

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

LAY FLÜİDLƏRİNİN FAZA VƏZİYYƏTLƏRİNİ NƏZƏRƏ ALMAQLA NEFT HASİLATININ İNTENSİVLƏŞDİRİLMƏSİNİN YENİ TEKNOLOGİYALARININ İŞLƏNMƏSİ VƏ TƏTBİQİ

İxtisas : 2526.01- “Dəniz faydalı qazıntı yataqlarının işlənməsi
texnologiyası”

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Erlan Tanatbergenoviç Baspayev**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin "Neftqazəlmətdiqatlayihə" institutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

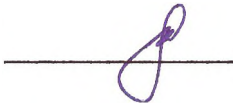
AMEA-nın müxbir üzvü,
texnika elmlər doktoru, professor
Bagır Ələkbər oğlu Süleymanov

Rəsmi opponətlər:

Texnika elmləri doktoru, professor
Arif Mikayıl oğlu Məmməd-zadə
Texnika elmləri doktoru, dosent
Valeh Məmməd oğlu Şamilov
Texnika üzrə fəlsəfə doktoru
Tural Xəliq oğlu Şəfiyev

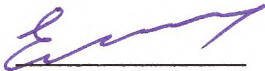
Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən BED 2.03 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya şurasının sədri:



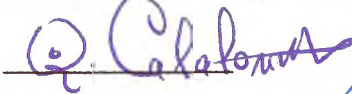
Texnika elmlər doktoru, dosent
Arif Ələkbər oğlu Süleymanov

Dissertasiya şurasının elmi katibi:



Texnika elmləri namizədi, dosent
Yelena Yevgenyevna Şmonçeva

Elmi seminarın sədri:



AMEA-nın müxbir üzvi, texnika üzrə
elmlər doktoru, professor
Qərəb İsaq oğlu Calalov

İmzaları təsdiq edirəm:

ADNSU-nun
Elmi katibi:



Texnika elmləri namizədi, dosent
Nərminə Tərflan qızı Əliyeva



İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Neft və qaz sənayesinin inkişafının müasir mərhələsində işlənmənin son mərhələsində olan yataqların payı üstünlük təşkil edir. Məsamə fəzasında təzyiqlərin və təzyiqlərin dəyişməsi nəticəsində oxşar yataqların işlənməsi prosesində mürəkkəb faza keçidləri baş verir.

Qazkondensat kollektorları retroqrad kondensasiyasının başlanması təzyiqindən aşağı təzyiqdə fazaların və axınların mürəkkəb davranışını nümayiş etdirir. Əksər qazkondensat yataqları üçün quyunun quyudibi ətrafi zonasında retroqrad kondensatın yığılması hasilat quyularının məhsuldarlığının azalması xarakterikdir. Kritik sahəyə qədər qazkondensat qatışıqlarının süzülməsinin xüsusiyyətlərinin tədqiqi əhəmiyyətli elmi və praktiki marağa malikdir. Qaz və qazkondensat quyularının istismarının məhsuldarlığının artırılması üçün quyu dibində yığılan mayenin kənar edilməsinin effektiv və bahalı olmsyn üsullar lazımdır.

Neft quyularının quyudibi təzyiqinin doyma təzyiqindən aşağı düşməsi nəticəsində qaz neftdən ayrılır və ikifazlı axın zonası yaranır ki, bu da quyunun məhsuldarlığının dəyişmə səbəbidir. Quyudibi ətrafi zonada temperaturun azalması neftin özlülüyünün artmasına, asfalt-qatran-parafin çöküntülərinin çökməsinə gətirir. Lay və quyudibi təzyiqlərin azalması həmçinin qum tıxaclarının əmələ gəlməsinə gətirir.

Karbohidrogenlərin hasilatının intensivləşdirilməsinin müasir metodları tez-tez mayələrin faza vəziyyətinin dəyişməsi zamanı yaranan proseslərin mürəkkəbliyini nəzərə almağa imkan vermir ki, bu da prosesin effektivliyinin azalmasına gətirir. Hərçənd əhəmiyyətli dərəcədə eksperimental və nəzəri material toplanmışdır, bununla belə, neft hasilatının intensivləşdirilməsi metodlarının sonrakı axtarışını və sistematik təkmilləşdirilməsini tələb edən kifayət qədər böyük miqdarda suallar qalır.

Bununla əlaqədar olaraq lay flüidlərinin faza vəziyyətinin nəzərə alınması ilə neft hasilatının intensivləşdirilməsinin yeni texnologiyalarının işlənməsi və tətbiqi çox mühüm və aktual məsələdir.

Tədqiqatın məqsədi və məsələləri.

İşin məqsədi – lay flüidlərinin faza vəziyyətinin nəzərə alınması ilə neft hasilatının intensivləşdirilməsinin yeni texnologiyalarının işlənməsi və tətbiqi.

Əsas tədqiqat məsələləri:

- Böhrandan əvvəlki rüşeym əmələ gəlməsinin məsaməli mühitdə qazkondensat sistemlərinin axınına təsiri
- Qaz quyularının quyudibindən mayenin kənar edilməsinin effektivliyinin artırılması
- Doyma təzyiqindən aşağı olan quyudibi təzyiqlərdə quyunun boğulması üsulunun işlənməsi
- Quyunun quyudibi ətrafı zonasına zərbə-dalğa təsiri üçün quyuağzı qurğunun işlənməsi
- Quyuda qum tıxaclarının əmələ gəlməsinin qarşısının alınması

Tədqiqat metodları

Qoyulmuş məsələlər nəzəri, eksperimental və mədən tədqiqatlarının tətbiq edilməsi yolu ilə həll edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar

- Kondensatın böhrandan əvvəlki rüşeymlərinin əmələ gəlməsinə əsaslanan, məsaməli mühitdə qazkondensat sisteminin axın mexanizmi
- Məli qaz quyularının quyudibindən mayenin çıxarılması üçün bərk SAM-nin tərkibi
- Doyma təzyiqindən aşağı olan quyudibi təzyiqdə qaz təzahür edən quyunun boğulma üsulu
- Quyunun quyudibi ətrafı zonasına zərbə - dalğa təsiri üçün quyuağzı qurğunun konstruksiyası
- Mənfi elektrod potensialı olan metalların tətbiq edilməsilə quyuda qum tıxaclarının əmələ gəlməsinin qarşısının alınması üçün üsul

Tədqiqatın elmi yeniliyi

1. Kondensatın stabil böhrandan əvvəlki rüşeymlərinin əmələ gəlməsinə əsaslanan, məsaməli mühitdə qaz kondensat sisteminin axın mexanizmi təklif edilmişdir.

2. Maili qaz quyularının quyudibindən mayenin çıxarılması üçün bərk SAM tərkibi işlənmişdir.

3. Doyma təzyiqindən aşağı olan quyudibi təzyiqdə qaz təzahür edən quyunun boğulma üsulu təklif edilmişdir.

4. Quyunun quyudibi ətrafı zonasına zərbə-dalğa təsiri üçün quyuağzı qurğunun konstruksiyası işlənmişdir.

5. Mənfi elektrod potensialı olan metalların tətbiq edilməsilə quyuda qum tıxaclarının əmələ gəlməsinin qarşısının alınması üçün üsul təklif edilmişdir.

İşin nəticələrinin praktiki əhəmiyyəti

Layın quyudibi ətrafı zonasına zərbə-dalğa təsiri üçün işlənmiş quyuağzı qurğu “Neft Daşları” yatağının 2067 və 2013 saylı quyularında sınaqdan keçirilmişdir.

Yatağın quyularında təklif edilən quyuağzı qurğunun mədən sınaqması nəticəsində bu quyuların neft hasilatının artması müşahidə edilmişdir. Bütövlükdə, 8 ay ərzində əlavə olaraq 283 ton neft alınmışdır.

Layın quyudibi zonasına zərbə-dalğa təsiri üçün quyuağzı qurğu üçün 31.07.19 tarixli 032854 nömrəli Avrasiya patenti alınmışdır. Quyuda qum tıxaclarının əmələ gəlməsinin qarşısının alınması üsulu üçün 29.10.20 il tarixli 036356 nömrəli Avrasiya patenti alınmışdır. Quyunun boğulması üsulu üçün 29.03.24 il tarixli 046618 nömrəli Avrasiya patenti alınmışdır.

İşin aprobeasiyası

Dissertasiyanın materialları məruzə edilmiş və müzakirə edilmişdir:

- II Beynəlxalq elmi-praktiki konfransda Bulatov oxunuşları (31 mart 2018-ci il);

- III Beynəlxalq elmi-praktiki konfransda Bulatov oxunuşları (31 mart 2019-cu il);

- “Yetkin yataqların istismarının vəziyyəti və perspektivləri” Beynəlxalq elmi-praktiki konfransında, Aktau şəhərində “KazNİPİmunayqaz” “Nİİ TDB KMQ” TOO filialı, 16-17 may 2019 – cu il;

- IV Beynəlxalq elmi-praktiki konfransında Bulatov oxunuşları (31 mart 2020-ci il).

Nəşrlər.

Dissertasiyanın materialları üzrə 13 əsər, nəşr edilmişdir, onlardan 6-sı məqalə, 4-ü konfrans materialı, 3-ü Avrasiya patentidir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi müəssisənin adı.

İş Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin “Neftqaz” elmi-tədqiqat və layihə institutunda yerinə yetirilmişdir.

İşin strukturu və həcmi.

Dissertasiya işi girişdən, üç fəsildən ibarətdir, birinci fəsil 56 səhifədən, ikinci fəsil 28 səh.-dən, üçüncü fəsil 48 səh.-dən ibarətdir, 209280 işarə, 8 şəkil, 15 qrafik, 12 cədvəl, 128 adın və əlavələrin daxil olduğu ədəbiyyat siyahısı daxildir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya işinin aktuallığı və işlənmə dərəcəsi əsaslandırılmışdır, tədqiqatın məqsədi və əsas məsələlər təyin edilmişdir, tədqiqat metodları və elmi yenilik göstərilmişdir, onun praktiki əhəmiyyəti göstərilmişdir.

Dissertasiyanın **birinci fəslində** karbohidrogenlərin faza vəziyyətini nəzərə almaqla onların hasilatının intensivləşdirilməsinin mövcud metodlarının ədəbiyyat icmalısı verilmişdir.

Yataqlar işləndikcə məhsuldar layların sulaşması, quyuların debitlərinin azalması, lay təzyiqinin düşməsi baş verir ki, bu da karbohidrogenlərin hasilatını daha da mürəkkəbləşdirir. Neft hasilatının intensivləşdirilməsi zamanı oxşar yataqların istismarının gəlirliliyinin təmin edilməsi üçün lay flüidlərinin faza vəziyyətlərini nəzərə almaq lazımdır.

Qazkondensat sistemi karbohidrogen aerosolu dispers mühit qismində qaz və dispers faza qismində mayesi olan dispers sistemdir. Flüidlərin faza davranışı karbohidrogen aerosollarının, xüsusilə qazkondensat qatışıqlarının süzülməsinə.

Həqiqətən, retroqrad kondensasiyasının başlanma təzyiqindən aşağı təzyiqdə məsaməli mühidə mayenin ayrılması baş verir ki, bu da qaz üzrə faza keçiriciliyinin kəskin azalmasına və eyni zamanda onun sərfinin azalmasına gətirib çıxarır.

Bir sıra işlərdə buxarlarda və aerosollarda mayenin böhrandan əvvəlki klasterlərinin mövcudluğu aşkar edilmişdir. Lakin mayenin

böhrandan əvvəlki klasterlərinin sabitləşməsi mexanizmi və onların məsaməli mühitdə aerosolların süzülməsinə təsiri praktiki olaraq öyrənilməmişdir.

Bunlarla yanaşı, böhrandan əvvəlki sahədə qazlı mayelərin (qaz emulsiyalarının) tədqiqatı üzrə xeyli eksperimental və nəzəri material toplanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, doyma təzyiqindən yuxarı təzyiqlərdə qazlı mayələr stasionar süzülmə zamanı reologiyanı keyfiyyətcə dəyişir, mayenin sərfi 2-3 dəfə artır, qeyri-stasionar süzülmə zamanı isə pyezoqeciriciliyin əhəmiyyətli azalması və sistemin sıxılma qabiliyyətinin artması baş verir. Müşahidə edilən hadisələrin aşağıdakı mexanizmi təklif edilmişdir. Məsumə kanallarının səthində böhrandan əvvəlki oblastda qazlaşmış mayenin süzülmə prosesində $\theta > 0^\circ$ kənar islanma bucağında qaz fazasının stabil rüşeymlərinin əmələ gəlməsi baş verir, onların divar ətrafı təbəqəni əmələ gətirənlərin ölçüsü 1-100 nm qiymətləndirilir ki, bu da sürüşmə effektivə və təzyiq doyma təzyiqinə qədər azaldıqda maye sərfinin artmasına gətirir.

Beləliklə, karbohidrogen aerosollarının xüsusilə qazkondensat qarışıqlarının süzülməsinin xüsusiyyətlərinin tədqiqi böhrandan əvvəlki oblastda əhəmiyyətli elmi və praktiki marağa malikdir. Kondensatın böhrandan əvvəlki rüşeymlərinin sabitləşməsi mexanizminə baxılmışdır, retroqrad təzyiqindən yuxarı təzyiqdə qazkondensat qarışıqlarının stasionar və qeyri-stasionar süzülməsinin eksperimental və nəzəri tədqiqatları verilmişdir.

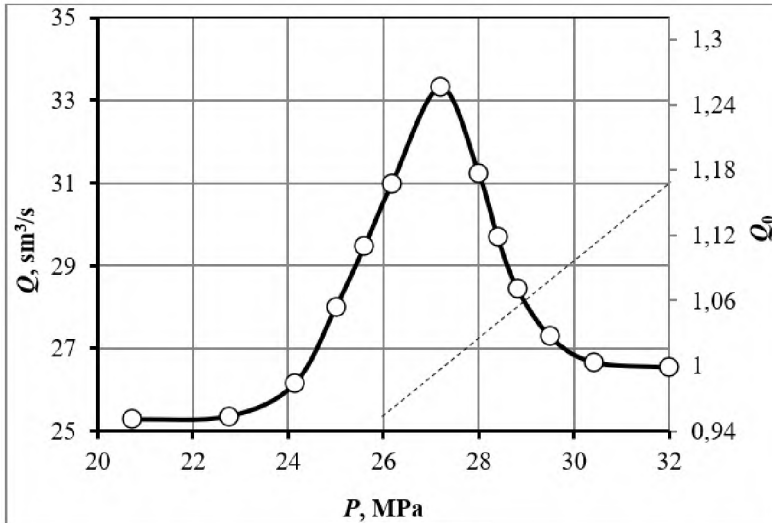
Eksperimentlərdə təbii qazdan və normal geksandan ibarət olan, rekombinasiya edilmiş qazkondensat qarışığı tədqiq edilmişdir (333°K temperaturda kondensasiyanın başlanma təzyiqi 17,5 MPa, qazkondensat amili $4800 \text{ nm}^3/\text{m}^3$). Qazkondensat sisteminin süzülməsinin tədqiqi, məsaməli mühitlə kolonkanı daxil edən eksperimental qurğuda aparılmışdır (layın modeli)¹ [1]. Məsaməli mühiti olan kolonkanın girişində və çıxışında müxtəlif təzyiq (uyğun

¹ Suleimanov, B.A., Suleymanov A.A., Abbasov, E.M., Baspayev, E.T. A mechanism for generating the gas slippage effect near the dewpoint pressure in a porous media gas condensate flow // Journal of Natural Gas Science and Engineering, - 2018, №5- p.237-248.

olaraq P_i və P_0) müəyyən edilmişdir və tədqiq edilən qazkondensat sistemi sabit qaz sərfinin qərarlaşmasına qədər 0,8 MPa sabit təzyiq düşgüsü altında süzölmüşdür. Qazın sərfinin layın modelində orta təzyiqdən $P = (P_i + P_0)/Z$ asılılığı müəyyən edilmişdir.

Stasionar və qeyri-stasionar tədqiqatların aparılmasından sonra sistemdə təzyiq aşağıdakı səviyyəyə qədər düşmüşdür. Bu səviyyədə analoji ölçmələr aparılmışdır. Eksperimentlər sistemdəki təzyiq 20,8 MPa –a çatana qədər aparılmışdır. Beləliklə, tədqiqatlar $P/P_c = 1,2-2$ təzyiq səviyyəsinin intervalında aparılmışdır (P_c – kondensasiyanın başlanma təzyiqi).

Qrafik 1-də qazın sərfinin (və nisbi qaz sərfinin $Q_0 = Q/Q_p=32$ MPa) təzyiqdən asılılığı verilmişdir.



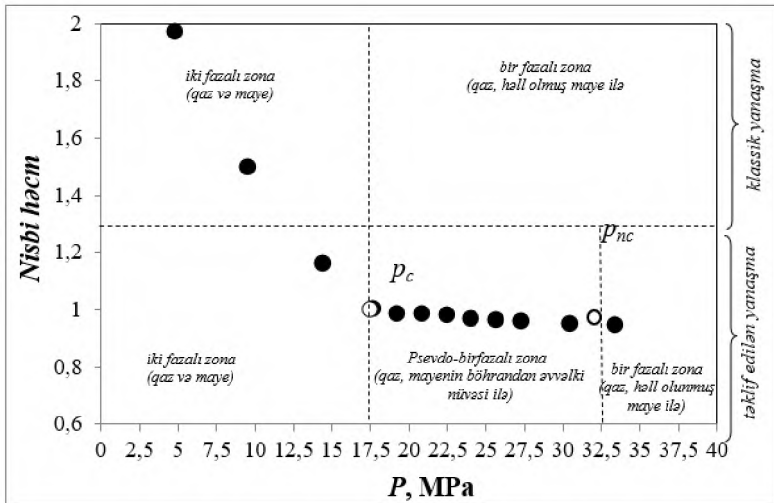
Qrafik 1. Qazın sərfinin təzyiqdən asılılığı

Şəkildən göründüyü kimi kondensasiyanın başlanma təzyiqindən 1,5 dəfə (27,2 MPa) çox olan təzyiqdə qazın sərfi 20,8 MPa təzyiqdəki sərfə müqayisədə praktiki olaraq 30% və 32 MPa təzyiqdəki sərfə müqayisədə 25% artır. Maye sərfinin artması artıq kondensasiya başlanğıc təzyiqindən 1,74 dəfə (30,4 MPa) yüksək təzyiqdə başlayır.

Bu zaman qazın sərfinin təzyiqin səviyyəsindən asılılığı qeyri-monoton xarakter daşıyır və sərfin yüksək qiymətləri təzyiqin səviyyəsindən $P/P_c = 1,4-1,7$ (24,5-30 MPa) intervalında əldə edilir.

Tədqiqatlar göstərdi ki, təzyiqin səviyyəsindən azalması sistemin təzyiqinin və pyezoqəçiriciliyinin bərpa edilməsi vaxtının əhəmiyyətli artmasına gətirir. Təzyiqin azalması ilə sıxılma əmsalı əhəmiyyətli dərəcədə artır.

Qrafik 2-də layın modelində alınmış qazkondensat qarışığının faza diaqramı (izoterm) göstərilmişdir (nisbi həcm – V_i/V_d , burada V_i – cari, V_d – kondensasiyanın başlanğıc təzyiqində qazkondensat qarışığının həcmi).



Qrafik 2. Tədqiq edilən qazkondensat qarışığının faza diaqramı (izoterm)

Qrafik 2-dən göründüyü kimi, kondensasiyanın başlanma təzyiqinə qədər klassik yanaşma zamanı sistem birfazlı (qaz, həll olunmuş maye ilə), aşağıda isə - ikifazalıdır (qaz və maye). Ənənəvi yanaşma çərçivəsində qazın süzülməsi kondensasiyanın başlanğıc təzyiqinə qədər baş verir. Darsi qanununa uyğun olaraq orta təzyiqin azalması ilə qazın sərfi, qrafik 1-də göstəriləni kimi, xətti azalmalıdır (pynktir xətt).

Beləliklə, alınan nəticələri klassik yanaşma çərçivəsində izah etmək mümkün deyil. Rüşeym əmələ gəlməsi nəzəriyyəsinin həm sırf bir komponentli, həm də çox fazlı sistemlər (qaz emulsiyaları, aerozollar və s.) üçün doğru olduğunu nəzərə alaraq, alınmış nəticələri izah etmək üçün aşağıdakı yanaşma təklif olunur. 3 zonanın olması təklif edilir (qrafik 2-yə bax.), $p > p_{nc}$ olduqda (p_{nc} – kondensatın böhrandan əvvəlki rüşeymlərinin ayrılmasının başlandığı təzyiq, qrafik 1-dən eksperimental olaraq təyin edilir $P_{nc} = 32$ MPa) bir fazlı zona (qaz, həll olunmuş maye ilə); $P_{nc} \geq P \geq P_c$ olduqda psevdo-birfazlı zona (qaz, mayenin böhrandan əvvəlki rüşeymləri ilə); $P < P_c$ olduqda ikifazlı zona. Maye fazanın böhran əvvəlki klasterlərinin mövcud olmasının eksperimental tədqiqatlarla təsdiq edilməsinə baxmayaraq, mayenin böhrandan əvvəlki rüşeymlərinin əmələ gəlməsinin və sabitləşməsinin praktiki aspektləri öyrənilməmişdir. Bununla əlaqədar olaraq böhrandan əvvəlki rüşeymlərin sabitləşməsi mexanizmi, həmçinin mayenin böhrandan əvvəlki rüşeymlərinin olması zamanı məsələli mühitdə qazkondensat sistemini axın mexanizmi təklif edilmişdir.

Bir sıra tədqiqatlarda göstərilmişdir ki, böhrandan əvvəlki rüşeymlərin sabitləşməsi zamanı səthi gərilmə və ionların selektiv adsorbsiyası yolu ilə rüşeymlərin səthində əmələ gələn elektrik yükü əsas rol oynayır. Bununla əlaqədar olaraq, işdə ilk dəfə səth və elektrik effektlərinin nəzərə alınması ilə, retroqrad kondensasiya zamanı böhrandan əvvəlki rüşeym əmələ gəlməsi nəzərdən keçirilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, səth elektrik yükü ona kömək edir ki, kondensasiyanın başlanma təzyiqindən yüksək təzyiqdə mayenin stabil rüşeymləri əmələ gəlir. Buxar fazasından mayeyə kondensasiyanın başlanğıc təzyiqindən aşağı təzyiqdə böhrandan əvvəlki rüşeymlər əmələ gəlməyə başlayır və buna əsas töhfəni səth elektrik yükü verir.

Məlumdur ki, yeni fazanın rüşeymləri, əsasən, mövcud səthlərdə əmələ gəlir. Bu zaman heterogen prosesin işi həmişə homogen prosesin işindən azdır. Qəbul edək ki, mayenin kapilyarların səthində əmələ gələn (adsorbsiya edən) böhrandan əvvəlki rüşeymləri hərəkətlidir, nəticədə divar ətrafı təbəqə, axının mərkəzində hərəkət

edən qaza nisbətən daha böyük özlülüyə malikdir. Təbii olaraq fərz etmək olar ki, təzyiqin retroqrad kondensasiyanın başlanğıc təzyiqə qədər azalması zamanı, rüşeymlərin əmələ gəlməsi işinin azalmasına görə onların həcm miqdarı artır ki, bu da kondensatın divar ətrafı təbəqəsinin qalınlığının artmasına gətirə bilər.

Bir sıra tədqiqatlarda göstərilmişdir ki, hətta mütləq hamar səth yalnız böhrandan əvvəlki rüşeymlərlə qismən ötürülür, ondan başqa nahamar səthdə (nano-ölçülərin nahamarlığı ilə) əmələ gələn rüşeymlərin miqdarı azalır və səthin onlarla dolma məlumatlarına görə 20% təşkil edə bilər. Görünür, məsaməli mühitdə daha aşağı qiymətlər mümkündür. İşdə kondensatın rüşeymləri ilə kapilyarın səthinin natamam örtülməsi şəraitlərində mayenin sərfi müəyyən edilmişdir.

Hətta bir fazalı sistemlər üçün divar ətrafı təbəqə, məsələn, nazik məsamələrdə su üçün dəyişən özlülüyə malikdir. Bizim halda, rüşeymlər qaz həcmində olmaqla məsamə kanalının səthində əmələ gəlir. Bu zaman təbii olaraq, fərz etmək olar ki, məsamə kanalının və qazın səthinə örtən kondensatın rüşeymlərinin təmas xəttində özlülük praktiki olaraq qazın özlülüyünə, kapilyarın divarında isə kondensatın özlülüyünə bərabərdir.

Alınmış nəticələrə əsasən müşahidə edilən effektlərin aşağıdakı mexanizmini təklif etmək olar. Məsamə kanallarının səthində böhrandan əvvəlki oblastda qazkondensat qarışığının süzülməsi prosesində $\theta > 0^\circ$ sərhəd islatma bucağında divar ətrafı təbəqəni formalaşdıran, kondensatın stabil rüşeymlərinin əmələ gəlməsi baş verir. Bu, təzyiqin retroqrad kondensasiyanın başlanğıc təzyiqinə qədər azalması zamanı sürüşmə effektivə və qazın sərfinin artmasına gətirir. Bununla yanaşı, divar ətrafı təbəqənin qalınlığının artması ilə əlaqədar olaraq, axın istiqamətinə normal olan maye axınının sahəsinin sərfə mütənəib olan azalması baş verir. Bu iki effektin rəqabəti ona gətirir ki, maye sərfinin təzyiqdən asılılığı qeyri-monoton xarakterə malikdir. Bu zaman maksimumun əldə edilməsinə qədər sürüşmə effekti üstünlük təşkil edir, sərfin sonrakı azalması isə divar

ətrafı təbəqənin qalınlığının artması hesabına məsamə kanallarının canlı kəsiyinin üstünlük təşkil etməsi ilə əlaqədardır² [5].

Nisbi keçiriciliklərdən istifadə edərək, ümumiləşdirilmiş Darsi qanununda divar ətrafı təbəqənin dəyişən özlülüyünün və sürüşmənin olması zamanı real məsaməli mühitdə qazkondensat qarışığının olması zamanı real məsaməli mühitdə qazkondensat qarışığının süzülməsi prosesinin əsas parametrlərini təyin etmək olar.

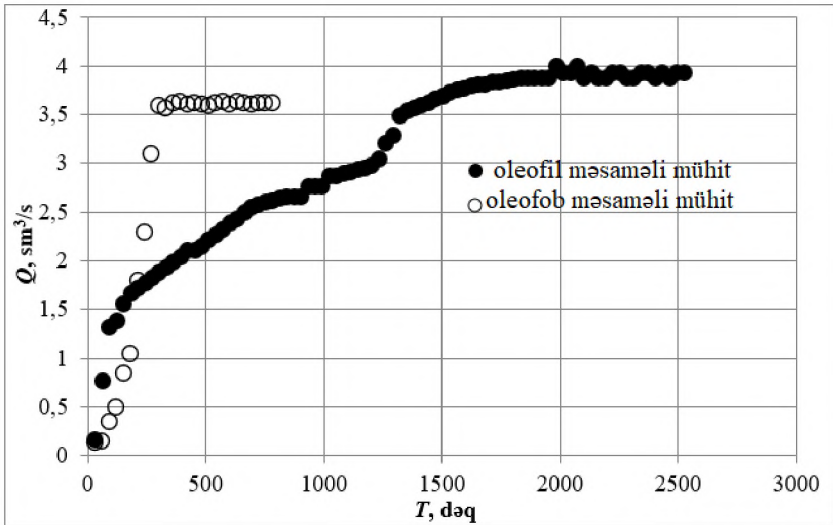
Məlumdur ki, yeni fazanın rüşeymləri, əsasən, mövcud olan səthlərdə əmələ gəlir. $0^{\circ} < \theta < 180^{\circ}$ olduqda heterogen prosesin işi homogen prosesin işindən həmişə azdır. Bu halda, məsaməli mühit (bizim vəziyyətimizdə kvars qumundan ibarət olan) kondensatla islandığı zaman ($0^{\circ} < \theta < 90^{\circ}$) məsaməli kanalların səthində intensiv rüşeym əmələ gəlmə baş verir ki, bu da sürüşmə effektivə gətirir.

Məsaməli mühit kondensatla islanmadığı halda ($90^{\circ} < \theta < 180^{\circ}$) məsamə kanallarının səthində rüşeym əmələgəlmə praktiki olaraq baş vermir və məsaməli mühit “qazla islanan” (gaswet) olur ki, bu da ona gətirir ki, bütün kondensat məsaməli mühitdən qaz kimi çıxarılır və sürüşmə effekti müşahidə edilmir. Göstərilən fərziyyənin təsdiq edilməsi üçün biz oleofil və oleofob mühitdə eksperimental tədqiqatlar aparmışıq. Eksperimentlərin nəticələri qrafik 3-də verilmişdir.

Qrafikdən görüldüyü kimi, oleofil məsaməli mühitdə n – qeksanın vurulmasına qədər qazın sərfi ilə müqayisədə sərfin əhəmiyyətli (təxminən 20%) artması baş verir. Oleofob mühitdə oxşar artma baş vermir və n – qeksanın sıxışdırıb çıxarılmasından sonra qazın sərfi n – qeksanın vurulmasına qədər olan sərfə bərabər olur. Beləliklə, eksperiment bizim təklif etdiyimiz qazkondensat sistemlərinin stasionar süzülməsinə islanmanın təsiri mexanizmini təsdiq edir.

² Suleimanov, B.A., Suleymanov A.A., Abbasov, E.M., Baspayev, E.T. A mechanism for generating the gas slippage effect near the dewpoint pressure in a porous media gas condensate flow // Journal of Natural Gas Science and Engineering, - 2018, №5- p.237-248.

Təzyiqin bərpa edilməsi zamanı təyin edici amil sıxılma qabiliyyətidir və bizim vəziyyətimizdə qazkondensat qarışığının sıxılma qabiliyyəti təzyiqin azalması zamanı artır. Bu, yalnız kondensatın ayrılması və qazın müşayiət olunan quruması ilə əlaqələndirilə bilər. Bununla əlaqədar olaraq qəbul edirik ki, məsaməli mühitdə mayenin ayrılmasından sonra yalnız qaz hərəkət edir.



Qrafik 3. Oleofil (n-qeksanın vurulmasına qədər qazın stasionar sərfi $3,27 \text{ sm}^3/\text{s}$) və olefob məsaməli mühitdə (n-qeksanın vurulmasına qədər qazın stasionar sərfi $3,62 \text{ sm}^3/\text{s}$) qaz sərfinin dinamikası

Beləliklə, qazkondensat qarışığının stasionar süzülməsinin eksperimental tədqiqatları nəticəsində alınmışdır ki, retroqrad kondensasiyanın başlanğıc təzyiqindən əhəmiyyətli dərəcədə çox olan təzyiqdə $P = 1,74 P_c$ qazın sərfinin artması başlanır, $P = 1,5 P_c$ təzyiqdə isə o, öz pikinə çatır və praktiki olaraq böhran təzyiqinin yaxınlığında sərfdən 30% artıq olur. Bu zaman qaz sərfinin təzyiq səviyyəsindən asılılığı qeyri-monoton xarakter daşıyır və sərfin yüksək qiymətləri

təzyiq səviyyəsinin $P=1,4-1,74 P_c$ intervalında əldə edilir. Müəyyən edilmişdir ki, oleofob məsaməli mühitdə qaz sərfinin artması baş vermir. Göstərilmişdir ki, qeyri-stasionar süzülmə prosesində təzyiqin azalması ilə pyezo keçiriciliyini əhəmiyyətli azalması və sistemin sıxılma qabiliyyətinin artması baş verir.

Həmçinin sistemin sıxılma qabiliyyətinin dəyişməsinə əsasən müşahidə edilən effektlərin mexanizmi təklif edilmişdir. Səth və elektrik qüvvələrin birgə təsiri ilə böhrandan əvvəlki rüşeymlərin sabitləşməsi mexanizmi nəzərdən keçirilmişdir. Alınmış eksperimental nəticələrin təsviri üçün riyazi modellər təklif edilmişdir.

Qaz hasil edən quyuların istismarı qaz fazasından mayenin kondensasiyası nəticəsində quyu lüləsində quyudibinə maye yığılması zamanı mürəkkəbləşir. İşlənmənin başlanğıcında qaz axınının sürətlə əhəmiyyətli, yığılmış mayenin həcmi kiçik olduğu zaman quyu dibində yığılmış bütün maye qazın axını ilə səthə qalxır. Maye sütununun artması ilə quyudibinə düşən təzyiq artır ki, bu da qaz debitinin nəzərə çarpan azalmasına, vaxt keçdikcə isə qaz axınının mütləq kəsilməsinə gətirir.

Bunun qarşısını almaq üçün, qaz quyusunun quyu dibində yığılan mayeni vaxtında kənar etmək lazımdır. İndiki vaxt üçün qaz quyusunun quyu dibində yığılan mayenin kənar edilməsinin və qazın sərbəst hərəkətinin bərpasının ən effektiv texnologiyası quyudibində az-maye qarışığının köpüklənməsinə və onun səthə qaldırılmasına kömək edən kürəşəkilli və ya silindrik formalı (kimyəvi şaşkalar) bərk SAM-ın quyudibinə daxil edilməsidir.

70% sulfanol, 10% maye şüşə, 15% KMS, 4,9% soda, 0,1% Al nanohissəcikləri daxil edilən bərk SAM təkibi işlənmişdir. 100 ml texniki suta bu kompozisiyadan 1% əlavə etməklə alınan köpük sistemi yüksək genişlənmə və dayanıqlıq ilə fərqlənir. 0,015-0,06 konsentrasiyalı bu tərkib üçün 200C temperaturda karbohidrogen-su sərhədində səthi gərilmə $9,5 \cdot 10^{-4} \div 1,2 \cdot 10^{-4}$ N/m təşkil edir.

Təklif edilən tərkib duzçökməsinin və korroziyanın qarşısını alan reagent qismində sınaqlara məruz qalmışdır. Lay suyunda reagentin konsentrasiyası 0,05% təşkil etmişdir. Nəticələr cədvəl 1-də verilir.

Tədqiqatlar göstərir ki, tərkib duz çökmələrini 2 dəfədən çox azaldır, müdafiə dərəcəsi isə - 62,3% artır. Təklif edilən reagent üçün korroziyadan müdafiə dərəcəsi 25,5% təşkil edir.

Təklif edilən tərkibin asfaltqətran parafin (AQP) çöküntülərinə təsirin öyrənilməsi üzrə tədqiqatlar “soyuq” barmaq metodu ilə aparılmışdır. Nəticələr cədvəl 2-də verilir.

Cədvəl 1

Duzçökməsinə və korroziyaya təklif edilən tərkibin təsiri

Nümunə	Sürət, q/m ³ , saat		Qoruyucu effekti, %	
	Duzçökməsi	Korroziya	Duzçökməsi	Korroziya
Lay suyu	2,7	0,76		
Təklif edilən tərkibin əlavəsi	1,02	0,49	62,3	35,5

Cədvəl 2

Təklif edilən tərkibin əlavə edilməsi zamanı AQP çöküntülərindən müdafiə

Tərkiblər	Neftdə reagentin konsentrasiyası	AQP miqdarı	AQP-dən müdafiə, %
Reagentsiz neft	-	24,5	-
Təklif edilən tərkibin əlavəsi	0,01	16	34,6
	0,02	17	30,6
	0,05	18,5	24,5
	0,1	22	10,2

Aparılmış tədqiqatlara əsasən nəticə çıxır ki, bərk SAM-ın işlənmiş tərkibi yüksək səthi aktivliyə, islatma və çoxfunksiyalı müdafiə qabiliyyətinə malikdir [12].

Maili və ya üfüqi qaz quyusunun quyudibinə bərk çubuqların çatdırılması üsulu təklif edilmişdir. Bunun üçün əvvəlcədən fontan armaturda lubrikator quraşdırılır, içərisində bir-birinə cərgə ilə möhkəm bağlanmış və kapsuldan ibarət ola qovşaqlar yığımı yerləşir,

onun içərisində lazımı sayda SAM-dan bərk çubuqlar, mexaniki yass, yük ştanqı və kanat bərkidilmə qovşağı yerləşir, ona tənzimləyici şkidən keçən qaldırıcı bucurqadın kanatı bərkidilir. Çubuqların aktivləşdirilməsi üçün əvvəlcə qaldırıcı bucurqadın köməyi ilə bütün qovşaq kanatda qaldırıcı borunun daralma yerində dayanana qədər quyuya endirilir, sonra kanat bir qədər qaldırılır və kəskin aşağı endirilir. Mexaniki yassın yaratdığı zərbə yükünün təsiri altında, kapsul borunun daralmış aşağı hissəsinə dəyərək açılır. Kanatın sonrakı yuxarı qaldırılması zamanı kapsul tədricən çubuqlardan azad olur, onlar maye mühitinə düşərək aktivləşir, quyu dibində yığılmış mayədə həll olurlar. Qaz həll olmuş SAM ilə maye sütunu ilə hərəkət etdikdə maye plyonkası ilə qayrılmış qaz qabarcıqlarından ibarət olan köpük əmələ gəlir. Müəyyən texnoloji saxlanma vaxtından sonra köpüyün və mexaniki qatışıqların quyudan tam çıxarılması üçün işlənmə aparılır, sonra quyu işə salınır.

İkinci fəsildə quyuların boğulması metodların təhlili təqdim edilir. Məlum olduğu kimi, quyuların yeraltı, əsaslı təmiri və konsentrasiyası zamanı boğma mayələrinə (BM) xüsusi tələblər qoyulur. Ən mühüm tələblərdən biri onların təmasda olduğu məhsuldar layların kollektor xassələrin onların mənfə təsirin olmaması və minimum dərəcəsidir. Göstərilən tələblərin yerinə yetirilməsi üçün BM konkret geoloji şəraiti üçün nmüəyyən fiziki-kimyəvi və texnoloji xassələrə malik olmalıdırlar ki, bu da obnların komponent tərkibin diqqətlə seçilməsi ilə əldə edilir.

Quyuların boğulması üçün kimyəvi reagentlərin tədqiqatları Uzen yatağın real sularında aparılmışdır. Neft yataqların işlənməsinin müasir mərhələsində tətbiq edilən su əsaslı BM arasında əsas rol mineral duzların sulu məhlullarına məxsusdur. Onlar ən texnoloji, toksik olmayan və ekoloji cəhətdən təhlükəsizdir³ [3].

Uzen yatağının quyuların tətbiq edilən boğma texnlgiasının təkmilləşdirilməsi üçün, lay xassələrini nəzərə alaraq kimyəvi

³ Баспаев, Е.Т., Аяпбергенов, Е.О., Рзаева, С.Д. Анализ влияния жидкостей глушения скважин на фильтрационные свойства пород месторождения «Узень» / Е.О.Аяпбергенов, С.Д.Рзаева // SOCAR Proceedings, – 2018. № 3. – с.38-44.

reagentlərin tədqiqatları aparılmışdır. Tədqiq edilən mineral duzların sərff normasının, onların sıxlığının, duz turşusu və yatağın lay suyu ilə uyğunluğunun, əmələ gələn çöküntünün kütləsini qələvi torpaq metallarının ionların kütlə payının, onların süxurun süzülmə-tutum xassələrinə təsirin müəyyən edilməsi üçün tədqiqatlar aparılmışdır. Laboratoriya tədqiqatların kompleksi əsasında mineral duzlar əsaslı boğma mayelərin ən effektiv tərkibi seçilmişdir.

Qaz təzahür edən quyuların boğma üsulun effektivliyinin artırılması, köpükgelin dayanıqlığının artması, dəyərin, ekoloji təhlükəsizliyin azalması, korroiya aktivliyinin azalması üçün yeni texnologiya işlənmişdir. Penogelin və basqı mayesinin quyuya ardıcıl quyuya vurulmasını daxil edən, quyunun boğulma üsulu işlənmişid, basqı mayesi vurulmazdan əvvəl quyu texnoloji saxlama üçün bağlanır. Penogel qismində poliakrilamidin (PAA), Al sulfatın, süd zərdabının, aktiv lilin və OP-10 qarışdırılması ilə əmələ gələn tərkibdən istifadə edilir.

Qaz əmələ gətirən maddələr qismində birreagentlərdən: süd zərdabından – süd turşusu istehsalın tullantısından və aktiv lildən – çirkab suların təmizlənməsi zamanı alınan tullantıdan istifadə edilir. Aktiv lil çoxsaylı mikroorqanizmləri ehtiva edir, onlar qida mühitin (süd zərdabın) verilməsi zamanı aktivləşir. Mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyəti nəticəsində əhəmiyyətli miqdarda qaz əmələ gəlir; SAM-ın OP-10 un olması vurulan tərkibin köpüklənməsinə kömək edir. PAA polimeri qabarcıqların səthində plyonkaların əmələ gəlməsi yolu ilə köpüyün dayanıqlığını artırır. Al sulfatın əlavə edilməsi hesabına əmələ gələn köpülgelin möhkəmliyi artır. Mikrobioloji proseslər nəticəsində əmələ gələn bioSAM-lar və biopolimerlər həmçinin əmələ gələn köpükgelin dayanıqlığının və möhkəmliyinin artmasına kömək edir. Tərkibin quyuya vurulmasından sonra mikrobioloji proseslərin getməsi və möhkəm köpükgelin alınması üçün məhsulların alınması üçün texnoloji saxlama lazımdır. Köpükgelin quyuya vurulması quyunun lay təzyiqinə əsasən seçilən sıxlıqlı (1200-1800 kq/m³) duz məhlulları ilə həyata keçirilir.

Qeyd edilməlidir ki, köpükgelin tərkibində bioreagentlərdən istifadə edilməsi bioSAM-ların və biopolimerlərin tədricən əmələ gəlməsinə kömək edir və dayanıqlığın uzun müddət ərzində müəyyən

səviyyədə saxlanmasına gətirir. Bioreagentlərin əlavəsi aşağı korroziya aktivliyini və tərkibin ekoloji təhlükəsizliyini təmin edir ki, bu da həmçinin quyunun boğulması üsuklunun üstünlüyüdür.

Köpükgelin təklif edilən tərkibi məsaməli mühiti çirkləndirmir, onun keçiriciliyini azaltmır, hasilatın fontan, qazlift üsulları zamanı lay təzyiqinin təsiri altında quudan asanlıqla çıxarılır və ya neft hasilatın mexanikləşdirilmiş üsullarında nasosla asanlıqla vurulur.

Üsulu aşağıdakı ardıcılıqla həyata keçirirlər: köpükgelin tərkibinə daxil olan bütün reagentləri sementləmə aqreqatın köməkçi nasosuna birləşmiş xətdə quraşdırılmış ejektorun köməyi ilə qarışdırırlar, sonra isə qarışıq əsas nasosla quyuya vurulur. Köpükgelin lazımı həcmi vurduqdan sonra quyuyu texnoloji saxlama üçün bağlayırlar. Sonra basqı maysini vururlar. Bundan sonra quyunun əsas təmiri aparılır. Yeraltı və ya əsaslı təmirin başa çatdırılmasından sonra köpükgel quyudan çıxarılır.

Köpükgelin tərkibini bioreagentlərin hesablanmış miqdarına quru polimerin – PAA-nın, Al sulfatın və OP-10 əlavə edilməsi yolu ilə laborator qarışdırıcısında tam həll olunana qədər qarışdırma yolu ilə hazırlayırlar. Köpükgelin formalşması vaxtı, onun sıxlığı, çoxluğu və dayanıqlığı müəyyən edilir. Tədqiqat nəticələri cədvəl 3-də verilir.

Cədvəl 3

Köpükgelin tərkibi və xassələri

Tərkibin NN-si	Tərkibin komponentləri, %					əmələgəlmə müddəti,	Sıxlıq, kq/m ³	Çoxluq, dəfə	Dayanıqlıq, sut.
	PAA	Al sulfat	OP-10	Süd zərdabı	Aktiv lil				
1	1	0,5	0,3	50	48,20	3,0	0,68	1,0	5,3
2	1,5	1	0,2	48	49,30	2,8	0,70	1,9	5,6
3	2	1,5	0,15	45	51,35	3,0	0,70	2,0	6,1
4	2,5	2	0,1	43	51,40	2,9	0,69	2,1	5,7
5	3	2,5	0,05	40	54,45	2,9	0,72	2,0	6,2

Prototip üzrə	KMS-1000-5,0; tikici-3,0; qaz ayıran agent – 6,0; 2,8qaz əmələ gətirən agent – 10; köpük əmələ 3,0gətirən agent – 0,01, su - qalan.	-	0,81	1,6	2,5
------------------	---	---	------	-----	-----

Cədvəldən göründüyü kimi, təklif edilən tərkiblər (1-5) prototiplə müqayisədə aşağı sıxlıqla və çoxluq və dayanıqlığın qiymətləri ilə fərqlənilirlər ki, bu da qaz təzahür edən quyularda boğma prosesinin effektivliyini artırır. Dayanqılı köpükgelin əmələ gəlməsi vaxtı 3 saat təşkil edir. Məlum üsulda köpükgel dərhal əmələ gəlir ki, bu da onun quyuya vurulma prosesini çətinləşdirir.

Köpükgel ilə quyunun boğulmasından sonra məsaməli mühitin keçiriciliyinin bərpası üçün eksperimental tədqiqatlar aparılmışdır. Nəticələr göstərir ki, təklif edilən boğma üsulun tətbiqindən sonra keçiricilik 96% qədər bərpa edilir, məlum köpükgelin vurulması halında keçiricilik 68% qədər bərpa olunur.

Köpükgelin korroziyanın sürətinə təsiri müəyyən edilmişdir. Tədqiqatlar göstərdi ki, korroziyanın sürəti çox aşağıdır və 0-0,02 q/m2saat təşkil edir, çünki təklif edilən köpükgelin tərkibinə, məlum olandan fərqli olaraq istehsal tullantıları daxildir. Təcrübədə prototip üzrə korroziyanın sürəti 0,08 q/m2saat təşkil edir, çünki tərkibdə duz turşusu mövcuddur.

Üçüncü fəsildədoyma təzyiqindən aşağı olan quyudibi təzyiqlərdə istismar olunan quyuların quyudibi ətrafı zonasına yeni təsir texnologiyaları tətqdim edilmişdir.

Son zamanalar neft və vurucu quyularda layın quyudibi ətrafı zonasının keçiriciliyinin yaxşılaşdırılması məqsədilə dalğa, vibrasiya, hidroimpuls və akustik metodlar tətbiq edirlər, onlar quyu mayesi üzrə məhsuldar laya quyuların vibrasiya mənbələrindən enerji verilməsinin müxtəlif üsullarına əsaslanır. Neft hasilatın artırılmasının bu metodları sadədir və xərclərə görə bəla deyil, həmçinin quyudibi ətrafı zonanın digər işlənmə növləri: turistiklik və s. ilə birlikdə tətbiq edilə bilər.

Neft və qaz axının intensivləşdirilməsinin ən perspektiv və ekoloji təhlükəsiz metodlar arasında dalğa təsiri metodları vardır,

onlar zərbə dalğası yaratmaqdan ibarətdir. Məhsuldar laya zərbə dalğa təsirin metodları quyudibi ətrafı zonanın işlənməsidir, onlar iki növə bölünür: elastik dalğaların mənbəyindən layın yaxın quyudibi ətrafı zonasına bilavasitə təsiri və mənbədən uzaq təsir. Quyu ağzından zərbə dalğası yaradılması zamanı dalğa quyu dibinə çataraq, əks olunur və zərbə impulsu yaradır. Quyunun dibində təzyiqin intensivliyi quyu ağzında təzyiqin dəyişməsinin forma və tezliyi ilə təyin edilir.

Son nəticədə zərbə-dalğa sahəsinin prinsipial fərqlənən həyəcan mənbələri neftlə doymuş və qaz, su ilə doymuş süxurların elastik rəqslərin intensiv sahəsinin qeyri-xətti qarşılıqlı təsir effektindən istifadə edirlər ki, bu da məsamə flüidlərin özlülüyünün azalmasına gətirir, onların süzülmə sürətini, həmçinin lay keçiriciliyini və karbohidrogenlərin sıxışdırma əmsalının artırır.

Dağ süxurunda sürüşgənlik proseslərin aktivləşməsi hesabına zərbə-dalğa təsiri layın deformasiya gərginlik vəziyyətini dəyişməsinə gətirir, o, öz növbəsində layda lokal süzülmə axınların yenidən formalaşdırılması ilə və durğun zonalardan neftin hərəkətə cəlb edilməsilə müşayiət olunur.

Qazımadan sonra, həmçinin layın quyudibi ətrafı zonasının çirklənməsinə görə istismar zamanı axın verməyən neft-qaz hasil edən və vurucu quyular perforasiya intervallarında layın quyudibi ətrafı zonasına zərbə-dalğa təsirin texnologiyasının tətbiqinin obyektləri ola bilər. Kollektorun tipi, suyun minerallaşma dərəcəsi, duz tərkibinə quyunun istismar üsulu bu texnologiyaların tətbiq edilməsi şərtlərini məhdudlaşdırmır.

Layın quyudibi ətrafı zonasına zərbə-dalğa təsirin tətbiq edilməsinin tədqiqatları göstərir ki, ondan sonra layın quyudibi ətrafı zonasının çirklənməli (kolmatasiyalı) ləğv edilir, neft və qaz axını, həmçinin vurucu quyuların qəbul etmə qabiliyyəti artır ki, bu da nəticədə quyuların məhsuldarlığını artırır.

Layın quyudibi ətrafı zonasına zərbə-dalğa təsirin texnologiyasının tətbiqi üçün maye sütunun kifayət qədər rezonans tərpətməsini təmin etməyən müxtəlif qurğular məlumdur, o, quyuda zərbə dalğaları və seyrəlmə yaardır, həmçinin kifayət qədər məhsuldar etibarlı deyillər.

Süzülmə müqavimətlərinin azaldılması və layın və quyunun hidrodinamik əlaqəsinin bərpası üçün layın quyudibi ətrafı zonasına zərbə-dalğa təsiri üçün quyuağzı qurğunun yeni konstruksiyası işlənmişdir, o, istismar quyuların mənimsənilməsi və təmiri zamanı məhsuldar laya quyu vasitəsilə təsir yolu ilə neftvermənin artması üçün istifadə edilə bilər. Bu işdə etibarlı konstruksiyanın yaradılması ilə və kiçik təzyiqli sıxılmış havanın sabit və kəsilməyən verilməsi ilə quyuağzı qurğunun bağlanma və açılma tezliyinin artırılması məsələsi həll edilmişdir ki, bu da qyuda təzyiqin zərbə və seyrəlmə dalğaların yaranması üçün ondan istifadə etməyə imkan verir.

İşlənmiş quyuağzı qurğu 2 əsas hissədən, yəni şiber siyirtməsindən və siyirtmənin avtomatik idarə edilməsi intiqalından ibarətdir⁴ [11]. Həm vurucu, həm də hasilat quyularında tətbiq edilən qurğunu şiber siyirtməsinin qapağında və korpusunda yerləşdirilmiş flans birləşmələrin köməyiylə quyuağzında quraşdırırlar.

Şiber siyirtməsinin buraxılmış dəyişi avtomatik olaraq açılıb-bağlanır. Şiber siyirtməsinin dövrü açılıb-bağlanması NKT-nun boşluğu üzrə təzyiq və seyrəlmə dalğaların müntəzəm keçməsinə gətirir. Onlar quyuağzından quyudibinə və əksinə quyu boşluğu üzrə yerini dəyişərək, o cümlədən quyudibi ətrafı zonada zərbələr yaradır.

Beləliklə, layın quyudibi ətrafı zonasına zərbə-dalğa təsiri üçün işlənmiş quyuağzı qurğunun tətbiqi hidrodinamik əlaqələri yaxşılaşdıraraq və bununla “lay-quyu” sistemində süzülməni asanlaşdıraraq, məhsuldar layın aşağı keçiriciliyə malik olan və təcrid olunmuş zonalarını işlənməyə daxil edir ki, bu da onun neftverməsinin artmasına kömək edir və neftin aşağı maye dəyərini azaldır.

Layın quyudibi ətrafı zonasına zərbə-dalğa təsiri üçün işlənmiş quyuağzı qurğu Neft Daşları NQÇİ 2013 və 2067 sayılı quyularında sınaqdan keçirilmişdir.

Quyudibi təzyiqin doyma təzyiqindən aşağı düşməsi quyudibi ətrafı zonasının süzülmə xarakteristikasının pisləşməsinə gətirdi,

⁴ Исмаилов, Ф.С., Сулейманов, Б.А., Ибадов, Г.Г., Тастемиров, А.Р., Баспаев, Е.Т. Устьевое устройство для ударно-волнового воздействия на призабойную зону пласта, Евразийский патент № 032854– 2019.

nəticədə quyunu məhsuldarlığı azaldı. Quyuların quyudibi ətrafı zonasına zərbə-dalğa işlənməsinin nəticəsində neftin əlavə hasilatı 283 ton təşkil etmişdir.

Zəif sementlənmiş terrigen süxurlardan ibarət olan yataqların işlənməsi intensiv qum təzahürü ilə müşayiət olunur; hal-hazırda qum təzahürünün qarşısını almaq üçün effektiv avadanlıq tətbiq edilir ki, bu da quyu istismarının məhsuldarlığını əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa imkan verir. Lakin köhnə yataqlarda bahalı avadanlığın tətbiqi iqtisadi cəhətdən sərfəli deyil. Buna görə quyuda su-neft axının aşağı sürətində qum tıxacının əmələ gəlməsi ilə quyu dibində qumun aktiv çöküntüsü baş verir, onun hündürlüyü bir neçə yüz metrə çata bilər.

Qum tıxacının əmələ gəlməsi aşağıdakı sxem üzrə baş verir. Maye axını ilə məhsuldar laydan qumun çıxarılması zamanı su quudibində toplanır. Bu zaman xırda gil hissəciklərin NKB-nin daxili və xarici səthinə yapışması baş verir. Gil hissəciklərinə öz növbəsində qumdaşılar yapışır, tədricən qum tıxacını əmələ gətirir.

Gil hissəciklərin yapışmasının qarşısını almaq üçün mənfi standart potensiallı metal plyonka ilə boru səthinin örtmək lazımdır. Bu zaman mənfi yüklənmiş gil hissəcikləri mənfi standart potensiallı səthə yaxınlaşdıqda ondan itələnir və maye axını ilə tullantılar quyudan çıxarılır.

Mənfi elektrod potensialına malik olan metaldan istifadə etməklə NKB endirilməsini daxil edən, qum tıxacının əmələ gəlməsini qarşısının alınmasının təklif edilən üsulda NKB-nin daxili səthinə mənfi elektrod potensiallı metal ilə örtürlər, qiyməti – 0,7V-dan azdır, hündürlüyü isə bu yatağın quyusunda əmələ gələn qum tıxacının maksimal hündürlüyünə bərabər seçilir.

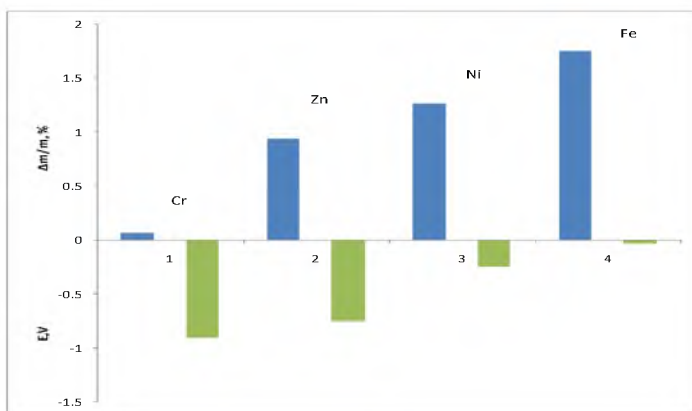
Qum tıxacının əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün təklif edilən üsulu həyata keçirilməsi zamanı, flüid axını ilə məhsuldar laydan qumun çıxarılması zamanı, NKB-dan keçən, mənfi yükə malik olan gil hissəcikləri onların divarına yapışmır, əksinə, itələnir və flüid axını ilə tullantılar səthə çıxarılır. Quyuda əmələ gələn qum tıxacının maksimal hündürlüyünə bərabər olan NKB-nin daxili səthin mənfi elektrod potensiallı metal ilə örtülmə hündürlüyünün seçilməsi bütün əmələ gələn tıxacı tamamilə kənar etməyə imkan verir.

Təklif edilən üsulu eksperimental yoxlanması üçün müxtəlif metallardan (Cr, Zn, Ni, Fe) hazırlanmış forma və xarici səthin sahəsinə görə eyni olan filtrlər bentonit gilinin sulu məhluluna (bentonitin 3,4% konsentrasiyası ilə) yerləşdirilmişdir. 3 saatdan sonra filtrlərin səthinə çökmüş gil hissəciklərinin kütləsi ölçüldü və müəyyən edildi ki, daxili səthi Cr və ya Zn ilə örtülmüş filtrlərin səthinə toplanmış gil hissəciklərin nisbi kütləsi, daxili səthi isə Ni və Fe ilə örtülmüş filtr səthinə nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə azdır.

Qrafik 4-də çökmüş gil hissəciklərin nisbi kütləsinin və eksperimentdə istifadə edilmiş metalın standart elektrod potensialın qiymətləri verilir. Alınmışdır ki, Cr və ya Zn (elektrod potensialının qiyməti 0,7 V-dan azdır) ilə örtülmüş səthlərdə çökmüş gil hissəciklərin nisbi kütləsi Ni və Fe (elektrod potensialının qiyməti 0,7 V-dan çoxdur) ilə örtülmüş səthlərdəkinə nisbətən azdır. Standart elektrod potensialın azalması ilə gil hissəciklərin yığılması azalır, yəni elektrod nə qədər mənfidirsə, yığılan gil hissəciklərin nisbi kütləsi bir o qədər azdır.

Göründüyü kimi, metalın standart elektrod potensialının azalması ilə onun səthində gil hissəciklərin kütləsi azalır.

Alınan nəticələrin izahı üçün, su mühitində qum SiO_2 hissəciyi ilə metal (Cr, Zn, Ni, Fe) hissəciyi arasında qarşılıqlı təsir qüvvələri nəzərdə keçirildi. DLFO nəzəriyyəsinə (Deryaqin, Landau, Ferley, Overbek nəzəriyyəsi) uyğun olaraq hissəcik aqreqatların əmələ gəlməsi bu hissəciklərin ikiqat elektrik təbəqələrinin üst-üstə düşməsi zamanı yarana Van der Waals cazibə və itələmə qüvvələrin balansı ilə müəyyən edilir.



Qrafik 4. Müxtəlif metalların plyonkası ilə örtülmüş, filtrlərin səthinə çökmüş gil hissəciklərin nisbi kütləsi: 1- Cr, 2- Zn, 3-Ni, 4-Fe və metalların standart elektrod potensialı

Su mühitində iki hissəcik arasında Van der Vaals qarşılıqlı təsiri onların vakuumda qarşılıqlı təsirindən fərqlənir. Su mühitində hissəciklərə paz təzyiqi təsir edir. Qeyd edilməlidir ki, nəzərdən keçirilən bütün hallarda sulu mühitdə metal hissəcik (A: Cr, Zn, Fe, Ni) ilə gil hissəcikləri (B:SiO₂) arasında Van der Vaals qarşılıqlı təsiri cazibə qarşılıqlı təsirdir.

Buna görə metal səthində gil hissəciklərin çökməsinin qarşısını almaq üçün yeganə imkan hissəciklərin ikiqat elektrik təbəqələrin üst-üstə düşməsi zamanı potensial itələmə enerjisi ilə şərtlənmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, əgər Cr və ya Zn metal boruların səthinin örtüyü gil hissəciklərinin çökməsinin və qum tıxacının əmələ gəlməsinin qarşısını almağa imkan verərsə, (Cr-SiO₂) və (Zn-SiO₂) hissəciklərin cütləri potensial itələmə enerjisinin və böyük qiymətinə malikdir. Bu nəticənin əldə edilməsi üçün NKB-ın daxili səthi mənfi elektrod potensialı metalla örtüyün hündürlüyü yataqda qum tıxacının maksimal hündürlüyünü bərabər olmalıdır⁵. [9]

⁵ Сулейманов, Б.А. Гасанов, Ф.Г., Аббасов, Х.Ф., Баспаев, Е.Т. Способ предотвращения образования песчаных пробок в скважине, Евразийский патент № 036356, – 2020.

Beləliklə, mənfi elektrod potensiallı metalların tətbiq edilməsi ilə quyuda qum tıxacının əmələ gəlməsinin qarşısının alınması üsulu təklif edilmişdir. Göstərilmişdir ki, 0,7V-dan aşağı, aşağı mənfi elektrod potensiallı metalların plyonkası ilə NKB-ın örtülməsindən istifadə quyuda qum tıxacının əmələ gəlməsinin qarşısını almağa imkan verir. Bu zaman NKB-ın daxili səthinin mənfi elektrod potensiallı metalla örtüyün hündürlüyü yataqda qum tıxacının maksimal hündürlüyünə bərabər olmalıdır. DLF nəzəriyyəsinə əsasən müşahidə edilən hadisələrin mexanizmi təklif edildi.

NƏTİCƏ VƏ TƏKLİFLƏR

1. Məsələli mühitdə qaz-kondensat sisteminin axın mexanizmi təklif edilmiş, ona uyğun olaraq kondensatın stabil böhrandan əvvəlki rüşeymlərinin əmələ gəlməsi sistemin sıxılma qabiliyyətinin dəyişmə və sürüşmə effektivə gətirir. Səth və elektrik qüvvələrin birləşməsi ilə böhrandan əvvəlki rüşeymlərin sabitləşməsi mexanizmi nəzərdən keçirilmişdir.

2. Qaz-kondensat qarışığının stasionar süzülməsi zamanı alınmışdır:

- retroqrad kondensasiyanın başlanğıc təzyiqindən əhəmiyyətli dərəcədə çox təzyiqdə $P=1,74 P_c$, qaz sərfinin artması başlanır;

- $P=1,5P_c$ -də o, öz zirvəsinə çatır və praktiki olaraq böhran təzyiqi yaxınlığındakı sərfdən 30% çox olur;

- qaz sərfini təzyiqin səviyyəsindən asılılığı qeyri-monoton xarakter daşıyır və sərfin yüksək qiymətləri təzyiq səviyyəsinin $P=1,4-1,74 P_c$ intervalında əldə edilir.

- oleofob məsələli mühitdə qaz sərfinin artmaları müşahidə edilir.

3. Qaz-kondensat sisteminin qeyri-stasionar süzülməsi eksperimental olaraq öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, qeyri-stasionar süzülmə prosesində təzyiq səviyyəsinin azalması ilə pyezokeçiriciliyin əhəmiyyətli dərəcədə azalması və sistemin sıxılma qabiliyyətinin artması baş verir.

4. Məli qaz quyularının quyudibindən mayenin kənar edilməsi üçün yüksək səth aktivliyinə, islatma və çoxfunksiyalı müdafiə qabiliyyətinə malik olan bərk SAM tərkibi işlənmişdir.

5. Doyma təzyiqindən aşağı quyudibi təzyiqlərdə köpülgelin əsasında qaz təzahür edən quyuların boğulmasının yeni üsulu təklif edilmişdir.

6. Qyunun quyudubu ətrafı zonasına zərbə-dalğa təsiri üçün, şiber siyirtməsinə və siyirtmənin avtomatik idarə edilməsi intiqalını daxil edən quyuağzı qurğu işlənmişdir, o, quyuda təzyiq və seyrəlmənin zərbə dalğalarını yaratmağa imkan verir. İşlənmiş qurğu Neft Daşları yatağın iki quyusunda müvəfəqiyyətlə keçirilmişdir, bu zaman əlavə neft hasilatı 283 ton təşkil etmişdir.

7. Məfi elektrod potensiallı metal ilə NKB-nın daxili səthin örtülməsi yolu ilə quyuda qum tıxacının əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün üsul təklif edilmişdir, örtüyün hündürlüyünü isə bu yatağın quyusunda əmələ gələn qum tıxacının maksimal hündürlüyünə bərabər seçirlər.

Dissertasiyanın əsas məzmunu və nəticələri aşağıdakı əsərlərdə dərc edilmişdir.

1. Сулейманов, Б.А., Сулейманов, А.А., Аббасов, Э.М., Баспаев, Е.Т. О влиянии докритического зародышеобразования на течение газоконденсатных систем в пористой среде // SOCAR Proceedings, – 2017. № 2. – с.34-48.

2. Suleimanov, B.A., Suleymanov A.A., Abbasov, E.M., Baspayev, E.T. A mechanism for generating the gas slippage effect near the dewpoint pressure in a porous media gas condensate flow // Journal of Natural Gas Science and Engineering, - 2018, №5- p.237-248.

3. Баспаев, Е.Т., Аяпбергенов, Е.О., Рзаева, С.Д. Выбор жидкости глушения скважин для условий месторождения Узень // Булатовские чтения: материалы II Международной научно-практической конференции: в 7 т: сборник статей / Краснодар: Издательский Дом – Юг / Т. 2 в 2 ч.: Разработка нефтяных и газовых месторождений. Ч. 1: - 31 марта, - 2018. - с.70-75.

4. Баспаев, Е.Т., Аяпбергенов, Е.О., Рзаева, С.Д. Анализ влияния жидкостей глушения скважин на фильтрационные свойства пород месторождения «Узень» / Е.О.Аяпбергенов, С.Д.Рзаева // SOCAR Proceedings, – 2018. № 3. – с.38-44.

5. Сулейманов, Б.А., Сулейманов, А.А., Аббасов, Е.М., Баспаев, Е.Т. Об эффекте проскальзывания при течении газоконденсатных систем в пористой среде // Булатовские чтения : материалы III Международной научно-практической конференции: в 5 т.: сборник статей / под общ. ред. д-ра техн. Издательский Дом – Юг / Т.1: Прогноз, поиск и разведка месторождений нефти и газа. Нефтегазопромысловая геология. Разведочная и промысловая геофизика: –31 марта, - 2019. – с. 124-142.

6. Баспаев, Е.Т., Аяпбергенов, Е.О., Рзаева, С.Д. Результаты лабораторных исследований жидкостей глушения на основе минеральных солей // Международная научно-практическая конференция «Состояние и перспективы эксплуатации зрелых месторождений», Филиал ТОО «НИИ ТДБ КМГ» «КазНИПИмунайгаз» в городе Актау: - 16-17 мая, - 2019 года. – 8 с.

7. Исмаилов, Ф.С., Сулейманов, Б.А., Ибадов, Г.Г., Тастемиров, А.Р., Баспаев, Е.Т. Устьевое устройство для ударно-волнового воздействия на призабойную зону пласта, Евразийский патент № 032854– 2019.

8. Баспаев, Е.Т. Предотвращение образования песчаных пробок в скважине применением металлов с отрицательным электродным потенциалом // SOCAR Proceedings, – 2020. №1. – с. 36-39.

9. Баспаев, Е.Т. Борьба с пескопроявлением в нефтяных скважинах применением металлов с отрицательным

13. Сулейманов, Б.А., Рзаева, С.Д., Гурбанов, А.Г., Баспаев, Е.Т. Способ глушения скважины Евразийского патент № 046618-2024.

Namizədin şəxsi töhvəsi

[8,9,11,12]-ci işlər müstəqil şəkildə yerinə yetirilmişdir, [3,4,6,10,13]-cü işlərdə məsələnin qoyuluşunda, tədqiqatların aparılmasında və nəticələrin ümumiləşdirilməsində iştirak edilmişdir, [1,2,5,7]-ci işlərdə isə məsələnin qoyuluşunda və nəticələrin ümumiləşdirilməsində iştirak olunmuşdur.



Dissertasiyanın müdafiəsi 17 iyun 2025-ci il tarixində saat 11:00-da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən BED 2.03 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

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

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

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

Avtoreferat "16" may 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 12.05.2025

Kağızın formatı: A5

Həcm: 36293

Tiraj: 30