şəkil 13. İstilik izolyasiya örtüklərinin sınaqdan keçirilməsi üçün laboratoriya qurğusunun sxemi.

- 1- qaz mənbəyi; 2-qaz sayğacı; 3-istilik dəyişdirici; 4-düar qabı; 5, 7 - termometr; 6 - izolyasiya edilmiş metal boru nümunəsi; 8 - izolyasiya örtüyü, 9 - izolyasiya edilməmiş metal boru.**

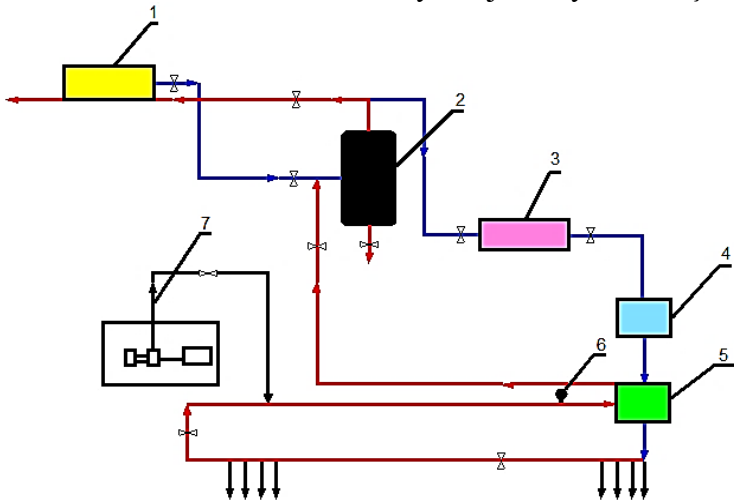
Bu məsələni araşdırmaq məqsədlə laboratoriya şəraitində bir neçə tərkibdə istilik izolyasiya materialı ilə təcrübələr aparılmışdır.

I variantda borunu izolyasiya etməzdən əvvəl onun səthi qum şırnağı və yaxud metal qırmarlarla təmizlənir, həlledici maddə ilə silinir və quru səthə aşağıdakı tərkibdə izolyasiya materialı çəkilir.

II variantda borunun səthi qum şırnağı ilə təmizləmə aparılmır, yalnız mexaniki üsulla borunun səthində olan korroziya məhsulları və boya qalıqları metal fırça ilə təmizlənir və izolyasiya örtüyü çəkilir. Bu halda aşağıdakı tərkibli örtüklər sınaqdan keçirilmişdir:

Təcrübələr əvvəlcə metal borunun üzərinə izolyasiya örtüyü çəkilmədən aparılmışdır. Belə ki, metal borunun daxilində qazın temperaturu 25°C -dən tədricən azaldılmış, boru daxilində qazın temperaturu $6-8^{\circ}\text{C}$ təşkil etdikdə borunun səthində şəh təbəqəsinin yarandığı müşahidə olunmuşdur.

Sonra təcrübələr borunun xarici səthinə izolyasiya çəkilməklə davam etdirilmişdir. Əvvəlcə I variant üzrə təklif edilən örtüklər növbəli borunun səthinə çəkilmiş və borunun daxilində qazın temperaturu tədricən mənfi $2-3^{\circ}\text{C}$ -yə kimi azaldılmışdır. Daha sonra təklif olunan nümunələr II variant üzrə eyni rejimdə yoxlanmışdır.



Şəkil 14. Qalmaz YQA-da qazın hazırlanması qurğusunun texnoloji sxemi

1 - magistral qaz kəməri; 2-separator; 3 -sıxıcı kompressor stansiyası; 4-soyuducu; 5-qaz ölçmə qurğusu; 6-ştuser;7- reagent

Hər iki variantda təklif olunan birinci 3 tərkib (tərkib 1, 2 və 3) üzrə müsbət nəticələr alınmışdır, yəni izolyasiya örtüklərinin üzərində şəh təbəqəsi müşahidə edilməmişdir.

Mədəndə qaz təmizləyici sistemində PPQ-un istifadəsinin nəticələri sınaq zamanı qurğunun istismarında texnoloji fəsadların müşahidə olunmadığını göstərmişdir.

Texnoloji qaz qurutma sistemindəki absorbentin ümumi itkiləri müəyyən edilmiş, sınaqlar zamanı qurğunun bütün iş rejimlərində yeni absorbentin ümumi itkisi $40-70 \text{ q}/1000\text{m}^3$ qaz təşkil etmişdir.

YQA-nın yaradılmasında məqsəd qaz təchizatı sisteminin etibarlılığını artırmaq respublikada və sənayedə qaz istehlakının mövsümi qeyri-bərabərliyini tənzimləməkdir. YQA ilin soyuq aylarında respublikada qeyri-bərabər qaz istehlakının 15-20%-ni əhatə etməlidir. Bununla əlaqədar olaraq, Qalmaz YQA-da qaz nəqlə hazırlanması qurğusunun (şəkil 14) texnoloji rejimləri təhlil edilmişdir.

Qurudulmuş qazın nəmliyə görə şəh nöqtəsinin qazın götürülməsi dövründə sahə standartının tələblərinə uyğun olaraq təmin edilməsi, kompleks absorbentin və qazın absorbsiya ilə qurudulması qurğusunun optimal parametrlərinin düzgün seçilməsindən asılıdır. Tədqiqatların nəticələrinə əsasən Qalmaz YQA-dan götürülən qazın hazırlanması texnologiyasının səmərəliliyini artırmaq üçün kompleks absorbentin parametrləri əvvəlcədən seçilmiş və qazın qurudulması qurğusunun əsas texnoloji sxemi təklif edilmişdir (şəkil 15).

Qalmaz YQA-dan qaz götürülmə zamanı qazın hazırlanması sistemində absorbentin tətbiqi aşağıdakı hədəflərə nail olmağa imkan verir:

- yeraltı anbardan götürülmüş və qurudulmuş qazın nəmliyə görə ŞN temperaturu sahə standartının bütün tələblərinə cavab verəcəkdir;
- sistemdə hidratların əmələgəlməsi səbəbindən qazın itkisi istisna ediləcək;
- maye fazanın magistral qaz kəmərinə daxil olmasının qarşısı alınacaq, bunun nəticəsində nəql şəbəkəsinin səmərəliliyi artacaq və

- qazın vurulması zamanı layda və quyu dibi zonada çirklənmənin qarşısı alınacaq, buna görə onların məhsuldarlığının artacağı gözlənilir;



- qazın istehlakçılara nəqlinin dəyəri xeyli azalacaq;
- qazın nəqlə hazırlanması üçün yerli neft-kimya məhsulları əsasında işlənmiş kompleks absorbentin istifadəsi idxal olunan kimyəvi reagentlərin alınmasını aradan qaldıracqdır.

Beşinci fəsil müxtəlif konstruksiyalı separatorların: qravitasiyalı, inersial, mərkəzdənqaçma, mərkəzdənqaçma-burulğan tipli və filtr-separatorların səmərəliliyinin müqayisəli şəkildə təhlili əsasında kombinə olunmuş konstruksiyaya malik qravitasiyalı tsiklon separatorunun işlənməsinə və YQA-da istismar edilən avadanlıqların tədqiqi məsələlərinə həsr edilmişdir.

Hasıl olunan və nəql edilən qaz mütləq şəkildə separatorlardan keçirilərək təmizlənir. İstismar şəraitinin dəyişməsi və giriş axınının parametrlərinin qeyri-sabitliyi mövcud qaz separatorlarında qazın təmizlənmə keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir. Nəticədə, qaz axınında,

boru kəmərinin dar və nahamar yerlərində qalıq mayenin yığılması baş verir, bu isə öz növbəsində, qaz kəmərinə təzyiqin azalmasına istismar və əməliyyat xərclərinin artmasına səbəb olur.

Separatoru diametri ondan keçən qazın miqdarı və qaz axınının buraxıla bilən orta sürəti ilə aşağıdakı düstura görə müəyyən edilir:

$$D_B = \sqrt{\frac{Q_H P_0 Z T_{sep}}{64824 v_{or} p_1 T_0}} \quad (20)$$

Burada D - separatorun daxili diametri, m; Q_H - separatorun keçirmə qabiliyyəti, m³/gün; P_0 - mütləq atmosfer təzyiqi, n/m²; Z - sıxılma əmsalı; T_{sep} - separatordakı qazın temperaturu, K; v_{or} - qazın orta optimal sürəti, m/san.; p_1 - separatorda təzyiqdir, $T_0 = 293^\circ\text{K}$.

Əsas separasiya qüvvəsi kimi orta sürətdən istifadə edilməsi nəinki separasiya prosesini idarə etməyə, eyni zamanda separasiya qurğularının ölçülərini xeyli dərəcədə azaltmağa imkan verir. Bu zaman əsas separasiya qüvvəsi aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$T = \frac{4\pi \cdot R^3 (\rho_1 - \rho) v^2 t}{3r} \quad (21)$$

burada r - damcının hərəkət trayektoriyasının radiusu; v - damcı sürətinin tangensial (toxunan) mürəkkəbəsi; R - damcının radiusu; ρ_1 və ρ - mayenin və mühitin sıxlığıdır.

Düsturdan göründüyü kimi, separatorun diametrinin azalması ilə damcıya təsir edən ayırıcı qüvvə artır ki, bu da həmin növ separatorların ölçülərini daha kiçik və çəkisinin daha az olmasını şərtləndirir.

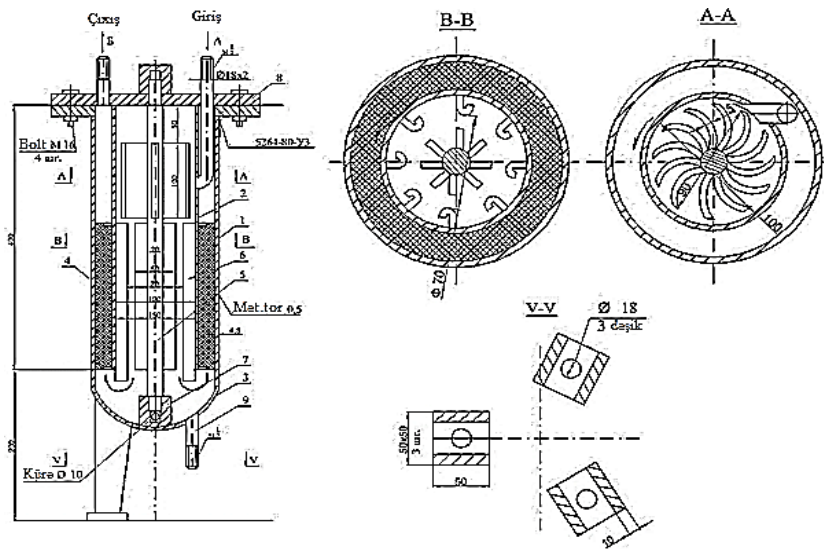
Təbii qazı mexaniki və maye qarışıqlardan təmizləmək, habelə damcılarla aparılmanın qarşısını almaq üçün torlu elementləri olan kombinə olunmuş konstruksiyalı qravitasiyalı tsiklon separatoru işlənilmişdir (şəkil 16).

Separasiya qurğusu üç hissədən ibarət olub, əsas təmizləmə 2-ci pillədə aparılır, incə (son) təmizləmə isə torlu elementləri olan bölmədə damcılarla aparılmanın qarşısını alır. Laboratoriya şəraitində sınaqlar aparmaq üçün torlu elementləri olub, həcmi $V=8,5$ litr olan qravitasiyalı şaquli tsiklon separatorun konstruksiyası hazırlanmışdır. Tərəfimizdən işlənilmiş tsiklon separatorlarını indiyədək istehsal edilir və intensiv şəkildə tətbiq olunur. Separator

qaz və sıxılmış hava axınlarını mexaniki aşqarlardan, asılı şəkildə olan damcılı maye və digər həll olunmamış aşqarlardan təmizləmək üçündür. Tsiklon qaz separatorunda aşağıdakılar yoxdur:

- tez-tez dəyişdirilməsi tələb olunan filtrlər;
- aparatın istismarı, təmiri və daxili yoxlanılması zamanı çətinlik yaradan mürəkkəb daxili konstruktiv elementlər, habelə separator daxilində qaz-maye axınının hərəkəti zamanı təzyiq düşkünləri;
- separatorun səmərəli işləməsinə və istifadəsinə mane olan digər bu cür çatışmazlıqlar.

Bunlara görə təmir zamanı az məsrəf sərf olunur.



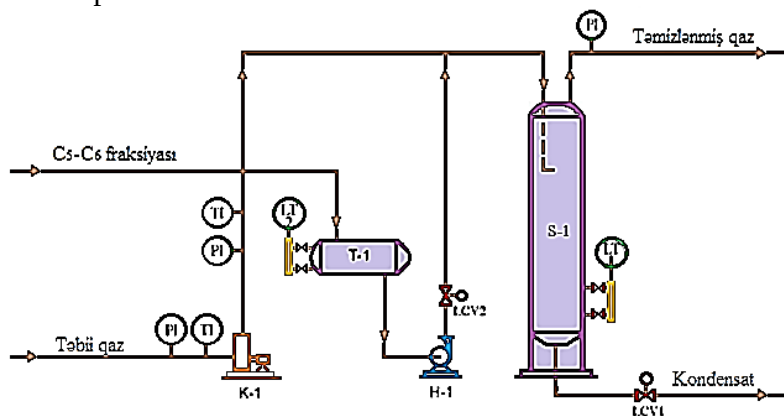
Şəkil 16. Qravitasiyalı tsiklon separatoru

- 1 - xarici gövdə; 2 - daxili gövdə; 3 - aşağı ellipsvari altlıq;
 4 - torlu qol; 5 - pərli fırlanan val; 6 - arakəsmə; 7 - yastığın gövdəsi; 8 - çıxarıla bilən yuxarı örtük; 9 - kondensat çıxışı üçün ştuser; 10 - qazın girişi və çıxışı üçün "A" və "B" ştuserləri

Separator gövdə, elliptik altlıq, qazın təzyiqindən asılı olaraq fırlanan silindr, yüksək təmizləmə xassələri olan xromlu tor, qazın girişi və çıxışı üçün A və B ştuserlərindən ibarətdir. Verilən qaz separatorun daxilində müəyyən bucaq altında quraşdırılmış valın pərlərinə toxunaraq onu hərəkətə gətirir. Daha sonra, əsas mayedən ayrılan qaz axını torlu elementləri olan hissəyə yönəldilir və burada qaz axınında olan maye damcılarının əlavə ayrılması üçün xarici və daxili gövdələr arasında yerləşən xırda gözlü tordan keçir. Torlu elementləri olan filtr bölməsi damcılarla aparılmanın qarşısını almaq üçün incə təmizlənmə üçün nəzərdə tutulmuşdur. Təmizlənmiş qaz B çıxış ştuseri vasitəsilə buraxılır, ayrılmış maye isə kondensat axıdılması üçün boru vasitəsilə separatorun aşağı hissəsinə axıdılır.

Şəkil 17 - də, təbii qazın qravitasiya tsiklon separatoru ilə ayrılmasının texnoloji sxemi göstərilmişdir.

Tərkibində maye qarışıqları olan təbii qaz, K-1 kompressorunun qəbuluna daxil olur və sonra S-1 separatoruna istiqamətlənir. Separatorun iş səmərəliliyini və qazın təmizlənmə effektivliyini yoxlamaq üçün ilkin xammaldan maye qarışıqlarını ayırmaq üçün S-1 separatoruna daxil olmazdan əvvəl qaz axınına pentan-heksan fraksiyası (C_5 ; C_6) vurulur və qaz-maye axını separasiya elementləri olan S-1 separatoruna daxil olur.



Şəkil 17. Qazın ayrılmasının texnoloji sxemi

Qaz-maye axını separasiya qurğuları ilə təmasa girdikdə, maye fazanın əsas hissəsi (karbohidrogen kondensatı və mexaniki qarışıqlar) xam qazdan ayrılır. Daha sonra damcı ilə aparılmanın qarşısını almaq üçün qazın incə (tam) təmizlənmə torlu elementləri olan hissədə aparılır. Təmizlənmiş qaz təmiz qaz borusu vasitəsilə "B" ştuseri ilə götürülür və kondensat isə separatorun altından səviyyəyə görə tənzimləyici klapan vasitəsilə kondensat çıxışına axıdılır.

Təklif edilən tsiklon separatoru

- torlu filtr elementlərinin tez-tez dəyişdirilməsi tələb edilməməsi;

- aparatın istismarına, təmirinə və daxili müayinəsinə çətinlik yaradan mürəkkəb daxili konstruksiya elementlərinin olmaması;

- qaz-maye axınının separator daxilində hərəkət etdiyi zamanı təzyiq düşküünün olmaması;

- mexaniki və maye qarışıqlardan təmizlənmə dərəcəsinin artırılması;

- təmizlənmiş qazla kondensatın geri qaytarılmayan itkilərinin (damcıların daxil olması) qarşısını alınması;

- yüksək etibarlılıq və istismar təhlükəsizliyinin təmin edilməsi;

- kiçik ölçülü və aşağı metal tutumunun olması, məhdud şəraitdə quraşdırma mümkünlüyü kimi üstünlüklərə, kiçik hidravlik müqavimətə və qazın yüksək dərəcədə təmizlənmə effektivliyinə malikdir.

YQA-da SKS-nin texnoloji iş rejiminin tədqiqi göstərmişdir ki, aqreqatların təmir müddətindən asılı olaraq məhsuldarlığı 10-20% və faydalı iş əmsalı 5-10% aşağı düşür. YQA-ya qazvurma prosesində istifadə edilən kompressorların texnoloji, texniki və iqtisadi göstəricilərinin səmərəliliyini artırmaq üçün aşağıdakı tədbirlərin yerinə yetirilməsi məqsədəuyğundur:

- YQA-ya qazvurma prosesini normal rejimdə təmin etmək məqsədilə sistemdə optimal işçi təzyiqin yaradılması;

- anbara vurulan aktiv qaz həcmi artırmaq üçün kompressorun qəbuluna lazımi miqdarda qazın verilməsi;

- anbarda qazın qapalı dövrü sistemdə texnoloji itkilərinin qarşısını almaq və yanacaq qazının sərfinin azaldılması və s.

Qaradağ YQA-nın layihə göstəricilərinə görə yatağa vurulan qazın minimal təzyiqi 8,0 MPa-dan aşağı olmamalıdır. Lakin yatağın istismarı dövründə qazın təzyiqi 6,0-7,2 MPa arasında dəyişmişdir. 2016-cı ildə “Qaradağ” YQA-ya vurulan qazın həcmi 1,5 mlrd. m³, lay təzyiqi isə 8,6 MPa-ya çatdırılmışdır.

Bundan başqa, qazgötürmədə tətbiq edilən qurğuların texnologiyasında təkmilləşdirmə işləri bu istiqamətlərdə yerinə yetirilməlidir:

- nəql üçün hazırlanan qazın nəmliyə əsasən şəh nöqtəsi bizim iqlim görə mənfi 5-10°C olmalı;

- qaz-maye qarışığının separasiya olunması effektivliyi artırılmalı;

- qaz anbarında kompleks avtomatlaşdırma sistemi tətbiq edilməli;

- qaz anbarlarının işi avtomatlaşdırılmış sistemlə idarə olunmalıdır.

Qalmas YQA-da mövsümi qazgötürmədə bu təklifin sistemə və qazın ilkin hazırlığına tətbiqi aşağıdakı göstəricilərə nail olmağa imkan verəcəkdir:

- yeraltı anbardan götürülən qaz qurudulduqdan sonra nəmliyə görə ŞN temperaturu sahə standartının bütün tələblərinə cavab verəcək;

- sistemdə hidratların meydana gəlməsi səbəbindən qaz itkisi aradan qaldırılacaq;

- maye fazanın magistral qaz boru kəmərinə daxil olmasının qarşısı alınacaq;

- nəql şəbəkəsinin məhsuldarlığı artırılacaq, texnoloji rejimi stabiləşdiriləcək;

- quyu dibi zonada və layda çirklənmənin qarşısı alınacaq, bu səbəbdən yeraltı qaz anbarına vurulan qazın aktiv həcmi artacaq;

- qazın istehlakçıya nəql xərcləri xeyli dərəcədə azaldılacaq, qazın nəqlə hazırlanması üçün kompleks absorbentin istifadə edilməsi idxal olunan kimyəvi reagentlərin tədarükünü istisna edəcəkdir.

Qaradağ YQA-da kompleks qaz quruducu qurğusunun istifadəyə verilməsi nəticəsində aşağıdakı nəticələrə nail olunacaqdır:

- texnoloji sistemdə hidrat əmələ gəlməsinin sayəsində baş verəcək qaz itkisinin qarşısı tam alınacaqdır;

- anbardan götürülən və nəqlə hazırlanan qazın su buxarlarına görə ŞN temperaturu standartda cavab verəcəkdir (mənfi 15-20°C);

- magistral qaz kəmərlərinə maye fazasının düşməsinin qarşısı alınacaq və bunun nəticəsində kəmərlər ritmik texnoloji iş rejiminə uyğun məhsuldarlıqla işləyəcək;

- qazın nəqli sisteminə çəkilən xərclər azalacaq;

- istehlakçıya və xarici ölkələrə ixrac ediləcək qazın keyfiyyət göstəriciləri beynəlxalq standartlara cavab verəcək;

- anbarda tikiləcək qaz quruducu qurğuda absorbent və hidrat inhibitor kimi yerli kimya məhsulları əsasında işlənilib hazırlanmış absorbentdən istifadə olunması, nəqlə hazırlanan qaza çəkilən xərcləri azaldacaq;

- anbardan götürülən qazın tərkibindən əlavə olaraq maye karbohidrogenlər ayrılacaqdır.

Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, qazın həcmnin əlavə quyu olmadan artırılmasına, işləməyən quyular fondu bərpa edilməklə nail olmaq olar. Bu quyuların texnoloji rejimini bərpa etmək üçün aşağıdakı tədbirlər yerinə yetirilməlidir:

- geofiziki tədqiqatlar aparmaq;

- NK borularını qaldırmaq;

- filtri yumaq və quyu dibi zonanı turşu ilə emal etmək;

- quyunu mənimləmək və qazvurma prosesinə qoşmaq.

Bunun üçün quyu ehtiyatı üç kateqoriyaya bölünmüşdür:

- işləyən - 17 quyu;

- müvəqqəti olaraq işləməyən - 9 quyu,

- işləməyən quyular - 11 quyu.

Quyulara vurulan qazın ümumi həcmi təyin etmək üçün hər bir quyuya vurulan qazın həcmi əvvəlcədən hesablanmalıdır.

Hesablamalar quyuağzı təzyiq 8,7; 9,5; 10,5; 12,5; 15,0; 18,0 MPa olduğu hallar üçün aşağıdakı düsturlardan istifadə edərək altı variantda yerinə yetirilmişdir:

$$P_{qa}^2 - P_l^2 = aQ_q + bQ_q^2;$$

$$Q_q = \frac{-a \pm \sqrt{a^2 + 4b(P_{qd}^2 - P_l^2)}}{2b};$$

$$P_{qd} = P_{qa} e^s; s = 0.03415 = \frac{\bar{p}L}{Z_{or}T_{or}};$$

Burada P_{qd} , P_{qa} , P_l – quyudibi, quyuağzı və lay təzyiqləri, MPa; a , b – filtrasiya müqaviməti əmsalları; Q_q – qazın sərfi, m³/gün; ρ – qazın nisbi sıxlığı; L – quyunun dərinliyi, m; Z_{or} – quyu ağzında P_{qa} -nı T_{or} vasitəsilə təyin etdikdə qazın sıxılma əmsalı, $T_{or} = 273 + t_{or}$

$$T_{or} = \frac{(T_{qd} - T_{qa})}{l} \frac{T_{qd}}{T_{qa}}$$

quyuağzı və quyudibi zonaların orta temperatur göstəricisidir.

Son illərdə mövsümlə əlaqədar olaraq, Qaradağ YQA-dan qazgötürmə dövrlərində qazın nəqlə hazırlanması prosesində istismar edilən “Aşağı temperaturlu separasiya” qurğusunun texnologiyasının mövcud vəziyyətinin tədqiqi nəticələri qurğuda bir çox texniki avadanlıqların çatışmazlıqları və texnoloji parametrlərinin düzgün seçilmədiyini göstərmişdir. Bu çatışmazlıqlar əsasən aşağıdakılardır:

- anbardan alınan qaz axını vasitəsi ilə gələn qum təzahürlərini və başqa mexaniki qarışıqları tutmaq üçün qurğu yoxdur. Deyilənin nəticəsi olaraq separatorların faydalı iş əmsalı aşağı düşür, siyirtmələr, ştuserlər və digər avadanlıqlar tez sıradan çıxır və sistemdə digər təzadlar baş verir.

- qurğuya daxil olan qaz ardıcıl işləyən 1-ci və 2-ci separatorlara nisbətən aşağı təzyiqlə (5,5-7,5) MPa daxil olur, bu da texnoloji sistemdə qazdan maye fazasının ayrılması üçün aşağı temperatur alınmasına imkan vermir;

- separatorlardan maye fazasının çıxarılması mexaniki üsulla həyata keçirilir ki, bu da separatorların texnoloji iş rejimi tənzimləməyə imkan vermir və nəticədə böyük həcmdə maye qarışığının magistral qaz kəmərinə düşməsinin ehtimalını artırır;

- aşağı temperaturlu separasiya qurğusunun texnologiyasında separatorlardan çıxan maye fazalarının ayrılması və stabilləşməsi üçün “ayırıcı qurğular” yoxdur. Bunun nəticəsi olaraq, qazdan ayrılan su və kondensat qarışığı separatorlardan mexaniki üsulla birbaşa çənə yığılır.

- bundan əvvəl qaz axını ilə gələn toz, qum və sairə mexaniki qarışıqları tutmaq üçün müasir tələblərə cavab verən və qurğunun gündəlik məhsuldarlığını nəzərə almaqla “toz tutucu qurğular” quraşdırılmalıdır;

- texnologiyada istifadə olunan qlikolun su buxarları ilə doymuş məhlulunu regenerasiya etmək üçün müvafiq blokun işə salınması.

Quyulardan götürülən qaz 12-13 MPa təzyiq və 27-29°C temperaturla qaz paylayıcı məntəqəyə (QPM) daxil olur. Qaz QPM-də təzyiqi tənzimləndikdən sonra həmin təzyiq və temperaturla 1-ci pillə filtr separatoruna daxil olmalıdır.

Bununla əlaqədar olaraq, Qaradağ YQA-da istismar olunan qurğunun texnoloji sxemində (şəkil 18) aşağıdakı dəyişikliklərin edilməsi məqsəduyğundur:

- qaz paylayıcı məntəqədə qazın təzyiqinin tənzimlənməsi prosesində onun təzyiqinin minimum dərəcədə aşağı salınması;

- ATS qurğusuna görə YQA-da mövsümlə əlaqədar olaraq qazgötürmə prosesində qazların nəqlə hazırlanmasında təkmilləşdirmə işlərindən sonra absorbentin və texnoloji rejimin seçilməsi.

Beləliklə, Qaradağ YQA-da tikilib və istismara veriləcək kompleks qurğunun optimal texnoloji iş rejiminə çıxarılması nəticəsində:

- magistral qaz kəmərlərinə maye fazasının düşməsinin qarşısı alınacaq, kəmərlər ritmik iş prosesində və stabil məhsuldarlıqla işləyəcək;

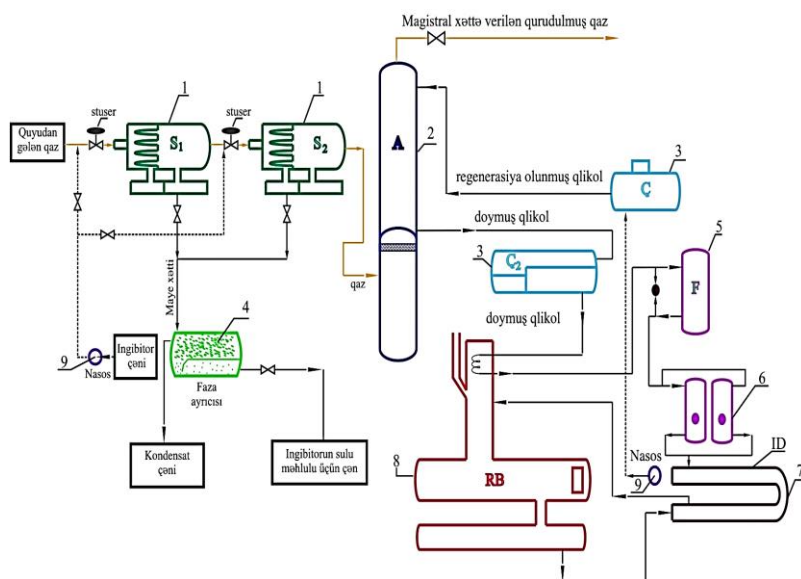
- istehlakçılara verilən qazın keyfiyyət göstəriciləri tələblərə uyğun olacaq;

- texnologiyaya əsasən anbardan götürülən qazın tərkibindən ayrılan karbohidrogenlərin miqdarı və qazın nəqli sisteminə çəkilən xərclər azalacaq;

- texnologiyanın həyata keçirilməsi anbara qazvurma prosesində layın, quyudibi zonasının çirklənməsinin qarşısını alacaq və anbara vurulan aktiv qaz həcmnin artmasına şərait yaradacaqdır.

Texniki və texnoloji fəsadları aradan qaldırmaq üçün qaz-kondensat yataqlarında qazların qurudulması qurğularının quraşdırılması, bu zaman absorbentlərin səmərəli istifadə olunması

üçün yeni yüksək effektiv texnoloji proseslərin və müvafiq təlimatların işlənməsi məqsədilə N.Nərimanov adına NQÇİ-nin sıxıcı kompressor stansiyasının və qazın nəqlə üçün hazırlanması qurğularının texnoloji iş rejimi tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, qaz-kondensat yataqlarının istismar müddətindən asılı olaraq qazların termodinamik göstəriciləri dəyişdiyinə görə texnoloji sistemdə qaz axınına vurulan absorbentin, inhibitorların texnologiyası və sərfi dəyişir.



Şəkil 18. Qazın nəqlə hazırlanmasının texnoloji sxemi

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Aparılmış çoxsaylı laboratoriya tədqiqatlarının nəticələrinə əsaslanaraq qazın qurudulması prosesində su buxarlarının tam çıxarılmasında istifadə olunan qlikolu sistemə yenidən qaytarmağa və onun təkrar istifadə etməyə imkan verən yeni xassəli absorbentin mədən şəraitində qazların nəqlə hazırlanmasında geniş tətbiq edilməsi təklif edilmişdir.

2. Eksperimental tədqiqatlar nəticəsində yeni nanotərkibli inhibitorun metanol ilə müqayisədə hidrat əmələgəlmə temperaturunu 15-20%, metalın aşınmasını isə 2-3 dəfə azaltmışdır.

3. Abşeron yarımadası yataq gilləri əsasında qazların nəql xətlərində hidrat əmələgəlməyə və metal borularının daxili səthinin korroziyasına qarşı qeyri-toksiki və ekoloji cəhətdən təmiz çoxfunksiyalı kompozisiya hazırlanmış və tətbiq edilmişdir.

4. Qazda polipropilenqlikolun qaz-xromatoqrafik üsulla ölçülmə xətasının müəyyən edilmiş qiyməti molyar payın 0,001%-dən 0,05%-ə qədər diapazonu üçün 3,1%-dən 18,2% təşkil edir ki, bu da təbii qazda və ya digər qaz mühitində komponentlərin miqdarının mövcud qaz xromatoqrafiya ilə təyini üsullarında olan ölçmə qeyri-müəyyənliyini aşır.

5. Təkmiləşdirilmiş maqnit aktivatoru qurgusu vasitəsilə sabit maqnit sahəsi ilə inhibitorun lay suyunun donma və hidrat əmələgəlmə temperaturuna birgə təsiri tədqiq edilmişdir. Nəticə olaraq müəyyən edilmişdir ki, birgə təsir zamanı lay suyunun donma və hidrat əmələgəlmə temperaturu 269 °K-dən 258°K-nə kimi dəyişir.

6. Natrium sulfanat və dimetiletanolamin əsasında işlənmiş yeni çoxfunksiyalı kompozisiyanın karbon qazı, hidrogen sulfid və sulfatreduksiyaedici bakteriyaların ayrı-ayrılıqda və birgə olduğu aqressiv mühitlərdə korroziya sürətinə təsiri tədqiq edilmiş və optimal sərf normasında korroziya sürətini minimuma endirməklə effektiv nəticələr əldə edilmişdir.

7. Bitum-polimer əsaslı, modifikasiya olunmuş mastikaların tərkibindəki inhibitorun və metalın səthinin emal edilməsi üsulunun

izolyasiya örtüyünün aralanmağa qarşı müqavimətinə təsirinin tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, əsas mastikanın tərkibində amonium sinfindən və amonium duzu inhibitorlarının tətbiqi, modifikasiya edilmiş mastikaların ayrılmasına qarşı dayanıqlığı 11%-dən çox, metal səthi qum şırnağı ilə emal edildikdə 22%-dək artırır, SRE çoxalmasının ləngimə effektivliyini isə müəyyən qatılıqda 93,8% və 97,7% təşkil etmişdir.

8. Separatorların daxili elementlərini təkmilləşdirməklə və texnologiyada ikipilləli separator qurğularını quraşdırılmaqla, həmçinin müxtəlif tərkibli reagentlər əsasında köpük sistemi yaradılaraq qaz xəttinə verilməsi ilə “Günəşli” yatağının dərin dəniz özlərdən KS-ə verilən alçaqtəzyiqli və oradan çıxan yüksəktəzyiqli qazların səmərəli nəqlinə nail olunmuşdur.

9. Eksperiment nəticələrinin təhlili əsasında müəyyən olunmuşdur tərkibində polipropilenqlikol oliqomerləri olan yeni adsorbentin iştirakı ilə təbii qazı sənaye standartlarına uyğun qurutmaqla nəqlə hazırlanması prosesini effektiv həyata keçirmək mümkündür.

10. “Günəşli” yatağı platformasında qazların yığılması və hazırlanması prosesində istismar olunan qurğularının xarici səthlərinin korroziyadan mühafizəsi üçün yeni izolyasiyaedici örtük işlənib hazırlanmış və laboratoriya şəraitində sınağı zamanı yüksək mühafizəedici xüsusiyyətə malik olması müəyyən edilmişdir.

11. Aparılmış çoxsaylı təhlillərə əsaslanaraq qazın nəqlə hazırlanması zamanı qaz axınına vurulan reagentin optimal sərf normasının illik hesablanması üçün reagentin qazla təmasda itkisinin, maye karbohidrogenlərdə həll olmasının, qaz axınında mexaniki itkisinin və ayrı-ayrı texnoloji xətlərdə itkilərin nəzərə alınması tövsiyə edilmişdir.

12. Qalmaz və Qaradağ YQA-a vurulan qazın aktiv həcmi artırmaq və götürülən qazın keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq məqsədilə qazın nəqlə hazırlanmasının mövcud texnologiyalarının, bütün quyuların və mədən avadanlıqlarının termodinamik parametrlərinin təhlili əsasında qazın götürülməsi dövründə YQA-da qurğuların optimal termodinamik və texnoloji iş rejimi seçilmişdir.

13. Aparılmış tədqiqat və sınaq işlərinin nəticələrinin təhlilinə əsaslanaraq iqtisadi baxımından səmərəli olan qravitasiyalı yeni təkmiləşdirilmiş tsiklon separatoru təklif edilmişdir.

14. Qaradağ YQA quyularının və mədən avadanlıqlarının mövcud vəziyyətinin, texnoloji və termodinamik parametrlərinin təhlili və tədqiqi nəticəsində işlənmiş yeni texniki təkliflərin tətbiqi Qaradağ YQA-da işləməyən quyulara vurulan qazın həcmi dəqiq hesablamağa və quyularda aparılacaq təmir-bərpa işlərini dürüst proqnozlaşdırmağa imkan verir.

DİSSERTASIYANIN MÖVZUSU ÜZRƏ DƏRC OLUNMUŞ ƏSƏRLƏR

1. Qurbanov Ə.N. Qazların zərərli komponentlərdən təmizlənməsi üçün yeni üsul və texnologiyaların işlənməsi. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri №1(71). 2011. s.14-18.

2. Гурбанов А.Н. Промышленные испытания монопропилен-гликоля в качестве осушителя природного газа. Всеукраинський науково-технічний журнал. Нафтогазова Енергетика Івано-Франковск. № 1(14). 2011. с.29-33.

3. Qurbanov Ə.N. İstismar edilən qaz qurğularının və nəql sisteminin zərərli komponentlərdən təmizlənməsi üçün elmi-texniki təkliflərin işlənməsi. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri. № 3 (73). 2011. s.17-22.

4. Məmmədov T.M., Qurbanov Ə.N. Kazımov F.K., İsgəndərov E.X. Karbohidrogen həlledicilərinin qazçıxarmada kristal-hidratların əmələ gəlməsinə təsirinin tədqiqi. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri. № 6 (76). 2011. s.12-17.

5. Məmmədov T.M., Qurbanov Ə.N., İsgəndərov E.X. Kazımov F.K. Qazın çıxarılması və nəqlində avadanlığın eroziyasına nanohissəciklərin təsiri. Azərbaycan Texniki Universitet. Elmi əsərlər. № 4. 2011. s.53-57.

6. Гурбанов А.Н. Усовершенствование технологии сбора и транспортировки низконапорного газа между глубоководными

платформами на морских месторождениях. Нефтепромысловое дело Москва, № 12. 2011. с.39-42.

7. Гурбанов А.Н. Промышленное внедрение и определение нормы расхода нового абсорбента монопропиленгликоля на установке осушки газа. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı. Cild 3. № 4. 2011. с.78-85.

8. Мамедов Т.М., Гурбанов А.Н., Искендеров Э.Х., Кязимов Ф.К. Исследование влияния концентрации наносоства на эффективность ингибитора кристаллогидратообразования. Нефтепромысловое дело. Москва. № 2. 2012. с.33-37.

9. Гурбанов А.Н. Промышленные испытания полипропиленгликоля при осушке природного газа. Укр. Ивано-Франковский Национальный Технический Университет. Розвідка та розроботка нафтових і газових родовищ. № 1 (42). 2012. с.177-181.

10. Ахмедов И.З., Гурбанов А.Н. Проблемы повышения эффективности методов воздействия на призабойную зону скважина. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı. Cild 4. № 1. 2012. с.34-40.

11. Qurbanov Ə.N. Təbii qazların istifadəsinin və nəqlə hazırlanmasının müasir vəziyyətinin araşdırılması. AMEA Xəbərləri. Elm və İnnovasiya seriyası. Bakı № 1 (9). 2012. s.59-66.

12. Qurbanov Ə.N. Neft-qaz yataqlarında təbii və səmt qazlarının nəqli prosesində texnologiyanın araşdırılması. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri. № 3 (79). 2012. s.21-27.

13. Qurbanov Ə.N. Təbii qazların çıxarılması, nəqli, istifadə olunma və ekoloji perspektivləri. MAA. Elmi məcmuələr. Bakı , Cild 14 № 2. 2012. s.41-48.

14. Qurbanov Ə.N., İsgəndərov E.X. Təbii qazların nəqlində hidratəmələgəlmə və korroziyaya qarşı səmərəli üsul. ANT. № 9. 2012. s.35-38.

15. Qurbanov Ə.N. N.Nərimanov adına NQCİ-də istismar edilən SKS-nin və qazın nəqlə hazırlanması qurğularının texnoloji iş rejiminin tədqiqi və təhlili. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri. № 6 (82). 2012. s.20-26.

16. Həsənov A.P., Əhmədov İ. Z., Qasımova T.A., Qurbanov Ə.N. Quyuların təmirində istifadə edilən quyudibi mühərrikin təkmilləşdirilməsi imkanlarının tədqiqi. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı. Cild 4. № 4. 2012. s.56-63.

17. Мамедов Ф.М., Сейфиев Ф.Г., Гурбанов А.Н. Экологические аспекты подготовки газа к транспортировке. ARMEA Elmi texniki jurnal. Ekoenergetika. Bakı, № 4. 2012. s.63-69

18. Полутренко М.С., Гурбанов А.Н. Влияние катодной поляризации на отслоение изоляционных покрытий на битумно-полимерной основе. NQGP və KETİ. Elmi əsərlər Bakı, XIII cild, 2012. s.241-251.

19. Məmmədov T.M., Qurbanov Ə.N., İsgəndərov E.X. Təbii qazın nəqli zamanı kompleks təsirli kompozisiya. İxtiralar, faydalı modellər sənaye nümunələri. İ 2014 0051.

20. Qurbanov Ə.N. Sabit maqnit sahəsinin qaz kəmərinə hidrat əmələgəlməsinə qarşı təsirinin öyrənilməsi. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri. № 6 (15). 2013. s.14-20.

21. Гурбанов А.Н., Искендеров Е.Х., Сейфиев Ф.Г. Метод определения метанола в при родном газе при помощи хроматографа с микродетектором по теплопроводности. NQGP və KETİ. Elmi əsərlər. Bakı, XIV. cild, 2013. s.141-154.

22. Гурбанов А.Н., Искендеров Е.Х. Выбор нового состава композиционного ингибитора для подготовки газа к транспорту. Нефтепромысловое дело. Москва, № 2, 2014. s.47-50.

23. Гурбанов А.Н. Разработка математических моделей осушки природного газа при подготовке к транспорту. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı. Cild. 6 № 2. 2014. s. 89-96.

24. Гурбанов А.Н. Комплексный реагент с синергетическим эффектом для промысловой обработки природного газа. Укр.Івано-Франківського Національного Технічного Університету нафтигазу.Науковий вісник. №2 (37).2014.s.61-66.

25. Гурбанов А.Н. Повышение эффективности технологии подготовки газа к транспорту на подземных газохранилищах Азербайджана. Всеукраїнський науково-технічний журнал. Нафтогазова енергетика. №2 (22). 2014. s.57-62.

26. Qurbanov Ə.N. YQA-da qazvurma və qazgötürmə zamanı texnoloji səmərəliliyin artırılması. "NQGP və KETİ" Məqalələr toplusu. Xəzərneftqazıyataq-2014. Elmi-Təcrübi konfrans. 24-25 dekabr, 2014. s.232-238.

27. Qurbanov Ə.N. Qazvurma prosesində kompressorların və qaz qurğularının texnologiyasının tədqiqi. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı. Cild. № 2 (7). 2015. s.90-95.

28. Гурбанов А.Н., Искендеров Е.Х. Повышение эффективности Калмасского подземного газохранилища при закачке и отборе газа. Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. Москва. № 4, 2015. s.48-52

29. Quliyev A.S., Qurbanov Ə.N. "28 May" NQCI-nin Günəşli yatağında texnoloji avadanlıqlar və nəql xətlərində yaranan kondensləşmənin səbəblərinin araşdırılması. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı. Cild 7 № 4. 2015.

30. Султанов Э.Ф., Гасанова У.Э., Джаббаров Н.Ф., Гурбанов А.Н., Исследование антикоррозионных свойств сульфаната натрия и композиций на их основе. Актуальные проблемы современной науки. Москва. № 1. 2016. s.158-162.

31. Мираламов Г.Ф., Гурбанов А.Н., Гурбанов Г.Р. Осушки природного газа на магистральных газопроводах. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri. Cild 18. № 2 (102). 2016. s.29-37.

32. Qurbanov Ə.N. Qaradağ yeraltı qazsaxlama anbarında istismar zamanı effektivliyin artırılması texnologiyası. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı. Cild 8 № 4. 2016. s.37-42.

33. Гурбанов А.Н. Технологии подготовки газа и газового конденсата к транспорту на морских месторождениях. Укр. Ивано-Франковский Национальный Технический Университет Нефти и Газа. Розвідка та разработка нафтових і газових родовищ. № 1 (58). 2016. s.35-40.

34. Гурбанов А.Н. Высокоэффективное сепарационное оборудование для очистки природного газа и газов нефтепереработки. Нефтепромысловое дело. Москва. № 6. 2017. s.45-50.

35. Mirələmov H.F., Qurbanov Ə.N., Qədirov Z.S., Cəmərdov A.Y., Şirəliyev A.A. Qalmaz yeraltı qaz anbarında qaz həcmnin səmərəliliyinin və kompressor aqreqatlarının faydalı iş əmsalının artırılması. NQGP və KETİ. Elmi əsərlər Bakı, XVII cild, 2017. s.355-362.

36. Quliyev A.S., Qurbanov Ə.N., Dəniz yataqlarından çıxarılan qazın nəqlə hazırlanması zamanı istifadə edilən reagentlərin sərf normasının tənzimlənməsi. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı. Cild.9 № 3. 2017. s.56-64.

37. Quliyev A.S., Qurbanov Ə.N., Qurbanov H.R., Seyfiyev F.Q. Neft məhsullarının nəqli və saxlanması zamanı itkilərin azaldılmasının təhlili. MAA. Elmi məcmuələr Bakı, CİLD 19. № 4. 2017. s.30-35.

38. Qurbanov Ə.N. Yüksəközlüklü mayelərin boru kəmərinə hərəkətinə daxili sürtünmə istiliyinin təsiri. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri № 1 (117). 2019. s.13-18.

39. Gurbanov A.N., Sardarova I.Z. About of the dynamic of forced oscillations in nonlinear systems. Укр. Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Methods and Devices of Quality Control. (Методи та прилади контролю якості) № 1.(42). 2019. s.116-123.

40. Cəmərdov A.Y., Qurbanov Ə.N., Hüseynova M.Ə. Hidrat əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün istifadə edilən metanolun dəqiqləşdirilmiş sərf normasının işlənməsi haqqında. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı. C.11 № 3. 2019. s.80-85.

41. Gurbanov A.N., Sardarova I.Z. Main fight direction against formation of hydrate, corrosion, and environmental pollution on producing, transporting and storing of natural gas. The 7th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications. 26-28 August, 2020. Baku, Azerbaijan. pp. 143-145. http://www.coia-conf.org/upload/editor/files/COIA20_V2.pdf.

42. Sardarova I.Z., Mehdieva A.M., Gurbanov A.N. Application of discrete averaging to increase the accuracy of multiple measurements. Proceedings of the Institute of Applied Mathematics. V.9, N.2, 2020. Baku, Azerbaijan. pp.148-156. <http://www.iamj.az/Current.aspx>.

43. Qurbanov Ə.N. Karbohidrogenlərin hidrogenlə təmizlənməsinin texnoloji prosesinin aparılması. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri Cild 05. №1.2021.<http://sc-media.org/pantei/.s.45-49>.

44. Gurbanov A.N., Sardarova I.Z. The issue of optimal distribution of limited gases between the wells working parallel with gas-lift method. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı. Cild. 13. № 1. 2021.

45. Gurbanov A.N., Sardarova I.Z., Damirova J. Analysis of gas preparation processes for improvement of gas transportation technology. EUREKA: Physics and Engineering. № 6(37)2021. pp.48-56.<http://journal.en-jr.en/engineering/issue/194>.
<https://doi.org/10.21303/2461-2021.002081>.

46. Gurbanov A.N., Sardarova I.Z. Optimization problem of measurements in experimental research of gas-lift wells. Applied and Computational Mathematics. Vol. 21. № 2. 2022. Pp. 223-228. <http://asmij.az/view.php?long=az&menu=8>
DOI:10.30546/1683-6154.21.2.2022.223

47. Гурбанов А.Н. Основные направления защиты оборудования и трубопроводов от биокоррозии. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri. Bakı. Cild. 13. № 3. 2021. DOI:10.52171/2076-0515_22021_13_03_74_82, s.74-82.

48. Bayramov İ.Y., Gurbanov A.N., Mirzayev O.M., Sardarova I.Z., Numerical determination of gas and oil reserves. 11th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words, Perception and Artificial Intelligence. ICSCCW-2021. Antalya, Turkey. 23-24 August 2021. <https://www.barnesandnoble.com/>. pp. 522-529.

49. Gurbanov A.N., Mehdiyeva A.M., Sardarova I.Z. Increasing the Effectiveness of the Karadag Underground Gas Storage. 2nd International Conference on Information Technology, Advanced Mechanical and Electrical Engineering (ICITAMEE). Yogyakarta, Indonesia, August 25-26th 2021. AIP Conference Proceedings. 2021. pp. <https://bit.ly/PDEPaperPubICITAMEE2021>. pp.222-228.

50. Gurbanov A.N., Sardarova I.Z. Increasing the efficiency of microbiological protection of underground facilities. SOCAR Proceedings №2. 2022. Pp. 88-92. DOI: 10.5510/OGP20220200680

51. A. N. Gurbanov, İ. Y., Bayramov, Y. N. Aliyeva Y. N. Calculation of the technological process for obtaining gas drying using polypropylene glycol. COİA 2022. The 8 th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications. 24-26 August, 2022. Baku, Azerbaijan. Vol. I. pp. 198-200.

52. A. N. Gurbanov, Phase transformations that occur in pipelines during the transportation of gas from the Guneshli and Chirag fields to the shore. COİA 2022. The 8 th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications. 24-26 August, 2022. Baku, Azerbaijan. Vol II. pp. 183-185.

53. İ. Bayramov, A. Gurbanov, İ. Sardarova, G. Mammadova, S. Abbasova. Fuzzy models for calculation of oil and gas reserves. 15th International Conference on Applications of Fuzzy Systems, Soft Computing and Artificial Intelligence Tools. ICAFS-2022. <https://icafs2022.com/> 26-27 August, Budva - Montenegro

54. A. N. Gurbanov, A.M., Mehdiyeva, I. Z. Sardarova Selection of Terms and Process Optimization of Loading and Unloading System of Viscous Oil Products. Software Engineering Perspectives in Systems. Proceedings 11th Computer Science On-line Conference 2022, vol. 1. pp. 276-287.

55. A. Gurbanov, I. Sardarova, J. Damirova. Research of the technology for hydrate prevention in gas transportation system. EUREKA: Physics and Engineering. № 1 (44) 2023. Pp. 24-31. <http://journal.en-jr.en/engineering/issue/194>. <https://doi.org/10.21303/2461-2021.002081>.

56. A. Gurbanov, I. Sardarova, J. Damirova, Z. Mahmudova. Development of a new technology for the fight against wax deposits. EUREKA: Physics and Engineering. № 4 (47) 2023. Pp. 3-9. <http://journal.en-jr.en/engineering/issue/194>. <https://doi.org/10.21303/2461-2021.002081>.

Həmmüəlliflərlə birgə dərc olunmuş elmi məqalələrdə müəllifin şəxsi xidməti:

[1-3, 6, 7, 9, 11-13, 15, 18-20, 23-27, 33-35, 39, 44, 48, 54] - müəllifin sərbəst apardığı tədqiqatlar.

[4, 5, 8, 14, 19] - məsələnin qoyuluşu, məlumatların toplanması, nəticələrin təhlili və analitik təhlillərin aparılması, analoqların, prototiplərin seçilməsi.

[10, 16-17, 21] - məlumatların toplanması, təhlillərin aparılması, sınaqların nəticələrinin yoxlanılması, texniki tapşırıqların yerinə yetirilməsi.

[22, 28, 29] - məlumatların toplanması, təhlillərin aparılması, nəticələrin təhlili, nəticələrin emalı.

[30, 40, 41] - analitik təhlillərin və hesabatların aparılması, məsələnin qoyuluşu.

[31] - məlumatların toplanması, analitik təhlillərin aparılması.

[32] - məsələnin qoyuluşu, məlumatların toplanması, təhlillərin aparılması.

[41,43,49] - məlumatların toplanması, hesabatların və təhlillərin aparılması.

[36 -38, 45, 46] - məsələnin qoyuluşu, məlumatların toplanması, analitik təhlili aparılması, optimal texnoloji iş rejiminin seçilməsi.

[47, 50 - 52,] - məsələnin qoyuluşu, məlumatların və nəticələrin toplanması, hesabatların və analitik təhlilərin aparılması.

[53, 55, 56] - məsələnin qoyuluşu, analitik təhlilərin aparılması və nəticələrin təhlili.

Dissertasiyanın müdafiəsi 17 noyabr 2023-cu il il tarixində saat 11⁰⁰-də Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED2.03 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Bakı şəhəri, D. Əliyeva 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 _____ il tarixində zəruri
ünvanlara göndərilmişdir

Çapa imzalanıb: 12.10.2023

Kağızın formatı: A5

Həcm: 77171

Tiraj: 100