

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

NEFTVERMƏNİN ARTIRILMASI ÜÇÜN EFFEKTİV METODLARIN SEÇİLMƏSİ MƏQSƏDİLƏ NEFT LAYLARININ DİAQNOSTİKASININ YENİ ÜSULLARININ İŞLƏNİB HAZIRLANMASININ ELMI VƏ PRAKTİKİ ƏSASLARI

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

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Hüseynova Nahidə İsmət qızı**

Elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2024

Dissertasiya işi SOCAR “Nefteqazalmitədqiqat” institutunda yerinə yetirilmişdir

Elmi məsləhətçilər:

Akademik

Azad Xəlil oğlu Mirzəcanzadə

AMEA-nın müxbir üzvü, texnika elmləri doktoru, professor

Baqır Ələkbər oğlu Süleymanov

Rəsmi opponətlər:

Texnika elmləri doktoru, dosent

Vüqar Məhərrəm oğlu Fətəliyev

Texnika elmləri doktoru, dosent

Hacan Qulu oğlu Hacıyev

Texnika elmləri doktoru

Mübariz Sevdimalı oğlu Xəlilov

Texnika elmləri doktoru, dosent

Xanlar Mehvəli oğlu Həmzəyev

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

Dissertasiya şurasının sədri:

texnika elmləri doktoru, dosent

Arif Ələkbər oğlu Süleymanov

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Yelena Yevgenyevna Şmonçeva

Elmi seminarın sədri:

AMEA-nın müxbir üzvü, texnika elmləri doktoru, professor

Qərib İsaq oğlu Calalov

İmzanı təsdiq edirəm

ADNSU-nin elmi katibi,
texnika elmləri namizədi, dosent

N.T.Əliyeva



İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Karbohidrogenlərin məninsənilməsi üçün yeni yolların axtarışı neft-qaz sahəsində istifadə edilən elm sahəsinin əsas vəzifələrindən biridir. Neft yataqlarının işlənməsinin hazırkı vəziyyətinə uyğun (ildə 4 milyard tona yaxın) dünya geoloji ehtiyatlarının orta hesabla 40%-dən artıq olmayaraq hasil etməyə imkan verən karbohidrogen ehtiyatları 21-ci əsrin sonuna tükənəcək. Eyni zamanda, fundamental və tətbiq elmlərin müasir inkişafı neftvermə əmsalının (NVƏ) orta hesabla 8% artımını proqnozlaşdırmağa imkan verir. Uzun müddət işlənmədə olan Azərbaycan yataqları üçün neftvermə əmsalının 1% qədər artması yeni böyük yatağın istismara verilməsi ilə müqayisə oluna bilər. Odur ki, uzun müddət istismarda olan yataqların məhsuldar qatlarına təsirin effektivliyini artırmaqla neft hasilatının artırılması Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin (SOCAR) seçdiyi innovativ inkişaf yolunda prioritet istiqamətlərdən biridir.

Neft-qaz kompleksinin (NQK) innovativ inkişaf mexanizminin formalaşması neft və qaz hasilatı sahəsində toplanmış zəngin təcrübəyə əsaslanır. Bununla belə, neft-mədən sahəsində inkişafının indiki mərhələsində layların neftverimini artırmaq üçün tətbiq edilən üsullarının imkanları lay proseslərinin cari vəziyyətinin haqqında məlumatın qıtlığı ilə əhəmiyyətli dərəcədə məhdudlaşır.

İstismarın yetkin mərhələsində olan neft yataqları - mövcud məlumat bazasının indiki səviyyəsinə görə - zəif idarə olunan sistemdir. Lay sisteminə baş verən fiziki-kimyəvi proseslər haqqında məlumat kifayət qədər etibarlı deyil və fraqmental xarakterlidir. Lay sisteminin obyektləri olan lay və quyu arasında çoxsəviyyəli əlaqələr, bu sistemi vahid mürəkkəb orqanizmə çevrərək, yeni xassələrin və qanuna uyğunluqların yaranmasına səbəb olur.

Bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olan hasilat və vurucu quyularının hər birinin ayrılıqda iş rejiminin dəyişməsi zaman keçdikcə qalan digər quyuların işinə təsir göstərir. Neft mədənlərində neft layları haqqında məlumatların kompüterləşdirilmiş şəkildə toplanması və

hərtərəfli avtomatlaşdırılmış təhlili daxil olmaqla informasiya sisteminin olmaması neft hasilatı prosesinin səmərəliliyini müasir səviyyəyə çatdırmağa imkan vermir. Hasil edilən məhsul və kəmə materiallardan, mədən və laboratoriya-eksperimental şəraitdə əldə edilən məlumatların keyfiyyət və kəmiyyətə emalı, neft hasilatının intensivləşdirilməsi üçün tətbiq olunan texnologiya tədbirlərinin səmərəliliyi haqqında məlumatın toplanması, saxlanması və təhlili metodologiyası məhsuldar qatlara təsir üçün lazımı avadanlıq və texnologiya seçimini optimallaşdırmağa imkan verir. Belə istiqamətləndirilmiş yanaşma yeni sistemin əsasına çevrilə bilər. Təklif olunan yanaşmanın mədən məlumatlarının toplanması və sistemləşdirilməsində tətbiq olduqda yatağın işlənməsi prosesinə vahid baxışın formalaşdırmasına imkan verir.

Tədqiqat olunan proseslərin faktiki vəziyyəti haqqında dinamik məlumatlara ərxalanmayan layihə və idarəetmə qərarlarının etibarsızlığına gətirir və inkişaf problemlərinin rəasional həlli maraqlarına ziddir. Məhsuldar qatların vəziyyəti haqqında məlumatların etibarlılığını və dolğunluğunu artırmaq məqsədilə mədən və laboratoriya-eksperimental məlumatların emalı əsasında lay sisteminin diaqnostikası metodologiyasının yaradılması xüsusi aktuallıq kəsb edir.

Tədqiqat işlərinin aparıldığı sahə dəniz yataqları üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Mütəxəssislərin fikrincə, dəniz çöküntü süxurlarında yerləşən geoloji neft ehtiyatları ümumi dünya həcminin 70%-nə çatır və yüz milyardlarla ton neft təşkil edə bilər. Hazırda Azərbaycanda 20-yə yaxın dəniz yatağı istismardadır. Onların dördtə bir hissəsi dərini sularda məskunlaşır. Belə yataqlarda neft, əksər hallarda, dənizin 50 metr və daha çox dərinliyindən hasil edilir. Dəniz yataqlarında neft hasilatı yüksək xərclər və texniki çətinliklərlə bağlıdır. Əlavə çətinliklərin yaranması ekoloji amillərin təsiri ilə bağlıdır, o cümlədən hava şəraiti, küləklər, dalgalar və s. Dəniz yataqlarının işlənməsi zamanı lay sisteminin vəziyyətinin öyrənilməsinə çəkilən xərclər quru yataqlara çəkilən xərclərlə müqayisədə xeyli yüksəkdir. Təbii amillərlə yanaşı, əngəl törədən amillərdən dənizin və quyuların yüksək dərinliyi, hidrotexniki

qurğularda avadanlığın yerləşdirilməsi və tədqiqatların aparılması üçün kifayət qədər ehtiyatların olmamasıdır. Bu cür tədbirlərin xərcləri dənizin dərinliyinə və lazımi avadanlıqların yerləşdirilməsi üçün istifadə olunan sahə ilə mütənasib olaraq artır. İstismar dərinliyi, süxurların sərtliyi və qalınlığı artdıqca, hidrotexniki qurğunun və istismar zonasının sahildən uzaqlığı, dəniz dibinin topoqrafiyasının mürəkkəbliyi artdıqca, istismar xərclərinin səviyyəsi artır.

Yuxarıda deyilənlərin əsasında belə nəticəyə gəlmək olar ki, Azərbaycanın indiki neft-mədən şəraitində neft-qaz kompleksinin innovativ transformasiyası ani və geniş xarakter daşıya bilmədiyinə görə, bu proses, yataqların müxtəlif sahələrində neft hasilatının artım zonalarının yaradılmasına əsaslanmalıdır. Yataqların müəyyən sahələrində neft hasilatının artırılması məqsədilə keçirilən tədbirlər yataq üzrə neftvermə ilə əlaqəli probleminin həllində başlanğıc nöqtəsinə çevrilərək, bu prosesin zamanla kəmiyyət səviyyəsindən keyfiyyət mərhələsinə keçməsinə şərait yarada bilər. Məhsuldar layların müəyyən zonalarında aparılan təsirin üstünlüyü əhəmiyyətli investisiyalar və bahalı proqram komplekslər cəlb etmədən, texnoloji həllərdən və onların davamlı effektivliyin təhlili metodologiyasından istifadə etməklə yüksək nəticələrə nail olmaq üçün geniş imkanlar yaradılmasıdır.

Laylara təsir göstərməklə neftvermə əmsalını məqsədyönlü şəkildə artırmaq üçün tədqiqat obyektlərinin cari vəziyyətinin, laya təsir prosesinin inkişaf tendensiyalarının, lay sisteminin potensial ehtiyatlarının və məqsədə çatmaq üçün sərf edilən vaxtın ilkin təhlili zəruridir. Bütün bu məlumatlar neft hasilatını artırmaq üçün seçilmiş tədbirlərin gözlənilən effektini və mümkün nəticələrini qiymətləndirməyə imkan verir.

Təqdim edilən işdə laya effektiv təsirin seçilməsi məqsədi ilə yatağın və onun ayrı-ayrı zonalarının cari vəziyyətinin diaqnostikası üçün metodologiya təklif olunur. Təklif olunan metodologiyanın tətbiqi, yataqların işlənməsində texnoloji proseslərə nəzarəti təmin etməklə, hasilat və vurucu quyularının iş rejimini optimallaşdırmaqla neft hasilatı prosesinin səmərəliliyini artırmağa imkan verir. Təklif

olunan metodologiyaya uyğun olaraq, texnoloji qərarlar sahə məlumatlarının ekspress təhlili və alınan məlumatların vizuallaşdırılması əsasında qəbul edilir. İşlənmiş diaqnostik metodlar xüsusi hazırlanmış proqram vasitələrindən istifadə etməklə həyata keçirilir, onların hazırlanması və istifadəsi istənilən mövcud platformada mümkündür. Aparılan işlər, təsir obyektinin mövcud vəziyyəti haqqında biliklərin qeyri-müəyyənlik səviyyəsini azaltmağa imkan verir və kifayət qədər məlumat olmaması şəraitində əsaslandırılmış qərarlar qəbul etməyə kömək edir.

Bu səbəbdən göstərilən məsələlərin həlli aktualdır və mühüm elmi-praktik əhəmiyyətə malikdir.

Tədqiqatın obyekti və predmeti

Diaqnostika obyektinin cari vəziyyətinin tədqiqat üsulları, obyektin inkişaf tendensiyaların və potensial resursların qiymətləndirilməsi üsulları. Diaqnostika obyekti həm mürəkkəb, yüksək mütəşəkkil dinamik sistem olan yataq bütövlükdə, həm də onun ayrı-ayrı komponentləri - blok daxilində məhsuldar laylı zonaları, quyular qrupu və ya ayrı-ayrı quyuların drenaj zonası ola bilər. Sistemin ayrı-ayrı elementləri, məsələn, süxurlar, mayelər, onlar arasında qarşılıqlı təsir prosesləri, istehsalat funksiyaları, neft və qaz hasil edən müəssisələrin ehtiyatları və təşkilat strukturu, texnoloji əməliyyatların dəyəri və s. diaqnostik obyektlər sayıla bilər.

İşin məqsədi. Dissertasiya işində tədqiqatın əsas məqsədi lay sisteminin fəaliyyətində cari dəyişiklikləri tez bir zamanda müəyyən etməyə imkan verən, yatağın vəziyyətinin və quyu məhsuldarlığının təhlilinin yeni metodologiyasının işlənilməsi hazırlanmasıdır.

Nəzərə alsaq ki, lay mühitində hər bir dəyişiklik nəticəsində daha yüksək dərəcəli reaksiya yaranır və prosesə daha çox yeni komponentlər və lay sistemini təşkil edən alt sistemləri cəlb olunur, aydın olur ki, mühitin müəyyən bir hərəkətə reaksiyası birbaşa və ya bəzi digər amillərə görə ikinci dərəcəli ola bilər. Buna əsaslanaraq, diaqnostikanın ilkin vəzifəsi müəyyən edilir - hər bir konkret halda bir hərəkətin və bu hərəkətə reaksiyanın nə olduğunu ayırd etmək.

Neft və qaz yataqlarında hasilatın artım zonalarının formalaşdırılması üçün məhsuldar horizontların cari vəziyyətinin

diaqnostikası əsasında laya təsir haqqında qəbul edilmiş qərarlardan istifadə edilir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri:

1. Azərbaycanın dəniz və quru yataqlarında neft hasilatının artırılması yollarının öyrənilməsi. İşlənəndə olan yataqlarda neft hasilatının artırılması probleminə zonal yanaşmanın genezisi ilə bağlı problemlər kompleksinin müəyyən edilməsi;

2. Neftvermənin artırılması üzrə tədbirlərin həyata keçirilməsi üçün nəzərdə tutulmuş yatağın seçilmiş sahəsində lay sisteminin cari vəziyyətinin operativ qiymətləndirilməsi üçün yeni diaqnostika üsullarının yaradılması və istifadədə olan diaqnostika üsullarının təkmilləşdirilməsi;

3. Quruda və dənizdə neft-qaz yataqlarında quyuların normal istismarı məlumatlarına əsasən neftvermənin artırılması üçün məhsuldar laylara təsir strategiyasının və üsullarının seçilməsi.

4. Layların neftvermənin artırılması yollarının müəyyən edilməsi üçün hasilat quyuların məhsulunda həll olunan qazın komponent tərkibi ilə lay sisteminin vəziyyətini xarakterizə edən göstəricilər arasında olan əlaqənin tədqiqi, məhsuldar horizontların cari vəziyyətinin diaqnostikasının elementi kimi baxılır.

Tədqiqatın metodları.

Məsələlər riyazi modelləşdirmə və riyazi fizikanın, informasiya nəzəriyyəsinin, proqramlaşdırmanın, ehtimal-statistik təhlilin üsullarını tətbiq etməklə həll edilmişdir. Alınan nəzəri nəticələrin etibarlılığı laboratoriya-eksperimental və mədən tədqiqatları ilə təsdiq edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

1. Quyuların arası interferensiyasını nəzərə alınmaqla işlənmə göstəricilərinin keyfiyyət və kəmiyyət qiymətləndirilməsini həyata keçirməyə imkan verən lay sisteminin diaqnostikası metodologiyası.

2 Quyuların arası interferensiyasını nəzərə alınmaqla yataqların işlənməsinin cari vəziyyətinin qiymətləndirilməsi express-üsulları .

3. Quyu məhsulunda həll edilmiş qazda CO₂-nin tərkibinə görə məhsuldar qatın vəziyyətini xarakterizə edən göstəricilərin qiymətləndirilməsi üsulu.

4. Fisher və Shannon informasiya göstəricilərindən istifadə etməklə yataqların işlənməsi mərhələlərinin sərhədlərinin qiymətləndirilməsi üsulu.

5. Veyvlet və fraktal nəzəriyyəsindən istifadə etməklə lay sisteminin diaqnostikası.

6. Müəyyən bir lay sisteminə təsir üsulunu seçmək üçün ətraflı skrininq üsulu.

7. “Matlab” proqram paketinin interaktiv mühitində həyata keçirilən proqram modulları kompleksi.

Tədqiqatın elmi yeniliyi.

1. Quyuların arası interferensiyasını nəzərə alınmaqla lay sisteminin diaqnostikasının işlənmə göstəricilərinin keyfiyyət və kəmiyyətə qiymətləndirilməsinə imkan verən elmi əsaslı metodologiyası işlənilib hazırlanmışdır, o cümlədən:

- Durgun və aktiv süzülmə zonalarının təyini və onun əsasında laya vurulan suya tələb olunan reagent miqdarının qiymətləndirilməsi;
- Neft-su təmasının zaman və fəza sərhədlərinin təyini;
- Lay təzyiqinin və faza keçiriciliyinin cari paylanması hesablanması;
- Quyu məhsulunun suvarılmasına nəzarət tədbirlərinin seçilməsi;
- Laylara effektiv təsir üçün tələb olunan süxur yarıma təzyiqinin qradientinin təyini;

2. Quyular arası interferensiyasını nəzərə alınmaqla yataqların işlənməsinin cari vəziyyətinin qiymətləndirilməsi üçün ekspress üsullar təklif olunur.

3. Quyu məhsulda CO₂ miqdarı əsasında lay və quyuətrafı zonanın vəziyyətini qiymətləndirmək üçün metod təklif olunur.

4. Fisher və Şennon informasiya göstəricilərindən istifadə etməklə yataqların işlənməsi mərhələlərinin sərhədlərinin qiymətləndirilməsi metodu işlənilib hazırlanmışdır.

6. Veyvlet və fraktal nəzəriyyəsindən istifadə etməklə lay sisteminin diaqnostikası üçün yeni metodlar təklif olunur.

5. Müəyyən bir lay sisteminə təsir metodunu seçmək üçün ətraflı skrininq metodu hazırlanmışdır.

6. Matlab proqram paketinin interaktiv mühitində həyata

keçirilən proqram modulları toplusu təklif olunur.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.

Görülən tədqiqatın nəzəri və praktiki dəyəri neft və qaz yataqlarının işlənməsinin cari vəziyyətinin diaqnostikası üçün elmi-metodoloji əsasların işlənilib hazırlanmasından ibarətdir. Bu işdə təklif olunan hesablama sxemlərinin həyata keçirilməsinin nəticələrinin nəzərə alınmasına əsaslanan keyfiyyət və kəmiyyət təhlili bütövlükdə yataq üçün və onun məhdud zonalarında neft və qaz hasilatı prosesinin səmərəliliyini artırmaq üçün qərarların qəbulunun texnoloji səviyyəsini yüksəltməyə imkan verir. Laylara və quyuların depressiya zonasına təsir üsullarının əsaslandırılmış seçimi, quyuların arası interferensiyanı nəzərə almaqla məhsuldar layın zonal sahəsində lay mayələrinin hərəkətinin süzülməsinin cari paylanması xüsusiyyətlərinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi ilə təmin edilir. Fraktal analiz metodlarından, veyvlet nəzəriyyəsindən və informasiyanın emalı nəzəriyyəsindən istifadə etməklə zaman sıralarından alınan məlumatlarının təhlili əsasında seçilmiş laya təsir strategiyası yatağın istismarını təkcə lay təzyiqinin saxlanması prinsipləri əsasında yox, həm də sistemin özünü təşkili prosesi əsasında qurulur.

Yataqlarda neftvermənin artırılması məqsədi ilə layın cari vəziyyətinin dəyişmə dinamikasının öyrənilməsi üçün laya təsir tədbirinin həyata keçməsindən əvvəl və sonra təklif olunan metodologiya çərçivəsində aparılan hesablamaların və təhlillərin nəticələrindən dəfələrlə Azərbaycan və Qazaxıstan yataqlarında istifadə edilmişdir. Bunlardan: quruda - Balaxanı-Sabunçı-Romana, Pirallahı, Jetibay (Qazaxıstan) yataqları, dənizdə - Günəşli, Neft Daşları, Gərbi Abşeron yataqları. Təcrübənin ümumiləşdirilməsi sahəsində nəticələrin emalı, tədqiq olunan proseslərin diaqnostikası və proqnozlaşdırılması metodologiyası təkmilləşdirilmişdir.

İşin aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin nəticələri haqqında məlumat müxtəlif konfranslarda verilmiş və seminarlarda müzakirə edilmişdir:

- “Xəzəneftqazyataq” beynəlxalq konfranslar, 2002, 2004, 2006, 2008, Bakı, Azərbaycan;

- “Müasir sivilizasiyanın təbii kataklizmləri və global problemləri” Beynəlxalq Elmlər Akademiyasının H&E Əməliyyatlarının xüsusi buraxılışı, Bakı-İnsbruk, 2007,

- “Enerji, Ekologiya, İqtisadiyyat” 10-cu Beynəlxalq Konqresi, 2009, Bakı, Azərbaycan;

- Rusiya neft və qaz texniki konfransı və sərgisi, 2010, Moskva, Rusiya;

- “Neft hasilatında yeni texnologiyalar”II beynəlxalq elmi-praktik konfrans, 2012, Bakı;

- “Neft və qaz sənayesində qeyri-nyuton sistemləri” beynəlxalq elmi konfransda, 2013, Bakı;

- elmi seminarlarda: “Neftqazlayihəimittədqiqat” intitutun neft və qaz hasilatı bölmələri, “Neft, qaz və kimyanın geotexnoloji problemləri” Elmi-Tədqiqat İnstitutu, ADNA, Bakı Dövlət Universitetinin Tətbiqi Riyaziyyat Elmi-Tədqiqat İnstitutu Bakı, Azərbaycan;

- SPE illik Xəzər Texniki Konfransı və Sərgisi, 2015, 2017, 2021, Bakı, Azərbaycan;

- Cənubi Xəzər və kəşfiyyatların karbohidrogen potensialının geofiziki tədqiqatlarla çökəklik edilməsi”X Azərbaycan beynəlxalq geofizika konfransı “, Bakı, Azərbaycan;

- Sənaye Tətbiqləri ilə Nəzarət və Optimallaşdırma üzrə 6-8-ci Beynəlxalq Konfrans (COIA-2018, COIA-2020, COIA-2022). 2018, 2020, 2022 Bakı, Azərbaycan;

- “Bulatov oxumaları” Beynəlxalq Elmi-Praktik Konfransın Materialları, 2018, 2020, 2022, Krasnodar, Rusiya;

- Akademik Azad Mirzəcartzadənin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş Beynəlxalq konfrans 13-14 dekabr 2018-ci il, Bakı, Azərbaycan.

- Müasir dünyada texnoloji innovasiyalar”Beynəlxalq elmi-praktik konfrans “, 28 noyabr 2019-cu il, Ufa.

Dərc edilmiş əsərlər. Dissertasiyanın mövzusu üzrə 63 elmi məqalə, o cümlədən Azərbaycan Ali Attestasiya Komissiyasının tövsiyə etdiyi jurnallarda 36 məqalə, beynəlxalq və respublika elmi konfranslarının toplularında 27 məqalə dərc edilmişdir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.

“Neft və Qaz” Elmi-Tədqiqat Layihə İnstitutu, SOCAR, Bakı, Azərbaycan.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi.

Dissertasiya işi girişdən, altı fəsildən, 31 paragrafdan, 11 nəticə və tövsiyədən, 339 adda istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından, 10 əlavə və işin nəticələrinin istehsalatda tətbiqinə dair 6 aktla, ibarətdir. İşin həcmi 111 şəkil və 19 cədvəl daxil olmaqla 367 səhifə çap mətni təşkil edir. Dissertasiyanın həcmi: giriş 11112 işarə, I fəsil 111932 işarə, II fəsil 58979 işarə, III fəsil 450557 işarə, IV fəsil 72346 işarə, V fəsil 56147 işarə, VI fəsil 30467 işarə nəticə və təkliflər 30467 işarə olmaqla ümumilikdə 791540 işarədən ibarətdir.

İddiaçının şəxsi rolu. Müəllif, dissertasiya işində təqdim edilən elmi tədqiqat işlərinin planlaşdırılmasında, məsələlərin qoyuluşunda, tədqiqat metodlarının seçilməsində, eksperimental və laboratoriya tədqiqatlarının həyata keçirilməsində bilavasitə iştirak etmişdir. O dissertasiya işinin mövzusunı əhatə edən bütün dərc edilmiş elmi əsərlərin və hesabatların mövzularının seçilməsi, əsaslandırılması, tədqiqatın metodologiyasının yaradılması, elmi ədəbiyyat xülasələrinin aparılması və nəticələrin təhlillərinə rəhbərlik etmişdir.

Müəllif həm də dissertasiya işinin məzmununu təşkil edən elmi tədqiqat işlərinin məsul icraçısı və ya rəhbəri olmuşdur.

Müəllif işin bütün mərhələlərində ona dayaq durmuş, onu istiqamətləndirmiş mərhumi akademik A.X.Mirzəcanzadəni dərin minnətdarlıqla yad edir.

Müəllif elmi məsləhətçisi, işin yerinə yetirilməsində böyük zəhməti olan AMEA-nın müxbir üzvü, texnika elmləri doktoru, professor B.Ə.Süleymanova öz minnətdarlığını bildirir.

Müəllif eyni zamanda işin yerinə yetirilməsində göstərdikləri kömək və məsləhətlərinə görə AMEA-nın müxbir üzvü Q.İ.Calalova və iş prosesində köməyini əsirgəməyən hər bir kəsə öz minnətdarlığını bildirir.

İŞİN MƏZMUNU

Dissertasiya işinin **giriş hissəsində** aparılan tədqiqatın aktuallığı əsaslandırılır, məqsəd, əsas vəzifələr və onların həlli üsulları göstərilir, əldə edilmiş nəticələrin yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti göstərilir.

Birinci fəsil neft laylarının vəziyyətinin diaqnostikasının müasir üsul və vasitələrinin təsnifatı və sistem təhlilinə həsr edilmişdir. Seçilmiş tədqiqat sahələrinin və onların inkişaf perspektivlərinin elmi və praktiki əsaslandırılması aparılmışdır. Neft hasilatının əsas məqsədi qalıq ehtiyatlarını minimuma endirmək və müvafiq olaraq neftverməni yüksək səviyyədə saxlamaq olduğundan neftvermənin dəyişməsinə təsir edən proseslərin öyrənilməsinə elmi və praktiki biliklərin müxtəlif sahələrindən metodların cəlb edilməsi zəruridir. Qeyri-müəyyən informasiya şəraitində müəyyən proseslərin təzahürünün əlamətlərinin erkən diaqnostikasına imkan verən üsul və alqoritmlərin yaradılması laydan karbohidrogen hasilatının səviyyəsinə təsir edən proseslərin hərtərəfli öyrənilməsinə əsaslanmalıdır. Diaqnostik tədqiqatlar neft hasilatı ilə müşayiət olunan müxtəlif proseslərin məhsuldar horizontların məsələli mühitində mayelərin davranışına təsirini qiymətləndirməyə və qarşıya qoyulan məqsədlərə nail olmaq üçün məqsədyönlü tədbirlər hazırlamağa imkan verir.

Neft laylarının vəziyyətini, onların inkişaf istiqamətlərini və perspektivlərini qiymətləndirmək üçün istifadə olunan müasir diaqnostik üsul və vasitələrin mahiyyətini açmaq üçün əsas terminologiya müəyyən edilmiş, diaqnostika anlayışının özü səciyyələndirilmiş, diaqnostikanın formalaşma tarixi verilmişdir. neft-mədən elminin tərkib hissəsi kimi qısaca təqdim olunur. Fəsil yeddi paragrafdan ibarətdir.

Birinci paragrafda neftverməni artırmaq üçün laya təsir üsullarını seçərkən məhsuldar layların diaqnostikası üçün məqsəd və vəzifələrin müəyyən edilməsinə və istifadə olunan ilkin məlumatlara olan tələblərə həsr edilmişdir. Diaqnoz obyektlərinin yerləşdirilməsinin ümumi prinsiplərinin diaqnostika vəzifələri ilə

necə əlaqəli olduğu nəzərdən keçirilir. Neft və qaz yataqlarının işlənilməsi və istismarı zamanı məhsuldar layın neftverilməsinin idarə edilməsi parametrlərinin seçimi fonunda sistemin struktur və funksional vəziyyətinin diaqnostika üsulları haqqında ümumi müasir təsəvvürlərin qiymətləndirilməsi aparılıb.

İkinci paragrafda neft-mədən elminin tərkib hissəsi kimi diaqnostikanın formalaşma tarixinə əsaslanaraq, lay sisteminin diaqnostika metodlarının işlənilib hazırlanmasının əsas mərhələləri, neftvermənin artırılması üsulların seçilməsi və onların sərhədlərinin qiymətləndirilməsi prinsipləri müəyyən edilmişdir. tətbiqi nəzərə alınıb. Neft-qaz kompleksinin inkişafına innovativ yanaşmanın formalaşmasının ümumi nəzəriyyəsində laylara zonal təsirin yeri müəyyən edilmişdir¹.

Tətbiq üçün seçilən metoddan asılı olmayaraq məqsədi neftvermə qabiliyyətini saxlamaq və artırmaqdan ibarət olan layda zona təsirinə sistemli amil kimi nəzərdən keçirilməsi təklif olunur. Görülən tədbirlərin uğurunu müəyyən edən təsirin nəticəsi, habelə təsirin tətbiqinin zəruriliyini və məqsədəuyğunluğunu göstərən işarə lay sisteminin kompensasiyaedici reaksiyaları hesab edilə bilər. Yataqların müxtəlif sahələrində layın vəziyyətinin qiymətləndirilməsi əsasında əlavə işlənmə üçün kifayət qədər potensiala malik olan zonaların müəyyən edilməsi təklif olunur. Effektiv təsir layın xüsusiyyətlərində arzuolunmaz dəyişikliklər olduqda, elmi-praktik biliklər və təklif olunan metodoloji yanaşma əsasında tərtib edilmiş meyarlara uyğun olaraq seçilir. Lay sisteminin müdaxiləyə reaksiyasının monitorinqi laya təsirin növünə görə deyil, yatağın işlənməsinin bu mərhələsində vaxtında olması, zəruriliyi, məqsədəuyğunluğu və kafiliyi üzrə təsnifləşdirməyə imkan verir. Təklif olunan diaqnostik yanaşmadan və neft hasilatının

¹ Гусейнова Н.И. О преимуществах зонального подхода при моделировании гидродинамических процессов в пластах нефтяных месторождений на поздней стадии разработки. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. ISSN 0130-3872, 2017, №8, с.37-39

səmərəliliyini artırmaq üçün mövcud üsullardan istifadə etməklə yatağın yerli ərazilərində məhsuldar laylara təsir göstərmək, bununla da neftvermə əmsalı aşağı olan zonaları neft hasilatının artım zonalarına çevirmək mümkündür. Bu, qənaət etməyə və məhsuldar layların neftvermə qabiliyyətini artırmağa, yatağın işlənmənin növbəti mərhələsinə vaxtından əvvəl keçməsinin qarşısını almağa imkan verir.

Birinci fəsildə, həmçinin, layın zonal təsir ilə lay proseslərinin modelləşdirilməsi üçün təklif olunan metodların düzgünlüyü əsaslandırılır, onlardan istifadə etməklə əraziləri seçilmiş əlamət üzrə məqsədyönlü şəkildə qruplaşdırmaq və müxtəlif tipli məhdud təsir zonalarının müxtəlif tipli məhdud neft hasilatının artım zonalarına çevrilməsi strategiyalarını hazırlamaq mümkündür.

Üçüncü paragrafda neft yataqlarının işlənməsində məhsuldar layların vəziyyətinin diaqnostikası üçün istifadə olunan informasiya massivlərinin əldə edilməsi və saxlanması üçün müasir üsul və vasitələrdən, habelə riyazi modelləşdirmə metodlarından, proqram təminatının hesablanması və mədən məlumatların diaqnostik emalı və şərh üçün vizuallaşdırma vasitələrinin istifadəsi müzakirə olunur. Neft hasilatının artırılması üzrə həyata keçirilən tədbirlərin səmərəliliyini əsaslandırmaq üçün vasitələrdən biri də layda baş verən proseslərin rəqəmsallaşdırılmasından istifadə etməkdir. Qabaqcıl elmi tədqiqatlara əsaslanan hesablama metodlarının həyata keçirilməsinin əlavə proqram yamaqları (program patch) şəklində təqdim olunan proqram modullarından istifadə etməklə həyata keçirilməsi təklif edilir və yataqların işlənməsi zamanı lay sisteminin vəziyyətinə nəzarət parametrlərinin seçimi aparılır. struktur, funksional və model diaqnostika nöqtəyi-nəzərindən təklif edilmişdir.

Dördüncü paragraf neftvermənin artırılması məqsədilə yataqların işlənməsinin modelləşdirilməsinə və yataq məlumatlarının şərhinə yeni yanaşmalardan istifadə etməklə lay sisteminin diaqnostikası üsullarına həsr edilmişdir. İnkişaf strategiyası seçilərkən sahənin hazırkı vəziyyətinin qloballaşan və zonal yanaşma əsasında diaqnostikasının üstünlükləri və çatışmazlıqları

qiymətləndirilmişdir. Layların zonal təsir metodologiyasına kifayət qədər marağın olmaması, çöl məlumatlarının toplanması və saxlanması ilə bağlı texniki və sosial-iqtisadi çətinliklər, bütövlükdə bütün yatağı əhatə edən lay proseslərinin hidrodinamik modeləşdirilməsində qloballaşmış yanaşmanın tətbiqi və neft sahəsində zonal rəqəmsallaşdırmadan istifadəsi ilə inkişafa mane olur. Sahənin seçilmiş ərazisində lay sisteminin süzülmənin vəziyyətindəki dəyişikliklərin qiymətləndirilməsi və vizuallaşdırılması üçün yeni üsulların yaradılması və artıq məlum olan metodların təkmilləşdirilməsi, korporativ məlumatların yaradılması əsasında laya zonal təsir metodologiyasının işlənilib hazırlanması, banklar tərəfindən layların zonal stimullaşdırılması metodlarının effektivliyi, etibarlı mədən məlumatlarının toplanması və sistemləşdirilməsinin ümumi sistemi ilə yanaşı, yuxarıda göstərilən problemləri həll edir.

Laylar sisteminin kritik vəziyyətlərini müəyyən etmək üçün yatağın işlənməsi prosesinin monitorinqi və ətraflı statistikasının aparılması imkanları nəzərdən keçirilir. Hidrodinamik və geomexaniki xüsusiyyətlərin dəyişməsinin müntəzəm vizual təhlili neft və qaz yataqlarının işlənməsinə nəzarət və idarə olunmasına kömək edir. Qarşıya qoyulan vəzifələrin həlli üçün həmçinin dalğacıklar nəzəriyyəsindən, signalın işlənməsi nəzəriyyəsinin elementlərindən və s. istifadə etməklə məlumatların fraktal və multifraktal təhlili üsullarından istifadə etmək təklif olunur. Beləliklə, birinci fəsilə yataqlarda neft hasilatının artırılmasının ümumi problemlərinin həllinin tərkib hissəsi kimi lay sisteminin diaqnostikasının yeni üsullarının işlənilib hazırlanmasına baxılması təklif olunur. Bu, SOCAR-ın qarşısında duran strateji vəzifə olan bütün sənayenin müntəzəm inkişafına nail olmağa imkan verən lay proseslərinin idarə edilməsinə real çıxış yolu təqdim edir.

Aparılmış tədqiqatlar əsasında aşağıdakı nəticələr çıxarılmışdır:

- Neftvermənin artırılması məqsədilə laylara təsirin ən effektiv texnologiyalarının elmi cəhətdən əsaslandırılmış seçilməsi yolunda lay sisteminin vəziyyətinin və laylara təsirin vaxtında

qiymətləndirilməsi üçün diaqnostik metodların və meyarların təknilləşdirilməsi problemlərinin həllinə ehtiyac var. Eyni zamanda, bu vəzifənin həm nəzəri, həm də praktiki tərəfləri eyni dərəcədə vacibdir.

- Hər bir quyunun ayrı-ayrılıqda iş rejiminin ənənəvi optimallaşdırılmasından fərqli olan quyu sisteminin işinin optimallaşdırılması üzrə qərarlar qəbul etməyə imkan verən diaqnostika üsullarının səmərəliliyini artırmaq üçün alternativ yollar axtarmaq lazımdır.

- Yeni diaqnostika üsulları texnoloji proseslərin rəqəmsallaşdırılması, məlumatların avtomatlaşdırılmış toplanması, emalı və təhlili sisteminə üzvi şəkildə uyğunlaşmalı və quyuların istismarının öz aralarında qarşılıqlı təsiri faktını nəzərə almalıdır. Bu, həm quyuların drenaj zonasında, həm də məhsuldar layın quyulararası zonasında hidro- və qazodinamik axınlarının təmin edən lay proseslərinin sinergik qarşılıqlı təsirini təhlil etməyə imkan verəcəkdir.

- Yataqların işlənməsi üzrə ümumi strategiyanın planlaşdırılması zamanı işlənmənin hazırkı vəziyyətinin və onun lay proseslərinin öz-özünə təşkili qanunlarına uyğunluğunun diaqnostik təhlili metodlarına tələbat var. İnformasiya axınında səs-küyün təhriflərini aradan qaldırmağa və anbar proseslərinin ümumi deterministik xaosunda daxili nizamın qanunauyğunluqlarını müəyyən etməyə imkan verən üsulların mövcudluğu, səs-küy xaosu idarəolunmaz hala gəldiyi halda, onu idarə etməyə imkan verir.

- Laya təsir metodunun seçilməsi zamanı qeyri-müəyyənlik səviyyəsinin azaldılması bahalı və enerji tutumlu texnologiyaların tətbiqindən çəkinməyə və məhsuldar təbəqənin təbii enerji tutumundan istifadə etməyə imkan verir. İşlənmə prosesinin idarə olunmasının çevikliyinin artırılması yataqların işlənilməsi üzrə düşünülmüş taktika və strategiyanın formalaşmasına şərait yaradır.

- Lay heterofazlı metastabil özünü təşkil edən sistem olduğundan, bir tədqiqatın nəticələri digər metodların öyrənilməsi obyektə olduqda, diaqnostik analiz üsullarının birgə istifadəsi yüksək potensiala malikdir. Bu yanaşma layda baş verən prosesinin idarə

edilməsinin parametrlərini daha əsaslı və nəzarətin çevikliyinin artırılması şəkildə imkan verir².

İkinci fəsil neftvermənin artırılması məqsədilə zonal təsir altında olan quyuların müdaxiləsi nəzərə alınmaqla neft mədənlərinin məhsuldar laylarının cari hidrodinamik vəziyyətinin ekspress monitorinqinin aparılması metodunun işlənib hazırlanmasına həsr edilmişdir³. Qeyd etmək lazımdır ki, lay sisteminin vəziyyətinin qiymətləndirilməsi üçün hazırlanmış yanaşmanın dəniz yataqlarında tətbiqi üçün böyük perspektivləri vardır, çünki o, quyuların normal istismarı zamanı ölçülmüş standart məlumatların riyazi emalına əsaslanır və xüsusi avadanlıq və ya hər hansı göstəricilərin əlavə ölçülməsi tələb etmir. Kompleks potensial funksiyalar nəzəriyyəsinin metodlarının tətbiqi əsasında məhsuldar üfüqün tədqiq olunan ərazisində lay sisteminin hidrodinamik vəziyyətinin diaqnostikası üsulu işlənib hazırlanmışdır. Fəsil üç paragrafdan ibarətdir. Birinci paragraf seçilmiş nəzəri bazanı əsaslandırır, yeraltı hidrodinamikadan, kompleks dəyişənin funksiyaları nəzəriyyəsindən zəruri məlumatlar verir, quyuları nəzərə almaqla neft yataqlarının məhsuldar laylarına zonal təsirin hidrodinamik ekspress monitorinqinin əsasını təşkil edən prinsip və alqoritmləri əks etdirir. Məsələ quyular arasındakı interferensiyanın nəzərə almaqla alınan yəhl edilir. Tədqiqatın nəticələri sahənin tədqiq olunan zonasına qoyulmuş şəbəkənin hər bir xanası üçün axının funksiyalarının və F_1 və F_2 potensiallarının qiymətlərini, axının xarakterik funksiyasını və ya kompleks potensial F , filtrasiya sürətinin modulu W , $F(x,y)$ funksiyasının qradienti hesablanır.

Vurucu quyuları mənbə kimi ($debit < 0$), istismar quyuları isə mənsət kimi götürülür ($debit > 0$). Məsələ Dekart (x_k, y_k) və polyar koordinat (r, φ) sistemlərində həll edilir:

² Сулейманов Б.А., Гусейнова Н.И. Прогнозирование нефтедобычи от планируемого мероприятия, с учетом интерференции скважин. // Proceedings 2014, №1

³ Гусейнова Н.И. Гидродинамический экспресс-мониторинг зонального воздействия на продуктивные пласты нефтяных месторождений с учетом интерференции скважин. // Нефтегазовое дело, Уфа, 2017, т.15, №3, с. 41-47.

$$z_k = x_k + i \cdot y_k = r_k \cdot e^{i \cdot \phi_k} \quad (1)$$

Kompleks potensialın ifadəsi:

$$F = F_1 + i \cdot F_2 \quad (2)$$

Layda eyni zamanda işləyən mənbə və axın nöqtələri üçün tətbiq edilən superpozisiya prinsipinə uyğun olaraq:

$$F_1 = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \frac{q_i}{2\pi} \ln(r_i(k, j)) \quad F_2 = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \frac{q_i}{2\pi} \varphi_{i,j} \quad (3)$$

Süzülmə sürətinin modulu:

$$W = \left| \frac{dF}{dz} \right| = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \frac{q_i}{\pi r_i(k, j)} \quad (4)$$

$F(x, y)$ funksiyasının qradienti:

$$\text{grad}(F) = (dF(x, y)/dx) \cdot i_v + (dF(x, y)/dy) \cdot j_v \quad (5)$$

Burada: z_k, x_k, y_k – κ - saylı quyunun müvafiq olaraq kompleks və real rəqəmlərlə ifadə edilən koordinatlar;

r_k, φ_k – müvafiq olaraq κ - saylı quyudan koordinat sisteminin başlanğıc nöqtəsinə qədər olan məsafə və polyar bucağı; $\kappa = 1, \dots, n$ – tətbiq sahəsində quyuların sayı, i – xəyali vahid, q_k, F_1, F_2 – müvafiq olaraq k -ci quyunun debiti, filtrasiya sürətinin potensialı və vahidə düşən maye axını (yəni 1 m filtrə görə);

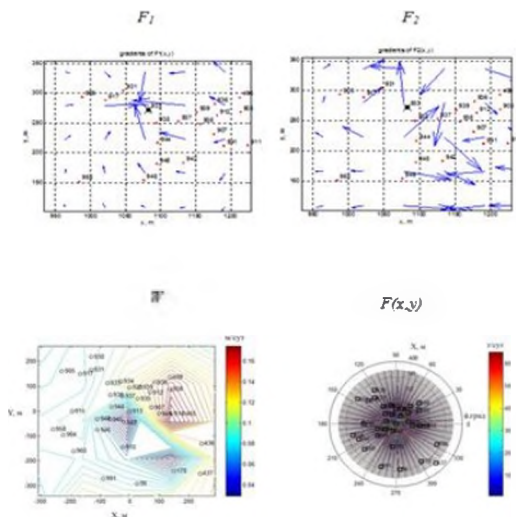
Yuxarıda göstərilən hidrodinamik xüsusiyyətlər laydan eyni vaxtda işləyən axın və mənbə nöqtələrdə superpozisiya prinsipinə uyğun olaraq müəyyən edilir. Hesablamalar üçün ilkin məlumat olaraq baxılan horizontdan işləyən hasilat quyularının cari debitinin qiymətləri və vurulan quyuların vurma həcmi, bu sahədə işləyən n quyunun hər birinin koordinatları (x_i, y_i) tələb olunur. Quyuların koordinatları k, j indeksli hər hansı bir şəbəkə hüceyrəsi ilə i nömrəli quyuya qədər olan məsafəni və i_v, j_v vahid bazis vektorlarına münasibətdə radius vektorunun mövqeyini təyin edən polyar bucağını müəyyən etmək üçün lazımdır.

Mənbə və axın nöqtələri kimi qəbul edilən quyular arasında müdaxilənin mövcudluğuna əsasən, quyuların yerləşdiyi ərazidə məhsuldar layın cari filtrasiya vəziyyətinin diaqnostikası üsulları sistemi işlənib hazırlanmışdır. Rəng şkalasından istifadə edərək, axın xətlərinin və ekvipotensiallarının, lay axınının sürətinin və onların gradient vektorlarının, təzyiqin dəyişmə sahələrinin və lay sisteminin digər xüsusiyyətlərinin rəqəmsal vizuallaşdırılması həyata keçirilir. Şəkil 1-də Pirallahı yatağının tətbiq sahəsində KS_V məhsuldar layının filtrasiya vəziyyətinin hidrodinamik xüsusiyyətlərinin paylanması vizuallaşdırılmasının nəticələri göstərilir.

Bu həndəsi obyektlərin həm müstəvidə, həm də fəzada bir-birinə nisbətən mövqeyi layda mayenin hərəkətinin əsas istiqamətlərini müəyyən etməyəyi interferensiya şəraitində və quyuların istismarı ilə əlaqədar lay sisteminin geoloji və fiziki xassələrindən asılı olan aktiv və passiv filtrasiya sahələrini müəyyən etməyə imkan verir. Eyni zamanda, vizuallaşdırma bütövlükdə bütün sahənin simulyasiya hidrodinamik modelini cəlb etmədən birbaşa planlaşdırılan təsir zonası üçün həyata keçirilir. Aparılan hesablamalar əldə edilən nəticələrin şərhı yollarının izahı ilə müşayiət olunur. İkinci və üçüncü paraqraflarda əldə edilmiş nəticələrin etibarlılığını müəyyən etmək üçün tədqiqat işlərinin gedişi haqqında məlumat verilir. Təklif olunan üsul əvvəllər beş nöqtəli lay modelindən neftin yerdəyişməsinə dair tədqiqat işləri zamanı əldə edilmiş məlumatların təhlili zamanı laboratoriya və eksperimental şəraitdə sınaqdan keçirilmişdir. Aprobasiya nəticələri ilkin hesablamaların nəticələri ilə müqayisə edilir. Təklif olunan yanaşmadan istifadə etməklə lay sisteminin diaqnostikası zamanı əldə edilmiş nəticələrin etibarlılığını Neft Daşları⁴ yatağında aparılan izləyici tədqiqatların nəticələri təsdiq edir. Tədqiqatın nəticələri

⁴ Ибрагимов Х.М., Гусейнова Н.И., Гаджиев А.А. Разработка новых методов контроля над воздействием на продуктивные пласты на примере месторождения "Нефть Дашлары"//«Scientific Petroleum», 2021, с. 37- 42

üçüncü paraqrafta verilmişdir. Quruda və dənizdə Balaxanı-Sabunçu-Romaniya, Pirralaxı, Neft Daşları, Günəşli (Azərbaycan), Jetibay (Qazaxıstan) kimi yataqlarda neftvermənin artırılması məqsədilə məhsuldar təbəqələrin zonal stimullaşdırılması zamanı təklif olunan metodun sınaqdan keçirilməsi əldə edilmiş hesablanmış



Şəkil 1. Pirallahı yatağının tətbiq sahəsində KSv məhsuldar layının filtrasiya vəziyyətinin hidrodinamik xüsusiyyətlərinin paylanması vizuallaşdırılması.

və vizual məlumatların şərh edilməsi prinsiplərini və proseduru hazırlamaq mümkündür⁵.

İşlənmiş məlumatların təhlili metodundan quyu interferensiyasını nəzərə almaqla istifadə laylara zona təsirini rasionallaşdırır, lay sisteminin planlaşdırılan hadisəyə reaksiyasını

⁵ Suleimanov Baghir, Huseynova N.İ. , Rzayeva Sabina & Tulesheva Gulnar Results of Acidizing Injection Wells on the Zhetybai Field (Kazakhstan) //Journal: Petroleum Science and Technology Petroleum Science and Technology, Volume 36, 2018 - Issue 3 Pages 193-199.

vizuallaşdırır. Təklif olunan metoddan istifadə etməklə vizuallaşdırılan yuxarıda göstərilən filtrasiya xarakteristikalarının dəyişmə dinamikasının müntəzəm təhlili neft və qaz yataqlarının işlənməsi prosesinə nəzarət və idarə olunmasına kömək edir. Tədqiqatın nəticələri aşağıdakı nəticələrə gətirib çıxardı:

- Quyuların müdaxiləsi nəzərə alınmaqla lay sisteminin ekspress-monitorinqinin işlənilib hazırlanmış və sınaqdan keçirilmiş texnikası, işlənmənin yetkin və gec mərhələsində olan, zonalı neft mədənlərinin məhsuldar laylarının hidrodinamik vəziyyətinin diaqnostikasında istifadə oluna bilər. neftverməni artırmaq üçün layın stimullaşdırılması.

- Texnika kompleks potensiallar nəzəriyyəsinin metodlarının tətbiqinə əsaslanır. Laylara təsirdən əvvəl və sonra məhsuldar təbəqənin süxurlarında mayenin hərəkətinin hidrodinamik xüsusiyyətlərinin - cərəyan və potensialın funksiyaları və onların qradienti, süzülmə sürətinin paylanması hesablanması və vizuallaşdırılması aparılır. Layda filtrasiya vəziyyəti qiymətləndirilir və verilmiş üfüqdən işləyən qarşılıqlı əlaqədə olan quyular sistemi ilə müqayisə edilir.

- Metod “Matlab” proqramının interaktiv mühitində həyata keçirilən filtrasiya sahəsinin paylanması əsas xarakteristikalarının hesablanması və vizuallaşdırılmasının avtomatlaşdırılması proseduru əhatə edir. Sayt haqqında məlumatların toplanmasından tutmuş analitik nəticələrin şərhli ilə hesabatın yaradılmasına qədər bütün təhlil prosesi 1-3 gün davam edir. Hesablama proseduru təxminən 30 dəqiqə çəkir.

- Alınmış nəticələr neftin yerdəyişməsinin laboratoriya və eksperimental tədqiqatları zamanı fiziki lay modeli və çöl şəraiti üzrə izləyici tədqiqatlarla əldə edilmiş məlumatlar ilə təsdiq edilir ki, bu da sınaq hesabatı ilə təsdiqlənir⁶. İzləyici tədqiqatları əvəz edən

⁶ Гасымлы А.М., Гусейнова Н.И., Мусаева Ш.Ф. Анализ распределения фильтрационного потока, созданного в физической модели пласта. / Ученые записки ИИП «Геотехнологические проблемы нефти и газа и химия», 2012, XIII том, с. 100-113.

nəticələrin əldə edilməsinə birdəfəlik qənaət 62,9 min manat təşkil etmişdir.

-Yatağın seçilmiş sahəsində suvurma və hasilat quyularının məhsuldarlığının sistemli şəkildə ölçülən göstəricilərinin emalı əsasında layın cari filtrasiya vəziyyətinin diaqnostik tədqiqinin operativ şəkildə aparılmasının mümkünlüyü uzun illər ərzində təsdiq edilmişdir. neftvermənin artırılması məqsədilə məhsuldar laylara zonal təsir göstərən Azərbaycanın neft mədənlərində bu üsuldən istifadə təcrübəsinin.

Metod laylara təsirin ən yaxşı sxemini seçmək üçün daha dəqiq məlumatlardan istifadə etməyə və onların neftvermə qabiliyyətini artırmaq üçün məhsuldar laylara təsirin tətbiq olunan üsullarını təkmilləşdirməyə imkan verir.

Metod laylara təsirin ən yaxşı sxemini seçmək üçün daha dəqiq məlumatlardan istifadə etməyə və onların neftvermə qabiliyyətini artırmaq üçün məhsuldar laylara təsirin tətbiq olunan üsullarını təkmilləşdirməyə imkan verir.

Üçüncü fəsil layın ötürmə qabiliyyətinə nəzarət etmək üçün ona təsir etmək üçün tələb olunan təzyiq qradientinin qiymətləndirilməsi metodunun işlənilib hazırlanmasına həsr edilmişdir. Layın süzülmə xarakteristikalarının yenidən bölüşdürülməsi ilə əlaqədar gərginlik-deformasiya vəziyyətinin (GDV) dəyişməsi təsir üçün ayrılmış sahədə quyuların müdaxiləsi nəzərə alınmaqla qiymətləndirilir⁷. İstismar olunan quyuların quyu zonasının deformasiyası öz növbəsində yatağın müəyyən sahələrində lay xassələrinin qeyri-bərabər yenidən bölüşdürülməsinə gətirib çıxarır. Buna uyğun olaraq quyularda hasil olunan məhsulların keyfiyyəti və kəmiyyəti dəyişir. Odur ki, neftvermənin artırılmasına yönəlmiş tədbirlər həyata keçirərkən təkcə süzülməni deyil, həm də

⁷ Гусейнова Н.И. Оценка градиента давления при воздействии на пласт с учетом влияния интерференции скважин на деформационные и фильтрационные процессы на выделенном участке месторождения.// SOCAR Proceedings No.1 (2017) 070-82.

yatağın istismarı zamanı dəyişən onun geomexaniki xassələrini nəzərə almaqla laylara təsirin qiymətləndirilməsini təklif edir.

Üçüncü fəsildə, davranışı elastik və özlü-elastik xarakter daşıyan mühitdə işləyən silindrik ətrafında pozulmuş zonada mayenin filtrasiyası zamanı gərginliyin və lay təzyiqinin təyini problemi həll edilir.

Bu tədqiqatlar əsasında quyuların interferensiyasını nəzərə almaqla tədqiq olunan sahədə gərginliklərin paylanmasını qiymətləndirmək mümkündür.

Təzyiq qradientinin müəyyən edilməsinə əsaslan layın maye keçirmə qabiliyyətini qiymətləndirmək üçün metod təklif olunur, onun qiyməti lay süxurlarının orta normal gərginliyinin komponentlərinin dəyişməsindən asılıdır, bu da zamanla lay mühitində süzülmə proseslərinin təsiri altında dəyişir.

Təzyiq gradientinin qiymətinə əsaslanaraq, laya effektiv təsir göstərmək üçün tələb olunan təzyiqin sərhəd qiymətlərini təyin etmək mümkündür. Təklif olunan alqoritmlər əsasında məsələlərin ədədi həlli həyata keçirilir..

Fəsil altı paraqrafdan ibarətdir. İlk iki bölmədə problemin ifadəsi, onun həlli üçün zəruri olan kontinuumlar nəzəriyyəsindən məlumatlar və riyazi hesablamalar təqdim olunur.

Mayenin süzülməsi zamanı hər bir quyu lüləsi ətrafındakı elastik xarakterli zonada yaranan σ orta normal gərginliyin müəyyən edilməsi məsələsinin həlli iki mərhələdən ibarətdir, çünki o, ilkin gərginliyin və zamanla dəyişən gərginliyin cəmi kimi təmsil olunur:

$$\sigma = \sigma^n + \sigma^t \quad (6)$$

Burada: indekslər müvafiq olaraq n – gərginliyin ilkin qiymətini göstərir; t – vaxt ərzində dəyişən gərginliyin qiyməti göstərir.

Birinci mərhələdə "quyu-lay" sistemi özünü həcm üzrə sıxılan cisim kimi apardıqda, elastik mühitdə gərginliklərin təyini məsələsinə baxılır. Mühitin elastik vəziyyətin ilkin anında aşağıdakı şərtlər yerinə yetirilir: $t=0$, $\Delta p = 0$, $\sigma^t = 0$. Cari gərginlik σ^t sabit təzyiq fərgi

$\Delta p = \text{const}$ şəraitində müəyyən edilir. Eyni zamanda gərgilik-deformasiya vəziyyətinin dəyişmə zonanın daxili sərhəddində ilkin gərginliyin σ'' qiyməti quyu lüləsindəki hidrostatik təzyiqə, xarici sərhəddə isə layın yan dağ təzyiqi ilə tarazlaşır:

$$\sigma''_{rr} = \begin{cases} -j_m h, & r = r_0 \\ -j_s \xi h, & r = r_1 \end{cases} \quad (7)$$

Burada:

j_m, j_s – müvafiq olaraq maye və süxurların sıxlığı, kg/m^3 ;

$h = h_2 - h_1$ – layın qalınlığı;

h_1, h_2 – müvafiq olaraq məhsuldar horizontun tavan və daban dibi, m;

H – quyunun şaquli dərinliyi;

P_h – quyuda hidrostatik təzyiq, Pa;

P_y – yan dağ təzyiqi, Pa;

Daimi xarici qüvvələrin təsiri altında olan cari gərginliyinin radial komponenti σ' pozulmuş zonanın sərhədlərində sıfır olur:

$$\sigma'_{rr} = \begin{cases} 0, & r = r_0 \\ 0, & r = r_1 \end{cases} \quad (8)$$

Layın ilkin gərginlik-deformasiya vəziyyətinin pozulmuş zonasında süxurlar deformasiyaya uğrayır və pozulmuş zonanın radiusu r u ($u > 0$) artımı alır. ϵ_{rr} və $\epsilon_{\varphi\varphi}$ deformasiya komponentləri u ilə aşağıdakı kimi ifadə edilir::

$$\epsilon_{rr} = \frac{\partial u}{\partial r} \quad \text{II} \quad \epsilon_{\varphi\varphi} = \frac{u}{r} \quad (9)$$

Burada:

ϵ - deformasiya;

ϵ_{xy} - deformasiya tenzorunun komponenti

u – yerdəyişmə vektoru, vəziyyəti pozulmuş zonada mühitin deformasiyası zamanı r radiusunun artımı, m;

Ümumiləşdirilmiş Huk qanununun tərs formasından məlum olur ki, ox üzrə simmetrik məsələnin həllinə və $\epsilon_{zz}=0$ şərtinə uyğun ilkin gərginlik vəziyyəti aşağıdakı kimi təsvir olunur:

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_{rr}^H &= \frac{2G}{1-2\mu} \left[(1-\mu) \frac{\partial u}{\partial r} + \mu \frac{u}{r} \right] \\ \sigma_{\varphi\varphi}^H &= \frac{2G}{1-2\mu} \left[\mu \frac{\partial u}{\partial r} + (1-\mu) \frac{u}{r} \right] \\ \sigma_{zz}^H &= \frac{2G}{1-2\mu} \left[\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r} \right] \end{aligned} \right. \quad (10)$$

Burada:

μ – Puasson əmsalı;

G – süxurlarda hərəkət modulu, Pa;

Süzülmə prosesləri nəticəsində yaranan deformasiyalar üçün ikifazlı mühit üçün müəyyən edilmiş gərginliklər σ və deformasiyalar ε arasında əlaqənin ümumi formalarından istifadə olunur:

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma'_{rr} &= \frac{2G}{1-2\mu} \left[(1-\mu) \frac{\partial u}{\partial r} + \mu \frac{u}{r} \right] - k\Delta p \\ \sigma'_{\varphi\varphi} &= \frac{2G}{1-2\mu} \left[\mu \frac{\partial u}{\partial r} + (1-\mu) \frac{u}{r} \right] - k\Delta p \\ \sigma'_{zz} &= \frac{2G}{1-2\mu} \left[\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r} \right] - k\Delta p \end{aligned} \right. \quad (11)$$

Burada:

$k = \frac{k_s \alpha_m \beta}{3\gamma_s} B$ - süxurlarda süzülmə prosesləri nəticəsində yaranan

deformasiyanı qiymətləndirilmə əmsalı, s^{-1} ;

k_s – k süzülmə əmsalı, m/s;

α_s, α_m – müvafiq olaraq sıxurun və onu doyuran mayenin həcm üzrə sıxılma modulu; Δp – layla quyu arasında təzyiqin fərqi, Pa.

(10) sisteminin ümumi həlli tarazlıq tənliyindən istifadə edilərək tapılır:

$$\frac{\partial \sigma_{rr}}{\partial r} + \frac{\sigma_{rr} - \sigma_{\varphi\varphi}}{r} = 0 \quad (12)$$

Sərhəd və ilkin şərtlər və superpozisiya prinsipi gərginlik komponentlərinin mühitin xüsusiyyətlərindən asılılığını əldə etməyə imkan verir:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{rr} = A_1 + \frac{(2\mu-1)}{1-\mu} C_1 \\ \sigma_{\varphi\varphi} = A_2 - \frac{(2\mu-1)}{1-\mu} C_2 \\ \sigma_{zz} = A_3 + \frac{(2\mu-1)C_3}{1-\mu} + \frac{\mu}{1-\mu} \Delta p k \end{array} \right. \quad (13)$$

Burada:

ξ – yan yarıqlı əmsali;

$A_1, A_2, A_3, C_1, C_2, C_3$ – lay sisteminin reofiziki parametrlərindən asılı olan əmsallardır; Pa

Fəsilə mühitin gərginlik-deformasiya vəziyyəti özlü elastik xarakterli olduqda məsələsinə də baxılır.

Quyu lüləsinin ətrafındakı gərginlik-deformasiya vəziyyətinin dəyişməsinin aktiv zonası yan istiqamətdə genişlənmə qabiliyyətinə malikdir. Bu vəziyyətdə gərginliklər və deformasiyalar zamandan asılıdır. Təmas zonasında, pozulmaya məruz qalan və dəyişməyən zonaların sərhəddində gərginliklər relaksasiya xarakteri daşıyır. Belə bir mühiti təsvir etmək üçün Maksvell modelindən istifadə olunur.

Alfreyin özlü-elastik analogiyasına əsaslanaraq, orta normal gərginliyin komponentləri üçün yaranan ifadələrə birtərəfli Laplas çevrilməsi tətbiq edilir:

$$\begin{cases} \sigma_{rr}^{o.e.}(S) = (\sigma_{rr}) / S \\ \sigma_{\varphi\varphi}^{o.e.} = (\sigma_{\varphi\varphi}) / S \\ \sigma_{zz}^{o.e.} = (\sigma_{zz}) / S \end{cases} \quad (14)$$

Burada:

S - dəyişən çevrilmə;

ö.e. – mühitin gərginlik-deformasiya vəziyyəti özlü elastik xarakterli olduqda özlü elastik modelin köməyi ilə təsvir edilir;

Özlüelastik mühit üçün məsələnin həllini əvvəlcə (13) sisteminin tənliklərindəki elastik sabitləri özlü elastiklik operatorları ilə əvəz etmə və sonra $\sigma_{rr}^{o.e.}(S), \sigma_{\varphi\varphi}^{o.e.}(S), \sigma_{zz}^{o.e.}(S)$ ifadələri tərs çevirmənin tətbiqi ilə əldə etmək olar.

Tədqiqat nəticəsində qumların, qumdaşların, bazaltların, yeni davranışı elastik modeldən istifadə edilməklə təsvir edilən süxurların üstünlük təşkil etdiyi horizontda quyu quyusu ətrafında gərginlik dəyərlərinin dəyişməsinə əks etdirən analitik ifadə əldə edilmişdir:

$$\sigma = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{3} + \frac{(2\mu - 1)}{3(1 - \mu)} (C_1 - C_2 + C_3) + \frac{\mu}{3(1 - \mu)} \Delta p k \quad (15)$$

Gərginliklərin hesablanması zamanı ilkin məlumat kimi "yaxşı əmələ gəlmə" sistemini xarakterizə edən fiziki-mexaniki və reofiziki göstəricilərin qiymətlərindən istifadə olunur.

Həmçinin gil tərkibli süxurların, həmçinin duzlu çöktüntülərin və davranışı özlü-elastik modellə təsvir olunan gipsin üstünlük təşkil etdiyi quyu lüləsi ətrafındakı pozulmuş zonada gərginlik dəyərlərinin hesablanması üçün analitik ifadə də əldə edilmişdir:

$$\sigma^{e,y}(t) = \frac{(A_1 + A_2 + A_3)}{3} + \frac{(2\mu - 1)}{3(1 - \mu)} (C_1 - C_2 + C_3) e^{-\theta t} + \frac{(1 - \mu)^2}{\mu^2} \Delta p k \left[\frac{(2\mu - 1)}{G(1 + \mu)} \eta (e^{-\theta t} - 1) + 1 \right] \quad (16)$$

Alınmış ifadələrdən istifadə etməklə quyuların depressiya zonasında quyu ətrafında gərginlik qiymətlərinin dəyişməsi, “quyu-lay” sistemini xarakterizə edən zamanla dəyişən fiziki-mexaniki və reofiziki göstəricilərdən asılı olaraq müəyyən edilir. Hesablamada nəzərə alınır ki, quyu ətrafında deformasiya prosesləri qazmanın əvvəlindən baş verir və quyunun istismar dövrünün cari tarixinə qədər davam edir. Süxurların sürünmə əmsalını nəzərə alaraq üçün Laplas transformasiyası tətbiq edilmişdir. Özlü-elastik mühit üçün həll əvvəllər elastik sabitləri özlü elastiklik operatorları ilə əvəz edərək, gərginlik komponentlərinin qiymətlərini təyin etmək üçün alınan ifadələrin tərs çevrilməsi nəticəsində əldə edilmişdir. Davranışı viskoelastik xarakter daşıyan mühitdə gərginlik komponentlərinin dəyişmə dinamikasını müəyyən etmək üçün genişlənmə teoremindən də istifadə edilmişdir. Orijinalların cədvəlinə və funksiyaların şəkillərinə uyğun olaraq, şəkillərdən orijinallara keçid həyata keçirildi.

Həmçinin kağızda deformasiyaya uğrayan məsaməli mühitdə mayenin süzülməsi halında quyunun çökmə zonasında lay təzyiqinin P-nin zamanla dəyişməsini əks etdirən bir asılılıq əldə edilmişdir. Təzyiqin dəyişməsini təyin etmək üçün istifadə olunan ifadə $T_{m,n}(t)$ genişlənmə əmsallarını, xəyali argumentin silindrik Bessel funksiyalarını, Bessel funksiyasının sıfırlarını $K_0(\mu_r)$ μ_m ehtiva edir, onların dəyəri öz növbəsində müəyyən edilir. sistemi "yaxşı formalaşmasını" xarakterizə edən məlumatlardan istifadə etməklə. Bunlardan p_0 süxura deformasiya yüklərinin tətbiqindən əvvəl mövcud olan layda təzyiq, pozulmuş zonanın daxili və xarici sərhədlərində cərəyan lay təzyiqi p_1 , p_2 , məsamə təzyiq əmsalı β , həcmi xarakterizə edən əmsal. maye B ilə doymuş süxurun xassələri, süxurun məsaməliliyi m , həcm suyunun çəkisi αn , silindrik sistemdə quyunun koordinatları (r, φ, z) , hasilat və vurma quyularının ümumi sayı $(i=1, \dots, n)$ baxılan sahədə mühitin sürünməsini xarakterizə edən

sabitlər λ , a . Həmçinin quyu ətrafında orta normal gərginliyin komponentləri hesablanarkən quyunun profilini və trayektoriyasını xarakterizə edən məlumatlar, məsələn, quyunun şaquli l-dən kənara çıxması, quyunun şaquli xəttədən kənara çıxma bucağı nəzərə alınır. şaquli α , quyunun radiusunun zenit bucağının, azimutunun və fırlanma bucağının qiymətlərindən asılı olaraq əmsallar $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$, quyu filtrinin uzunluğu d , quyu və şaquli dərinlik.

Süxurun dağılma qradiyentin təyin edilməsi üçün düstur təklif edilmişdir. Dağılma qradiyentin qiyməti həm orta normal gərginlik komponentlərinin qiymətlərindən, həm də baxılan T_j ətraf zonada süxurların dartılma dayanıqlığından, . və baxılan sahədə vurucu quyularının sayından (s) və istismar quyuların ($n - s$) sayından asılıdır:

$$F_j = 3\sigma_{jm} - \sigma_{j\varphi\varphi} \cos(\alpha) + \sigma_{jz} \sin(\alpha) + T_j + P_j \quad (17)$$

Burada: $j = 1 \dots s$ – quyunun sıra sayı; F_j – j -saylı quyunun ətrafında süxurların dağılma qradiyenti, Pa;

T_j – j -saylı quyunun ətrafında süxurların dartılmaya müqaviməti, Pa; s – quyularının sayı ($j = 1, \dots, s$).

Süxurların dağılması üçün tələb olunan təzyiq qradiyenti süxurların dağılma təzyiqinin layın dərinliyinə nisbəti kimi müəyyən edilir.

Üçüncü fəsilin dördüncü və beşinci bəndlərdə quyuların interferensiyasını nəzərə almaqla tədqiqat sahəsində laylara effektiv təsirin təmin edilməsi üçün zəruri olan gərginlik sahəsinin paylanması qiymləndirilməsi və təzyiq qradiyentinin müəyyən edilməsi üsulları təklif edilir.

Altıncı bənddə işlənmiş üsulların ədədi tətbiqinin nəticələri “Günəşli” yataqlarının timsalında təqdim olunur. Laylara heç vaxt su vurulmayan yatağın bloklarından biri üçün gərginliyin dəyişməsinin və lay təzyiqinin azalmasının hesablanması metodologiyasından istifadə etməklə, planlaşdırılan gələcək vurulma dövrü üçün gözlənilən neft hasilatının ilkin kəmiyyət qiymətləndirilməsi aparılmışdır.. Layın ötürmə qabiliyyətinə nəzarət etməklə ona təsir

etmək üçün lazım olan təzyiq qradiyentinin qiymətləndirilməsi aparılmışdır. Təsir üçün ayrılmış sahədə işləyən quyuların interferensiyasını nəzərə alaraq layın gərginlik-deformasiya vəziyyətinin dəyişməsi ilə əlaqədar filtrasiya sahəsinin xüsusiyyətlərinin yenidən bölüşdürülməsi əsasında lay sisteminin mövcud vəziyyətinin diaqnostikası aparılır. Neftveriminin artırılmasına yönəlmiş laylara təsir üsulların seçimini əsaslandırmaq olar. Tədqiqat zamanı aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

- Laya təsir etmək üçün tələb olunan təzyiq qradiyentinin qiymətləndirilməsi metodu əsasında layın ötürmə qabiliyyətinə nəzarət etmək təklif olunur.

- “Matlab” proqramının interaktiv mühitində həyata keçirilən yatağın seçilmiş sahəsində fəaliyyət göstərən quyuların müdaxiləsi nəzərə alınmaqla lay sistemində gərginliyin və təzyiqin hesablanması üçün alqoritın və proqram modulu işlənib hazırlanmışdır.

- “Quyu-lay” sistemində gərginlik-deformasiya vəziyyətinin dəyişməsi həm elastik, həm də özlü-elastik mühitlər üçün orta normal gərginliklərin hesablanması yolu ilə qiymətləndirilir.

Təsir üçün ayrılmış sahədə işləyən quyuların interferensiyasını nəzərə alaraq layın gərginlik-deformasiya vəziyyətinin dəyişməsi ilə əlaqədar filtrasiya sahəsinin xüsusiyyətlərinin yenidən bölüşdürülməsi əsasında lay sisteminin mövcud vəziyyətinin diaqnostikası aparılır. neftveriminin artırılmasına yönəlmiş laylara müdaxilələrə haqq qazandırmaq olar.

Dördüncü fəsil lay sisteminin vəziyyətinin diaqnostikası və neftveriminin gücləndirilməsi ilə bağlı problemlərin həlli üçün hasil olunan qazda həll olunan qazın tərkibindəki lay karbon qazının tərkibinə dair məlumatların interaktiv mühitdə tətbiqi texnologiyasının işlənib hazırlanmasına həsr edilmişdir. “Matlab” proqramının. Fəsil yeddi paraqraftan ibarətdir. Fəslin ilk iki bəndində problemin ifadəsi və lay karbon qazının xassələri haqqında lazımi məlumatlar verilmiş, məsələnin həlli üçün nəzəri əsasın seçimi əsaslandırılmışdır. Üçüncü paraqrafta layda CO₂ konsentrasiyasının əmələ gəlməsi və dəyişməsi prosesində qanunauyğunluqları müəyyən etmək məqsədilə neft-mədən məlumatlarının təhlilinin

nəticələri təqdim olunur. Kollektorda CO_2 əmələ gəlməsinin monitorinqi və nəzarəti üçün inkişaf göstəricilərinin təhlili üçün ümumi sistemin zəruriliyi əsaslandırılmışdır. Dördüncü paragrafda lay suyunun kimyəvi xassələri ilə neftli laylarda əmələ gələn CO_2 konsentrasiyasının dəyişməsi arasında əlaqə müzakirə olunur. “Günəşli” yatağında işlənmə göstəriciləri nümunəsində layda CO_2 -nin əmələ gəlməsi və konsentrasiyasının dəyişmə qanunauyğunluqları, lay suyunun duzluluğu ilə işlənmə göstəriciləri arasında əlaqə aşkar edilmişdir. Beşinci paragrafda lay suyunun pH-nin dəyişməsi ilə layda karbon qazının əmələ gəlməsi arasında əlaqənin öyrənilməsinin nəticələri təqdim olunur. Kollektora təsirin fiziki-kimyəvi üsullarından istifadə etməklə CO_2 konsentrasiyasında dəyişikliklərin eksperimental tədqiqatlarının nəticələri altıncı paragrafda təqdim olunur. Yeddinci paragraf quyu hasilatında CO_2 konsentrasiyasının dəyişmə dinamikası ilə məhsuldar layın faza keçiriciliyinin monitorinqi metodunun işlənilib hazırlanmasının nəticələrini təqdim edir. Neft yatağının məhdud ərazisində məhsuldar layların vəziyyətinin diaqnostikası və işlənmə göstəricilərinin təhlili üçün sabit giriş və çıxış siqnaallarından istifadə etməklə “quyu lay” sisteminin parametrlərinin müəyyən edilməsinə əsaslanan müxtəlif üsullar işlənilib hazırlanır və tətbiq edilir. Elastik rejim şəraitində quyu işə salındıqdan və dayandırıldıqdan sonra tədqiq olunan sahənin quyularının dibinə yaxın yerlərdə təzyiqin yenidən bölüşdürülməsi prosesləri müəyyən müddət davam edir. Dibi və lay təzyiqinin dəyişməsi lay mayesinde kimyəvi tarazlığın dəyişməsinə gətirib çıxarır ki, bu da maye və qaz arasında faza keçidlərinə səbəb olur. Eyni zamanda, lay mayesinin və orada həll olunan qazın kəmiyyət və keyfiyyət tərkibi dəyişir ki, bu da onların doyurduğu süxurların litoloji tərkibindən asılıdır.

Kollektor sisteminin fiziki-mexaniki parametrlərinin dəyişməsi bilavasitə anbarda baş verən proseslərdən asılıdır. Onların arasında anbar tarazlığındakı dəyişikliklərə demək olar ki, dərhal reaksiya verən kimyəvi reaksiyalar var. Kollektor sisteminin fiziki-mexaniki parametrlərinin dəyişdirilməsi üçün tələb olunan vaxt çox vaxt lay süxurları və mayeləri təşkil edən elementlər arasında kimyəvi

reaksiyaların baş vermə vaxtından xeyli uzun olur. Buna görə də həm layın quyuya yaxın zonasında, həm də quyuda baş verən istənilən kimyəvi reaksiya məhsullarının, məsələn, karbon qazının (CO_2) konsentrasiyasının ölçülməsi lay zonasının vəziyyətini qiymətləndirməyə imkan verir. konsentrasiya dəyişikliklərinin qurulmuş ayrılərindən istifadə etməklə.

Həll olunmuş qazın tərkibində CO_2 konsentrasiyasının və quyu ağzında lay suyunda karbon turşusu ionlarının konsentrasiyasının ölçülməsi həm dibdə, həm də quyunun dib hissəsində təzyiq dəyişikliklərinə reaksiya verən bir növ göstərici kimi istifadə edilə bilər. formalaşması və quyunun drenaj zonasında keçiricilik vəziyyətinə (skin-faktor).

Bu qənaət layda CO_2 konsentrasiyasının əmələ gəlməsi və dəyişməsi ilə “quyu-lay” sistemini xarakterizə edən parametrlərdə dəyişikliklər arasında müəyyən edilmiş qanunauyğunluqlar, onlar arasında əhəmiyyətli korrelyasiyanın olması əsasında qəbul edilmişdir ⁸.

Aparılan tədqiqatlar bu parametrləri ölçmək üçün quyuya endirilmiş xüsusi avadanlıqdan istifadə etmədən dib və lay təzyiqinin qiymətlərinin kəmiyyət hesablanması metodologiyasını işləyib hazırlamağa imkan verdi. CO_2 konsentrasiyasının ölçülmüş dəyərlərindən və onların törəmələrinin hesablanmış qiymətlərindən yaranan ayrılərin zamanın loqarifmi ilə bağlı şərhli təzyiq düşməsi və bərpa ayrılərinin (səmərəlilik və təzyiqin artması) şərhli proseduruna bənzəyir. müvafiq olaraq).

Zamanın müəyyən nöqtələrində ölçülən CO_2 konsentrasiyasının diskret dəyərlərinin loqarifmik törəməsinin qrafiki sonlu fərqləri hesablamaq və ədədi fərqləndirmə üsullarını tətbiq etməklə əldə edilə bilər. Təklif olunan prosedur “Matlab” proqramından istifadə etməklə ədədi simulyasiya edilmişdir.

Təklif olunan problem bəyanatında verilənlərin təhlili həll

⁸ Гусейнова Н.И. Анализ возможности управления концентрацией углекислого газа в пласте. // АНХ. 2007, №2, с. 26-30.

olunmuş qazın tərkibindəki CO_2 konsentrasiyasının dib təzyiqinin dəyişməsinə və bunun vasitəsilə quyunun dibində hasilat sürətinin dəyişməsinə reaksiyasının təhlilidir. Bu, həm quyudakı mayenin həcmindən, həm də dib təzyiqindən asılı olan quyunun həcminin təsirini nəzərə alır. Quyuların həcmnin təsiri axan quyular və vurulan quyular üçün fərqlidir. Tədqiqat zamanı aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

- Karbon qazının yüksək konsentrasiyası Azərbaycanda bir çox yataqlar üçün xarakterikdir. “Günəşli” yatağının məhsuldar horizontlarında həll olunmuş qazda karbon qazının konsentrasiyasının tədricən artması müşahidə olunur. Neft Daşları yatağında bəzi horizontlarda lay suyunda karbon turşusu ionlarının miqdarı artmışdır. Abşeronun bütün yataqları üçün lay sularının kimyəvi tərkibində dəyişiklik sxemi, yəni HCO_3^- karbon turşusu ionlarının konsentrasiyasının artması qeyd edilmişdir.

- Həll olunmuş qazın tərkibində CO_2 konsentrasiyasının dəyişmə həddi müxtəlif məhsuldar horizontlar üçün fərqlidir. Lay sularında karbon turşusu ionlarının miqdarı da zamanla artır.

- Qarşılıqlı təsiri nəticəsində layda lay mayələrinin tərkibində dəyişiklik, o cümlədən CO_2 əmələ gəlməsi təqribən bir neçə gün rində baş verən kimyəvi proseslər. Buna görə də quyu hasilatında CO_2 -nin tərkibi lay sisteminin vəziyyətindəki dəyişikliklərin diaqnostik göstəricisi kimi istifadə edilə bilər.

- “Günəşli” və “Neft Daşları” yataqlarında həll olunmuş qazın tərkibində CO_2 konsentrasiyası ilə metan (CH_4) və onun homoloqlarının tərkibi arasında tərs korrelyasiya mövcuddur. Kollektorda CO_2 -nin əmələ gəlməsinə naften turşularının oksidləşməsi kömək edir. Həll olunmuş qazın tərkibində CO_2 konsentrasiyası verilmiş quyu üçün sabit qiymət deyil və geniş diapazonda dəyişir.

- CO_2 konsentrasiyasının dəyərlərinin dəyişməsi ilə ölçmələr arasındakı vaxt arasındakı əlaqənin dövriliyi aşkar edilmişdir. Quyunun dibi zonasında karbon qazının tədricən yığılması baş verir ki, bu da müəyyən vaxt ərzində (1,5 aydan 3 aya qədər) müəyyən kritik qiymətə çatır. Kritik konsentrasiyanın qiyməti quyunun dib

zonasında layın fiziki-mexaniki, kimyəvi, deformasiya və istilik xüsusiyyətlərindən asılıdır. Bu xassələrin zaman keçdikcə dəyişməsi və müxtəlif quyular üçün fərqli olması səbəbindən müxtəlif zaman dövrlərində CO₂-nin kritik konsentrasiyasının qiyməti də fərqli olacaqdır.

- CO₂ müxtəlif avans dərəcələri ilə rezervuar vasitəsilə miqrasiya edir. Xüsusi çəkisi 1,52 olan karbon qazının xaricə axını qazın xüsusi çəkisi 0,580 olan karbohidrogen hissəsinin çıxış sürətindən demək olar ki, 8 dəfə azdır. Nəticədə, lay qazında CO₂ miqdarı artır.

- Həll olunmuş qazın tərkibində CO₂ konsentrasiyasının artması məhsuldar horizontda lay təzyiqinin azalması ilə əlaqədardır.

- CO₂ konsentrasiyası ilə neft-su kontaktının yeri arasında korrelyasiya müəyyən edilmişdir.

- Su axını sürətləri ilə CO₂ konsentrasiyası arasında əhəmiyyətli korrelyasiya var.

- Azərbaycanın bir çox yataqlarında lay şəraitində temperatur və təzyiq CO₂ üçün kritik dəyərlərdən yüksəkdir. Buna görə də lay superkritik şəraitdədir. Buna görə də suda demək olar ki, tamamilə həll olunur. CO₂ lay sularında müxtəlif formalarda ola bilər: sərbəst karbon qazı H₂CO₃ şəklində və HCO₃⁻, CO₃⁻² ionları şəklində.

- Lay suyunda ionların konsentrasiyası suyun duzluluğundan (ion gücü) və qələviliyindən (pH) asılıdır.

- İlk karbon turşusu HCO₃⁻ ionunun tərkibi arasında suyun ion gücü, CO₃⁻² ionlarının, naften turşularının duzları, Na⁺, K⁺ ilə birbaşa əlaqə aşkar edilmişdir. Palmerin xüsusiyyətlərindən ilkin qələviliklə birbaşa əlaqə müşahidə olunur. Birinci karbon turşusu ionunun HCO₃⁻ məzmunu ilə Ca⁺² və Mg⁺² ionlarının tərkibi və digər Palmer xüsusiyyətləri - ilkin və ikincil duzluluq, ikincil qələvilik arasında tərs əlaqə müşahidə olunur.

- Karbon turşusu CO₃⁻² -nin ikinci ionunun tərkibi arasında HCO₃⁻ ionlarının, naften turşularının duzlarının tərkibi ilə birbaşa əlaqə aşkar edilmişdir. Palmerin xüsusiyyətlərindən ilkin qələviliklə birbaşa əlaqə müşahidə olunur. Ca⁺² və Mg⁺² ionlarının tərkibi və digər Palmer xüsusiyyətləri ilə tərs əlaqə müşahidə olunur - ilkin və

ikincil duzluluq, ikincil qələvilik. Bu əlaqələrin mövcudluğu rezervuarların stimullaşdırılması üsullarının inkişafında istifadə edilə bilər.

-Debay-Hükelin ion tarazlığı nəzəriyyəsinin lay suyunun kimyəvi analizinin nəticələrinə tətbiqi əsasında həm anbarda, həm də standart şəraitdə CO₂-nin müxtəlif formalarının faizini təyin etmək üçün hesablama proseduru işlənib hazırlanmışdır.

- Lay suyunun həm layda, həm də standart şəraitdə pH-nın hesablanması metodoloji əsasları həll olunmuş qazda CO₂-nin konsentrasiyası ilə lay suyunun pH-sı, onun ion gücü və s. tərkibində bikarbonat ionlarının tərkibi.

Lay suyunda karbon qazının tərkibi Ca⁺² ionlarının konsentrasiyası ilə qarşılıqlı əlaqədədir. Lay suyunda sərbəst karbon qazının miqdarının və kalsium ionlarının konsentrasiyasının hesablanması nəticələrinə əsasən karbonat süxurlarının eriməsinin baş verdiyi karbon qazının konsentrasiyasının qiyməti müəyyən edilir Məhsuldar təbəqənin rezervuar sisteminin vəziyyətini təyin etmək üçün işlənmiş üsul Fisher, Shannon entropiyalarının və istehsal olunan və vurulan məhsulların həcmələri ilə tərtib edilmiş zaman sıraları üçün digər məlumat göstəricilərinin hesablanmasına əsaslanır⁹.

Beşinci fəsil dörd bölmədən ibarətdir. Birinci bənd Fisher, Shannon entropiyalarının və istehsal olunan və vurulan məhsulların həcminə görə tərtib edilmiş zaman sıraları üçün digər məlumat göstəricilərinin hesablanmasına əsaslanan məhsuldar lay sisteminin vəziyyətinin müəyyən edilməsi metodunun işlənib hazırlanmasına həsr edilmişdir Məhsuldar layın vəziyyətini təyin etmək üçün işlənib hazırlanmış üsul Fisher, Şennon entropiyalarının və hasil olunan və laya vurulan məhsulların həcmələri üzrə tərtib edilmiş zaman sıraları üçün hesablanan digər məlumat göstəricilərinin qiymətləndirilməsinə

⁹ Гусейнова Н.И. Изменение концентрации CO₂ в нефтесодержащих пластах и влияние этого фактора на показатели разработки месторождения. // АНХ, 2006, №12

əsaslanır ¹⁰. Onların dinamikası əsasında yatağın və onun ayrı-ayrı zonalarının təkamül mərhələsinin vaxt sərhədlərinin erkən diaqnostikası, həmçinin neft hasilatının vəziyyətinin layda nəzərdə tutulan təsirə uyğunluğunun qiymətləndirilməsi aparılır. Problem Fortis (Fortis) neft yatağının 27 il ərzində (n=324) sahə məlumatlarının misalında həll edilmişdir.

Paraqrafda problemin ifadəsi, həmçinin informasiya nəzəriyyəsi və riyazi hesablamalardan lazımi məlumatlar var. İkinci abzasda misal kimi real verilənlərdən istifadə etməklə problemin həlli üçün alqoritmın hazırlanması həyata keçirilir. Standart yoxlama proseduru verilmiş zaman sıralarının paylanmasını müəyyən edir. Təqdim olunan seriyalardakı dəyərlər davamlı xarakterli bir signalın diskret təmsilidir və müxtəlif baş vermə ehtimalına malikdir, bu da entropiya qiymətləndirməsinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Buna görə də hesablamalar üçün ehtimal sıxlığının paylanma funksiyası olan düsturlardan istifadə olunur. Hər bir zaman seriyası üçün aşağıdakı hesablamalar aparılır:

Normallaşmadan sonra, nəticədə hər bir zaman sırası üçün paylanma funksiyası F alınır, zamanla paylanmanın çoxhədlili yaxınlaşması aparılır. Hər bir zaman seriyası üçün riyazi gözlənti və dispersiya hesablanır. Bundan əlavə, müvafiq düsturlara görə, hər bir zaman seriyası üçün məlumat xüsusiyyətləri Fisher FIM və Shannon H , entropiya gücü N və Fisher I_f və Shannon I_{sh} görə məlumat miqdarı, entropiyanın dəyişmə sürəti, müvafiq olaraq, Fisher və Shannon DI_f görə, . Müvafiq nəticələri əldə etmək üçün seçmə töhfə funksiyası U_t , log-ehtimal funksiyası L kimi göstəricilərin ilkin hesablanması, paylanma sıxlığı funksiyası olan davamlı ümumi populyasiya və bir ilə diskret ümumi populyasiya vəziyyətlərində aparılır. ehtimal paylanması $P(x, \theta)$ ($\sum_x P(x, \theta) = 1$). Hər bir paylama

¹⁰ Сулейманов Б.А. Гусейнова Н.И. Анализ состояния разработки месторождения на основе информационных показателей Фишера и Шеннона.// «Автоматика и телемеханика», 2019, No. 5, pp. 118-185.

F üçün bir paylama parametri müəyyən edilir - təsadüfi real dəyər X . Bu təsadüfi dəyişənin istənilən ədədi xarakteristikası (riyazi gözlənti a , dispersiya σ və s.) və ya paylanma ifadəsinə açıq şəkildə daxil edilmiş hər hansı sabit θ parametri kimi qəbul edilə bilər. Yuxarıda göstərilən funksiyaların müəyyən edilməsi vaxt nəzərə alınmaqla həyata keçirilir. Zaman amilini nəzərə almaq üçün polinom asılılığından istifadə etmək təklif olunur. m polinomunun dərəcəsi elə seçilir ki, asılılıq ən az səhvlə təsvir edilsin. Fisher və Shannon *Dİf*-ə görə müvafiq olaraq entropiyanın dəyişmə sürəti zaman seriyası məlumatlarının paylanmasının heterojenliyini təhlil etmək üçün istifadə olunur və entropiya artımının zaman artımına nisbəti kimi müəyyən edilir. Əldə edilən məlumatlara əsasən, Fisher-Shannon planı qurulur. İstənilən zaman seriyası üçün etibarlı olan aşağıdakı prinsiplər əsasında əldə edilən nəticələr şərh olunur:

a. $H=0$ və $FIM=0$ olarsa, yatağın rezervuar sisteminin vəziyyəti dəyişmir. Nəzərdən keçirilən sistemdə qeyri-müəyyənliklər nə qədər az olarsa, onun həyata keçirə biləcəyi vəziyyətlər bir o qədər az olar (H azalır). Sistemdə qeyri-müəyyənlik nə qədər çox olarsa, bir o qədər çox vəziyyəti həyata keçirə bilər (H artır). Bütün mümkün vəziyyətlər eyni ehtimal olduqda entropiya maksimum mümkün dəyəri alır.

b. FIM , zaman sıralarının seçmə töhfəsi funksiyasının dispersiyasındakı dəyişikliyi xarakterizə edir, buna görə də sahənin inkişafının hər yeni mərhələsində seriyanın dəyərlərinin ortalamadan sapmasının qeyri-müəyyənliyinin ölçüsü kimi şərh olunur. Ardıcıl olaraq bir-birinin ardınca gedən müxtəlif amplitudların (sıçrayışların) funksiyasının ifrat olması, rezervuar sisteminin inkişafının növbəti mərhələsinə mümkün keçid şərtlərini tanımağa imkan verir.

c. Fisher-Shannon planı göstəricilərin kəmiyyət dəyişməsində özünü göstərən sistemin daxili vəziyyətindəki dəyişikliyin sistemin bir inkişaf mərhələsindən digərinə keçid şərtlərini necə xarakterizə etdiyini göstərir. Bu əlaqə mərhələli xarakter daşıyır. Hər bir mərhələ sistemin inkişaf mərhələsinin fəaliyyət dövrünə uyğundur.

d. *If (Ish)* asılılığında ekstremumların olması yatağın işlənməsi mərhələsində dəyişikliyə səbəb olan keçidqabağı vəziyyətin

başlanğıcı kimi şərh olunur. Üstəlik, bu dövrün başlanğıcı DIf -in dəyişməsi ilə zamanla üst-üstə düşür. DIf və $DIsh$ -dəki dəyişikliyin əlaməti, böyüklüyü və xarakteri böyük əhəmiyyət kəsb edir ki, bu da hazırkı anda anbar sisteminin təkamül sürətini, fazasını və istiqamətini mühakimə etmək üçün istifadə edilə bilər. Bu funksiyaların qəbul etdiyi dəyərlər zamanla artırsa, sistem entropiyanın artması ilə ən çox ehtimal olunan vəziyyətə meyl edir - rezervuarda relaksasiya prosesləri baş verir. Əgər DIf və $DIsh$ dəyərləri azalarsa, o zaman sistem özünü təşkil etmə mərhələsinə daxil olur və onda bəzi yeni nizam yaranır və inkişaf edir. Əgər DIf və $DIsh$ zamanla dəyişməzsə, o zaman sistem durğunluq mərhələsindədir.

e. İnkişaf mərhələsinin keçiddən əvvəlki dövrünün daha ətraflı təhlili yarımloqarifmik koordinatlardan istifadə etməyə imkan verir. Zaman sıralarının belə qrafik təsviri ilə informasiyanın qəbulu rejimində ən kiçik dəyişikliklər vurğulanır və Dekart koordinat sisteminin aşkar etməyə imkan vermədiyi qanunauyğunluqlar aşkarlanır. Beləliklə, yarımloqarifmik koordinatlarda təqdim olunan $If(T)$ dinamikası təkcə inkişaf məlumatlarından birbaşa yeni mərhələyə keçidi tanımağa deyil, həm də keçiddən əvvəlki dövrləri müəyyən etməyə imkan verir. Yarımloqarifmik koordinatlarda $Ish(T)$ dinamikası göstərir ki, bütün dəyərlər 4 qrupa bölünür, hər biri sistemin vəziyyətini xarakterizə edir və öz müntəzəm baş vermə tezliyinə malikdir. Üst amplitüdün ən ümumi dəyərləri. Bu, sistemin qeyri-müəyyənliyinin dinamikasını proqnozlaşdırmağa və onun hansı vəziyyətləri həyata keçirməyə qadir olduğunu müəyyən etməyə imkan verir. Yarımloqarifmik koordinatlarda $Ish(T)$ üzrə $If(T)$ qrafik asılılıqları sistemin vəziyyətinin bu və ya digər mərhələyə necə uyğun olduğunu göstərir. Nöqtələrin kütləvi toplanması, anbar sisteminin vəziyyətinin bir mərhələdə dəyişdiyi zaman intervallarını vurğulayır. Yatağın yığılmış işləmə tarixi əsasında aparılmış hesablamanın nəticələrinə əsasən yatağın işləməsinin keçmiş mərhələlərinin zaman sərhədləri fərqləndirilir. Funksiyanı dəyişdirməklə, yatağın işləməsi vəziyyətinin daha ətraflı təhlili üçün bir müddət seçilir. Bu, xüsusi olaraq nəzərə alınan müddət və

anbar sisteminin vəziyyəti üçün aktual olan anbara təsir barədə qərar qəbul etmək üçün anbardakı vəziyyəti aydınlaşdırmağa imkan verir. Bütün vaxt dövrü yerli vaxt bölmələrinə bölünür, bunun üçün yuxarıda göstərilən məlumat xüsusiyyətlərinin hesablamaları təkrarlanır.

Alınmış nəticələrin təhlili göstərmişdir ki, yatağın informasiya göstəricilərinin dinamikası nəzərə alınmadan istismarı neft hasilatının azalmasına, suyun kəsilməsinin artmasına, layların stimullaşdırılmasının qeyri-rasional rejiminə səbəb olur.

Tədqiqat zamanı aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

- Yataqların işlənməsi vəziyyətinin təhlili üçün Fişer və Şennon entropiyasının hesablanmasına və istehsal olunan və vurulan məhsulların həcminə dair məlumatlardan tərtib edilmiş zaman sıraları üçün digər məlumat göstəricilərinə əsaslanan metod təklif olunur.

- Neft və su hasilatı templərinin və vurulan suyun həcminin zaman silsiləsi məlumatlarından hesablanmış informasiya göstəricilərinin dinamikasının birgə təhlili həm bütövlükdə yatağın, həm də onun təkamül mərhələsinin zaman sərhədlərinin erkən diaqnostikasına imkan verir. ayrı-ayrı zonalar, anbara təsirin yataqların işlənməsi vəziyyətinə uyğunluğunu qiymətləndirmək. Təhlil süxurların və onları doyuran mayelərin fiziki-mexaniki və litoloji xassələrinin dəyişməsi haqqında məlumat tələb etmir¹¹.

- Təklif olunan informasiya metodundan istifadə etməklə Fortis yatağının işlənməsinin təhlili göstərdi ki, yatağın informasiya göstəricilərinin dinamikası nəzərə alınmadan istismarı neft hasilatının azalmasına, suyun kəsilməsinin artmasına və layların rasional stimullaşdırılması rejiminə gətirib çıxarır.

İkinci paraqraf fraktal ölçülərin təhlili üsullarından və veyvlet

¹¹ Suleimanov Baghir, Huseynova N.İ., Rzayeva Sabina & Tulesheva Gulnar. Results of Acidizing Injection Wells on the Zhetybai Field (Kazakhstan) //Journal: Petroleum Science and Technology Petroleum Science and Technology, Volume 36, 2018 - Issue 3 Pages 193-199.

çevrilmə¹² texnologiyasından istifadə edərək lay sisteminin diaqnostikasına həsr edilmişdir. Yatağın qurudulmuş ehtiyatlarının fraktal xüsusiyyətlərinin və neft hasilatının artımının ayrı-ayrı sahələrinin kompüterləşdirilmiş hesablanması və kəmiyyət vizuallaşdırılmasından istifadə etməklə yataqdan neft ehtiyatlarının işlənməsi prosesinin öyrənilməsi üçün texnika təklif olunur¹³. Fəsil dörd alt bölmədən ibarətdir. İlk iki yarım bölmədə problemin tərtibi, onun həlli üçün zəruri olan fraktal ölçülər və dalğalar nəzəriyyəsindən məlumatlar və riyazi hesablamalar təqdim olunur. Üçüncü abzas yatağın işlənməsini səciyyələndirən fraktal ölçülərin göstəricilərinin hesablanması yolu ilə lay proseslərinin dinamikasında məkan-zaman strukturunun ayrılmasına həsr edilmişdir. Hausdorff-Besikoviç monofraktal ölçüləri qutu üsulu ilə, ümumiləşdirilmiş Rényi fraktal ölçüləri isə multifraktal fluktuasiya analizi üsulu ilə əldə edilmişdir. Neft-su təmas cəbhəsinin fəza strukturunu müəyyən etmək üçün fraktal xarakteristikaları hesablamaq üçün məhsuldar horizontun lay sistemini miqyaslaşdırmanın yeni metodu təklif olunur ki, bu da həm bütövlükdə məhsuldar horizonta, həm də konkret məhsuldar layın zonası tətbiq oluna bilər. Metod dalğaların çevrilməsi metodunun tətbiqi əsasında hazırlanmışdır. Neft-su təmas cəbhəsinin fəza quruluşunu müəyyən edərkən monofraktal yanaşmadan istifadə olunur. Neft-su təması cəbhəsinin müxtəlif miqyaslarda təmsil olunması indiki dövrdə onun xarakterik xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsi prosedurunu həyata keçirməyə imkan verir.

İnkişaf prosesinin qiymətləndirilməsi üçün təklif olunan sxem aşağıdakı əsas mərhələlərdən ibarətdir:

¹² Гусейнова Н.И. Диагностика пластовой системы методами фрактального анализа с использованием теории вейвлетов // Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции «Технологические инновации в современном мире» (28 ноября 2019 г., г. Уфа). В 3 частях. Ч.1, Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2019, С.157-164.

¹³ Сулейманов Б.А., Дышин О.А., Гусейнова Н.И. Определение фрактальной размерности фронта вытеснения нефти водой на основе данных нормальной эксплуатации скважин. // «Нефтяное хозяйство», 2011, №12, с.111-114.

- Neft və su hasilatı templərinin və vurulan agentin həcmünün zaman sırasının multifraktal ölçüsünün alqoritmik hesablanması.

- Alınan multifraktal ölçülərin zamana görə paylanmasının xarakterik xüsusiyyətləri vurğulanır.

- Təklif olunan metodologiyaya uyğun olaraq, əldə edilmiş nəticələr layun vəziyyətinin diaqnostik qiymətləndirilməsi üçün şərh edilir ki, bu da lay sisteminin cari diaqnostikası əsasında yatağın işlənməsi strategiyasına və taktikasına dəyişikliklər etməyə imkan verir¹⁴.

Neftin su və ya digər agentlərlə yerdəyişməsinin ön hissəsinin monofraktal ölçüsünün təyini əsasında vurulan su cəbhəsinin irəliləməsinə nəzarət və idarə edilməsi məsələsinin həlli aşağıdakı əsas mərhələlərdən ibarətdir:

- Hidrodinamik göstəricilərin hesablanması və vizuallaşdırılması alqoritmi əsasında məhsuldar horizontun təsir üçün ayrılmış hissəsində vurulan suyun irəliləməsinin ön hissəsinin həndəsi sxemi və vizual təsvirinin alınması alqoritmi işlənilib hazırlanır. hesablamaların və vizuallaşdırma prosesinin sonrakı avtomatlaşdırılması.

- Tədqiq olunan məhsuldar üfüqdən işləyən hasilat və suvurma quyularının yerləşməsi ilə bağlı cəbhə xəttinin lokalizasiyasını vizuallaşdırmağa imkan verən məhsuldar layın tədqiq olunan zonasının miqyasının artırılması sxemi hazırlanır.

- Müxtəlif miqyaslarda vurulan maye cəbhəsinin monofraktal ölçüsünün alqoritmik hesablanması.

Alqoritmın işlənilib hazırlanması üzrə aparılan tədqiqatlar əsasında tədqiq olunan obyektlərin monofraktal və multifraktal ölçülərinin və sahənin məhsuldar horizontunun rezervuar sisteminin həndəsi formada təqdim edilən xüsusiyyətlərinin hesablanması üçün "Matlab" proqramının interaktiv mühitində proqram modulu

¹⁴ Suleimanov Baghir, Huseynova N.İ. Analyzing the State of Oil Field Development Based on the Fisher and Shannon Information Measures.//ISSN 0005-1170. Automation and Remote Control, 2019. Vol. SO. No. 5, pp. 882-896. © Pleiades Publishing. Ltd.. 2019.

yaradılmışdır.

- Məlumatların işlənməsinin təklif olunan metoduna uyğun olaraq müxtəlif miqyaslarda təqdim olunan cəbhənin xarakterik xüsusiyyətləri fərqləndirilir. Alınan nəticələr lay sisteminin vəziyyətinin diaqnostik qiymətləndirilməsi üçün şərh edilir ki, bu da suvarma dillərinin mənşəyini proqnozlaşdırmağa, yerdəyişmə cəbhəsinin irəliləməsinin vahidliyinə nəzarət etməyə, baxımından heterojen olan anbar zonalarını müəyyən etməyə imkan verir. keçiriciliyi, laylara təsir və quyuların iş rejiminin tənzimlənməsi proseslərinə lazımi düzəlişlər etmək.

- Alınan nəticələrin etibarlılığının əsaslandırılması multifraktal ölçüsün hesablanmış zaman sıraları, müxtəlif miqyaslarda yerdəyişmə ön mövqeyinin monofraktal ölçüsünün qiymətləri və faktiki zaman sıraları arasında əlaqənin müəyyən edilməsi əsasında həyata keçirilir. Nümunə kimi real məlumatlardan istifadə etməklə neft və su axını sürətləri və vurulan agentin həcmi.

Aparılmış tədqiqatlar əsasında göstərilmişdir ki, fraktal xarakteristikaları müəyyən etməklə hasilat quyularına münasibətdə neftdəyişmə cəbhəsinin məkan-zaman vəziyyətini müəyyən etmək mümkündür. Bunun üçün yerdəyişmə cəbhəsi ilə aralarında müdaxilənin fəaliyyət göstərdiyi quyular qrupu arasındakı məsafəni təyin etmək üçün yeni üsul təklif olunur. Metod Hausdorff metrikası olan yeni məsafə ölçüsünün tətbiqinə əsaslanır. Əldə edilmiş xüsusiyyətlərin dinamikasının birgə təhlili yerdəyişmə cəbhəsinin irəliləməsinin vahidliyinə nəzarət etməyə, həmçinin yaranan suvarma dillərini müəyyən edərkən onu məqsədyönlü şəkildə düzəltməyə imkan verir. 4-cü bölmədə Günəşli yatağı məlumatlarının təmsalında yuxarıda göstərilən üsulların tətbiqinin nəticələri təqdim olunur. Neft və su hasilatının orta sutkalıq dəyərlərinin zaman sıralarının və həcmli vurulma sürətinin göstəriciləri əsasında neftin su ilə yerdəyişməsinin ön hissəsinin hərəkəti öyrənilmişdir.

Tətbiq olunan fraktal analiz metodlarından və dalğa məlumatlarının çevrilməsi texnologiyasından istifadə etməklə aparılmış hesablamaların nəticələrinin təhlili əsasında aşağıdakı nəticələr çıxarılmışdır:

- Fraktal analiz üsullarından istifadə etməklə neft hasilatı prosesinin dinamik təhlili dalğaleet çevrilməsi ilə transformasiya edilmiş verilənlərə aralıq mərhələlərin müəyyən edilməsi ilə nizamdan xaosə və əksinə keçidlərin daha ətraflı təsvirini verir.

- Neft-su təmas cəbhəsi ilə quyu qrupunun yerləşdiyi, aralarında müdaxilənin olduğu zona arasındakı məsafəni müəyyən etmək üçün yeni yanaşma təklif edilmişdir.

- Məhsuldar laya tədqiqi zonasının qeyri-müntəzəm miqyasının aparılması üçün dörd ağaclı üsulun tətbiqi əsasında yeni yanaşma təklif olunur. Təklif olunan yanaşmanın tətbiqi neft-su təmas cəbhəsinin fəza quruluşunu daha ətraflı aşkar etməyə imkan verir.

- Zaman sırasının müxtəlif hissələrində ümumiləşdirilmiş fraktal ölçüsün qiymətlərinə əsasən yerdəyişmənin xarakterini və onun məkan lokalizasiyasını müəyyən etmək mümkündür.

- Laya təsir təkcə lay təzyiqinin saxlanması prinsiplərinə əsaslanmalı, həm də sistemin özünü təşkili prosesini nəzərə almalıdır. Bu təsirin korreksiyası üçün ən effektiv üsul tətbiq olunan fraktal analizdən istifadə etməklə laydan neftin çıxarılması prosesinin dinamik təhlili və metadavlet məlumatlarının transformasiyasından istifadə etməkdir.

Altıncı fəsildə “Qərbi Abşeron” yatağının məhsuldar horizontlarının QA və QD-nin vəziyyətinin diaqnostikası üçün işlənilib hazırlanmış metod və proqramların praktiki tətbiqinin nəticələri, EOR-un əsaslı seçimi üçün təqdim olunur. Fəsil altı bölmədən ibarətdir. İlk iki bölmədə problemin ifadəsi, həmçinin “Qərbi Abşeron” yatağının qısa təsviri təqdim olunur.

Şəkil 2-də yatağın müxtəlif məhsuldar horizontlarında neft, su, həll olunmuş qaz və vurulmuş su hasilatının dinamikası göstərilir. Üçüncü bölmədə real məlumatların nümunəsində qoyulan problemin həllini təqdim edir. İlk növbədə, “Qərbi Abşeron” yatağının hazırkı işlənməsinin mərhələsinin təyini Fişer-Şennon üsulu ilə aparılmışdır. Hər bir horizont üçün neft, qaz və su üçün Fisher-Şennon birləşmiş planı qurulmuş və neft, qaz və su üçün məlumatların qəbulu sürəti hesablanmışdır. Şəkil 3-də QA məhsuldar horizont üçün Fisher və Shannon metodlarının informasiya göstəricilərinin hesablanması və

təhlili ilə yataqların işlənməsinin hazırkı mərhələsi müəyyən edilmişdir. Daha sonra “Qərbi Abşeron” yatağının QD məhsuldar horizontunda filtrasiya axınlarının paylanması vizuallaşdırılması, maye və qaz üçün nisbi keçiriciliyin qiymətləndirilməsi aparılıb.

İşin növbəti mərhələsində ümumiləşdirilmiş fraktal ölçülərin spektri alınmış və ümumiləşdirilmiş Hurst göstəricilərindən istifadə edərək onun dinamikası öyrənilmişdir. Layda su-neft təmas xəttinin hərəkət dinamikasını xarakterizə edən parametrlər hesablanır, yəni: cərəyan və potensialın funksiyaları, neft hasilatının, hasil edilən və vurulan suyun qiymətlərinin zaman sıraları üçün fraktal ölçülər və layda su-neft təmas xəttindən hasilat quyularına qədər olan minimum məsafə. Şəkil 4 və 5-də 05.2016-cı il tarixinə "Qərbi Abşeron" yatağının məhsuldar QD horizontunda hesablanmış məlumatların əsasında təyin edilmiş mayenin irəliləməsinin ön xəttinin və mayenin hərəkəti zamanı əmələ gələn barmaqların vizuallaşdırılması göstərilir.

QD məhsuldar horizontu üçün lay təzyiqinin və faza keçiriciliyinin paylanması qiymətləndirilməsi aparılmışdır. Əldə edilmiş diaqnostik məlumatlar lay mühitinin mövcud vəziyyətinə uyğun olaraq EOR-un ağlabatan seçimini etməyə imkan verdi. Seçim modernləşdirilmiş ikinci tip skrining təhlili əsasında edilib.

Stimulyasiya üçün namizəd quyuları seçərkən ilk növbədə baxılan sahədə onların dib zonasında müxtəlif növ stimullaşdırma müalicələrinə ehtiyacı olan quyuların seçilməsi üçün xüsusi prosedurdan istifadə etmək tövsiyə olunur. Bu, quyu hasilatının su kəsilməsini azaltmağa və neft hasilatının həcmi artırmağa imkan verir. Belə ki, aparılan tədqiqatlar əsasında neft hasilatını artırmaq üçün seçilmiş təsir metodlarının effektivliyini əsaslandırmaq üçün lay sisteminin mövcud vəziyyətinin diaqnostikası metodlarının hansı ardıcılıqla tətbiq edilməsinin zəruriliyi göstərilir. Qərbi Abşeron yatağının məhsuldar su anbarlarından hasilatı.

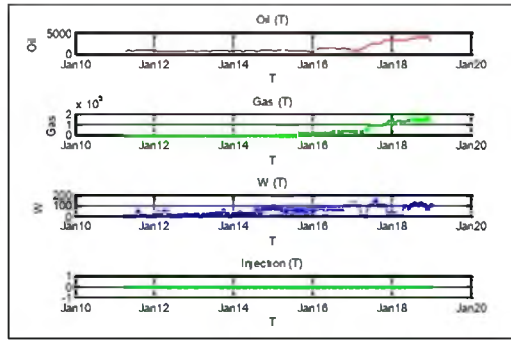
Beləliklə, tədqiqatlar zamanı aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

- QA və QD məhsuldar horizontlarının vəziyyətinin diaqnostikası işin əvvəlki fəsilərində işlənmiş metodlardan istifadə

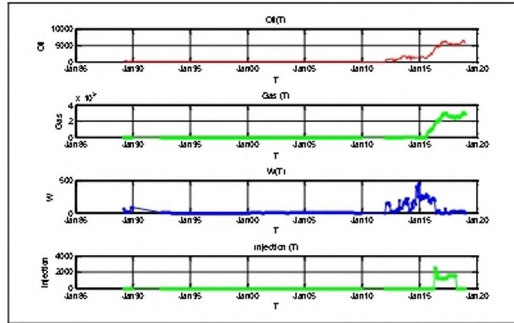
edilməklə aparılmışdır;

- Fişer-Şennon üsulu ilə neft hasilatının dinamikasına əsasən müəyyən edilmişdir ki, məhsuldar horizont QA-nın hazırkı vəziyyəti işlənmənin ikinci mərhələsinə keçid mərhələsindədir. QD məhsuldar üfüqi 2015-ci ildən inkişafın ikinci mərhələsindədir;

- Quyuların məhsuldarlığı məlumatlarına əsasən, quyuya müdaxilə nəzərə alınmaqla hidrodinamik göstəricilərin (potensial funksiyalar, cari funksiyalar, onların qradiyenti, sürət modulu və s.) paylanması qiymətləndirilməsi aparılmışdır.

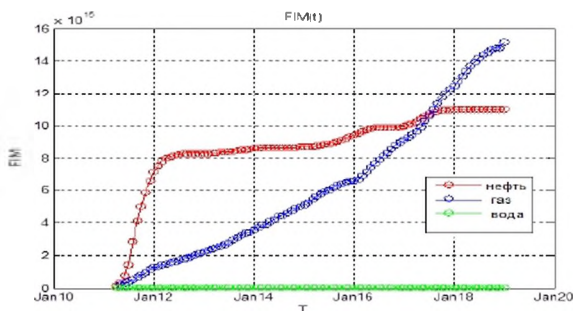


a



b

Şəkil 2. “Qərbi Abşeron” yatağının QA(a) və QD (b) məhsuldar horizontlarında neft, su, həll olunmuş qaz və vurulmuş su hasilatının dinamikası "



Şəkil 3. QA horizontu üçün neft, qaz və su üçün Fisher-Shennon birgə planı

Həll olunmuş qazın tərkibindəki CO₂-nin tərkibinə əsasən, quyuların müdaxiləsi nəzərə alınmaqla, tədqiq olunan məhsuldar horizontda lay təzyiqinin və neft, qaz və su üçün nisbi keçiriciliyin paylanması hesablanmışdır;

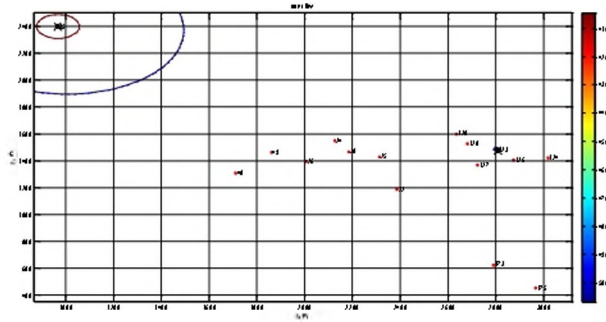
- Neft-su təmasınn ön xətti müəyyən edilmiş və onun monofraktal ölçüsü hesablanmışdır. Monofraktal ölçünün qiyməti onu göstərir ki, yerdəyşmə cəbhəsi həm zərbə boyunca, həm də lay qalınlığı boyunca yayılır;

- yerdəyşmə cəbhəsi ilə quyular qrupu arasında olan, aralarında müdaxilə olan məsafənin kritik qiymətini qiymətləndirmək üçün yeni üsuldən istifadə edilmişdir;

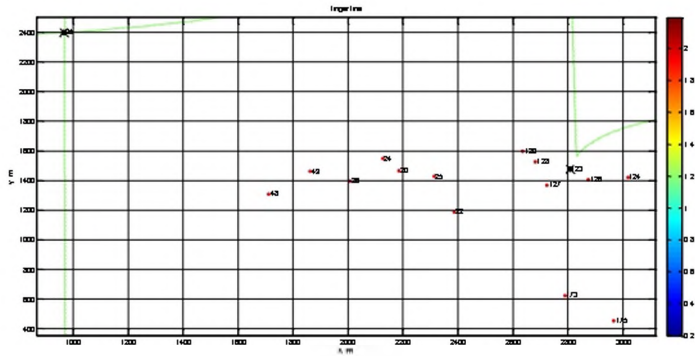
- Multifraktal xarakteristikaların hesablanması metodlarından istifadə etməklə məhsuldar layın yerdəyşmə prosesi ilə nə dərəcədə əhatə olunduğu və mövcud yataqların işlənməsi strategiyasının laylar sisteminin mövcud vəziyyətinə nə dərəcədə uyğun olduğu aşkar edilmişdir;

- Yatağın işlənmə sürətini saxlamaq üçün məhsuldar laylara təsir üsullarının tətbiqi meyarlarına uyğun olaraq layın hazırkı vəziyyətinə uyğun olan çöl və diaqnostik məlumatlara əsasən, anbara təsir üsulları seçilmiş, məqsədli; su-neft təmas cəbhəsinin hamarlanmasında, suyun irəliləmə sürətinin azaldılmasında, lay təzyiqinin saxlanmasında və neftvermənin artırılmasında. Metodların seçimi skrininq tədqiqatlarının nəticələrinə əsaslanır, nəticələri

mövcud ikinci və üçüncü stimullaşdırma üsulları sahəsində tədqiqatların xülasəsi əsasında tərtib edilmiş cədvəl məlumatlarında əks olunur.



Şəkil 4. 05.2016-cı il tarixinə "Qərbi Abşeron" yatağının məhsuldar QD horizontunda hesablanmış məlumatların əsasında təyin edilmiş mayenin irəliləməsinin ön xəttinin vizuallaşdırılması



Şəkil 5. 05.2016-cı il tarixinə "Qərbi Abşeron" yatağının məhsuldar QD horizontunda hesablanmış məlumatların əsasında təyin edilmiş mayenin hərəkəti zamanı əmələ gələn barmaqların vizuallaşdırılması

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Layda zonal təsir mexanizmləri vurğulamaqla, layın mövcud vəziyyətinin diaqnostikasında nəzəri və praktiki təcrübə və neft hasilatının artırılması üsulları ümumiləşdirilmiş, Neft hasilatının artırılmasına zonal yanaşmanın genezis problemləri kompleks müəyyən edilmişdir;

2. Neft-qaz yatağında neft hasilatının artım zonalarının formalaşması üçün "Layda məhdud təsir zonası" layihəsindən istifadə edilməsi təklif edilir. Neft hasilatının artımı sahələrinin formalaşmasında zonal yanaşmanın perspektivləri əsaslandırılmışdır. Neft-qaz yataqlarında neftvermə əmsalı aşağı olan zonaların neft hasilatının artım zonalarına çevrilməsinə şərait yaradan tədbirlərin həyata keçirilməsi qaydası müəyyən edilib;

3. Quyular arası interferensiyasını nəzərə almaqla lay sisteminin diaqnostikasının elmi əsaslı metodologiyası işlənib hazırlanmışdır. İşlənmə göstəricilərinin keyfiyyət və kəmiyyətə qiymətləndirilməsi bir çox mədən məsələlərin həllinə imkan verir, o cümlədən:

- durğun və aktiv filtrasiya zonalarının cari vəziyyətinin müəyyən edilməsi, laya vurulan suya əlavə edilən reagentin miqdarının qiymətləndirilməsi, işlənmədə olan obyektlərinin mərhələlərinin və su-neft təmas xəttinin zaman və fəza sərhədlərinin müəyyən edilməsi, lay təzyiqinin cari paylanması, faza keçiricilikləri və laya effektiv təsir üçün zəruri olan süxurun daqılma təzyiqin qradientinin hesablanması;

- seçilmiş sahədə layın süzülmə vəziyyətinin, təsirdən əvvəl və sonra diaqnostikası üçün kompleks potensiallar metodundan istifadənin seçilməsi əsaslandırılmışdır. Həm mədən, həm də laboratoriya-eksperimental şəraitdə laya təsir üçün seçilmiş zonalarda lay mayesinin paylanmasını vizuallaşdırmaq üçün mənbələr və axın nöqtələr metodundan istifadə ideyası təknilləşdirilmişdir. Onun əsasında baxılan zonaların cari süzülmə və geomexaniki vəziyyətinin diaqnostikası üçün ekspress üsullar sistemi təklif olunur;

- quyu məhsuldarlığının və neftvermənin artırılması üçün nəzərdə tutulan tədbirlərin etibarlılığına və quyu hasilatının sulaşmasına nəzarət məqsədilə laya təsir zamanı seçilmiş zonaların vəziyyətinin ilkin və sonrakı təhlili təklif edilir.

4. Lay sisteminin vəziyyətinin diaqnostika üsullarını həyata keçirmək üçün “Matlab” proqramının interaktiv mühitində həyata keçirilən proqram modulları toplusu işlənmişdir. Lazımı məlumatların toplanmasından tutmuş analitik nəticələrin şərhə ilə hesabatın yaradılmasına qədər bütün proses 1-3 gün davam edir. Hesablama proseduru təxminən 30 dəqiqə çəkir.

5. Hesablamalara sərf olunan vaxtı azaltmaq və əldə edilən nəticələrin etibarlılığını artırmaq üçün fraktal ölçülər nəzəriyyəsinin elementlərindən və veyvlet çevrilmə texnologiyasından istifadə etməklə təsir sahəsinin miqyaslandırması və su-neft kontakt hətti ilə quyular arasında məsafə müəyyənləşdirilir.

6. Su-neft kontaktının monofraktal ölçüsünün hesablanması əsasında quyuya suyun daxil edilməsinin erkən diaqnostikası metodu təklif olunur.

7. Zaman sıralarının multifraktal ölçülərinin və informasiya göstəricilərinin hesablanması əsasında hasil olunan məhsulun həcm və tərkib dəyişməklə ifadə olunan planlaşdırılmış tədbirə lay sisteminin reaksiyasının vaxtı müəyyən edilir.

8. Fisher və Shannonun informasiya göstəricilərinin hesablanması əsasında neft hasilatı proseslərinin mərhələləri ilə laylara təsir arasında uyğunluğun müəyyən edilməsi metodu təklif olunur.

9. Hasil olunan məhsulun tərkibində həll edilmiş qazda CO_2 -nin miqdarın dəyişməsinə zonal təsir tədbirlərinə ehtiyac olduğunu göstərici kimi istifadə edilməsi təklif edilir.

10. Lay sisteminin diaqnostika metodologiyasının tətbiqi və təsir üsullarının seçilməsi üçün geniş skrininq üsulları Qərbi Abşeron yatağının məlumatlarının təmsalında həyata keçirilmişdir.

Məhsuldar qatların diaqnostikası üçün hazırlanmış metodologiya aşağıdakı neft-mədən şəraitdə məhsuldar laylara təsir göstərərək istifadə edilmişdir:

Səngəçi-Düvannı-Xara-Zirə (N.Nərimanov adına NQÇİ, 446 nömrəli quyu.) 01.10.2018-ci il tarixinə neftin artımı 87 t.

Pirallahı, Lökbatan-Putu-Quşxana (Abşeronneft NQÇİ, QDü, 913 nömrəli quyu). 28 fevral 2010-cu il tarixinə neft artımı 134 ton təşkil edib.

Buzovna-Maştağa (Q.Z.Tağıyev adına NQÇİ, QüQ, 1278 nömrəli quyu.) 15 sentyabr 2008-ci il tarixə neft artımı 44,1 ton olmuşdur.

Neft süxurları (NQÇİ "Neft Daşları", X, 2430 nömrəli quyu.) 26 yanvar 2017-ci il tarixinə tədqiqat sahəsində bir sıra quyularda suda azalma, neft hasilatında artım müşahidə edilmişdir.

"Neft Daşları" yatağında (NQÇİ Neft Daşları, X, 1943, 2126, 2343 nömrəli quyular) hesablama yolu ilə alınan nəticələrin və izləyici tədqiqatların nəticələrinin müqayisəli təhlili aparılmışdır. 15.11.2018-ci il tarixində əldə edilmiş iz tədqiqatlarının nəticələri 01.06.18 tarixində (70-71 gün ərzində) aparılan hesablamalarla təsdiq edilmişdir. İzləyici tədqiqatları əvəz etmək üçün metodun birdəfəlik tətbiqindən 62,9 min manat iqtisadi effekt verilmişdir.

DİSSERTASIYANIN MÖVZUSU ÜZRƏ DƏRC OLUNMUŞ ƏSƏRLƏR

Dissertasiyanın əsas müddəaları müəllif tərəfindən şəxsən və ya həmmüəlliflikdə dərc olunan aşağıdakı nəşrlərdə öz əksini tapmışdır:

1. Мовсумов А.А. Гусейнова Н.И., Гаджиев Т.А. Влияние пульсационного характера потока бурового раствора на совершенство очистки забоя скважины. "Нефть и газ", 1996, №1-2, с. 9-13.

2. Керимов Н.К., Гусейнова Н.И., Ширинов Х.И. К вопросу о необходимости учета изменения напряженно-деформируемого состояния горных пород при проектировании и строительстве скважин. АНХ, 2001, №1, с. 28-31.

3. Гусейнова Н.И. Прогнозирование возникновения поглощения бурового раствора на основе учета напряженно-деформируемого состояния околоствольной зоны. АНХ, 2003, №1, с. 25-28, с. 48.

4. Гусейнова Н.И. Разработка методики расчета концентрации свободного углекислого газа в пластовой воде высокой минерализации. Научные труды АЗНИПИ нефти, 2005, №5, с. 32-37.

5. Гусейнова Н.И. Изменение концентрации CO_2 в нефтесодержащих пластах и влияние этого фактора на показатели разработки месторождения. АНХ, №12, 2005, с.

6. Гусейнова Н.И. Изменение концентрации CO_2 , образующегося в нефтесодержащих пластах. Научные труды НИИ «Геотехнологические проблемы нефти и газа и химия», 2006, VII том, с. 134-147.

7. Гусейнова Н.И. Связь между химическими свойствами пластовой воды и изменением концентрации CO_2 , образующегося в нефтесодержащих пластах. Научные труды НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия», 2005, VI том, с. 436-448.

8. Гусейнова Н.И. Об определении напряжений в околоствольной зоне скважины с учетом многофазности и неоднородности пластовой системы Научные труды НИИ «Геотехнологические проблемы нефти и газа и химия», 2006, VII том, с. 71-78.

9. Гусейнова Н.И. Исследование причин изменения концентрации CO_2 в нефтесодержащих пластах месторождения Гюнешли. // АНХ, 2006, №1, с. 13-21.

10. Гусейнова Н.И. Мировой опыт по использованию углекислого газа, образующегося в пластах нефтегазовых месторождений. // АНХ, 2006, №7, с. 30-36.

11. Гусейнова Н.И. Изменение концентрации CO_2 в нефтесодержащих пластах и влияние этого фактора на показатели разработки месторождения. // АНХ, 2006, №12

12. Гусейнова Н.И. Анализ возможности управления концентрацией углекислого газа в пласте. // АНХ, 2007, №2, с. 26-30

13. Гасымлы А.М., Гусейнова Н.И., Аллахвердиев Е.И. О результатах математической обработки экспериментальных данных по исследованию повышения нефтеотдачи пласта. / Научные труды ЕТИ ГНКР, 2007, №9, с. 83-87

14. Гасымлы А.М., Гусейнова Н.И., Абдуллаева Ф.Я. Опыт применения микробиологических методов воздействия на месторождения Азербайджана (на примере Пираллахи). // Proceedings 2010., №4, с. 44-52

15. Сулейманов Б.А., Дышин О.А., Гусейнова Н.И. Фрактальный анализ фронта вытеснения нефти водой.// Proceedings 2011, №4, с. 36-43

16. Сулейманов Б.А., Дышин О.А., Гусейнова Н.И. Определение фрактальной размерности фронта вытеснения нефти водой на основе данных нормальной эксплуатации скважин. // «Нефтяное хозяйство», 2011, №12, с.111-114

17. Гасымлы А.М., Гусейнова Н.И., Мусаева Ш.Ф. Анализ распределения фильтрационного потока, созданного в физической модели пласта. / Ученые записки НИИ «Геотехнологические проблемы нефти и газа и химия», 2012, XIII том, с. 100-113

18. Сулейманов Б.А., Гусейнова Н.И. Прогнозирование нефтедобычи от планируемого мероприятия, с учетом интерференции скважин. // Proceedings 2014, №1

19. Гусейнова Н.И., Гаджиев А.А., Самедзаде А.Т. О перспективах доразработки I блока горизонта КСВ месторождения Пираллахи. // SOCAR Proceedings 2014, №2, с. 3

20. Гусейнова Н.И. Оценка градиента давления при воздействии на пласт с учетом влияния интерференции скважин на деформационные и фильтрационные процессы на выделенном участке месторождения.// SOCAR Proceedings No.1 (2017) 070-82

21. Гусейнова Н.И. О преимуществах зонального подхода при моделировании гидродинамических процессов в пластах нефтяных месторождений на поздней стадии разработки. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. ISSN 0130-3872, 2017, №8, с.37-39

22. Гусейнова Н.И. Гидродинамический экспресс-мониторинг зонального воздействия на продуктивные пласты нефтяных месторождений с учетом интерференции скважин. // Нефтегазовое дело, Уфа, 2017, т.15, №3, с. 41-47.

23. Сулейманов Б.А., Гусейнова Н.И. Рзаева С.Д., Тулешева Г.Д. Промысловая реализация технологии очаговой кислотной обработки нагнетательных скважин на месторождении «Жетыбай» (Казахстан) // SOCAR Proceedings No.1 (2018), с.059-065

24. Suleimanov Baghir, Huseynova N.I., Rzayeva Sabina & Tulesheva Gulnar Results of Acidizing Injection Wells on the Zhetybai Field (Kazakhstan) //Journal: Petroleum Science and Technology Petroleum Science and Technology, Volume 36, 2018 - Issue 3 Pages 193-199
<https://doi.org/10.1080/10916466.2017.1406502>

25. Сулейманов Б.А. Гусейнова Н.И. Анализ состояния разработки месторождения на основе информационных показателей Фишера и Шеннона.// «Автоматика и телемеханика», 2019, No. 5, pp. 118-185.

26. Suleimanov Baghir, Huseynova N.I. Analyzing the State of Oil Field Development Based on the Fisher and Shannon Information Measures.//ISSN 0005-1170. Automation and Remote Control, 2019. Vol. SO. No. 5, pp. 882-896. © Pleiades Publishing. Ltd.. 2019.

27. Гусейнова Н.И. Диагностика пластовой системы методами фрактального анализа с использованием теории вейвлетов // Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции «Технологические инновации в современном мире» (28 ноября 2019 г., г. Уфа). В 3 частях. Ч.1, Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2019, С.157-164.

28. Ибрагимов Х.М., Гусейнова Н.И., Гаджиев А.А. Разработка новых методов контроля над воздействием на продуктивные пласты на примере месторождения "Нефть Дашлары"//«Scientific Petroleum», 2021, с. 37- 42

29. Ибрагимов Х.М., Гусейнова Н.И., Гаджиев А.А. Новый подход к диагностике текущего распределения потока воды, нагнетаемой в продуктивный пласт на примере данных месторождения Нефть Дашлары. // АНХ, 2021, р. 24-32 DOI: 10.37474/0365-8554/2021-12-24-32

Elmi məqalələrdə müəllifin şəxsi xidməti:

[3] - [12], [20] - [22], [27] - müstəqil icra edilir.

[1], [2], [13] - [19], [23] - [26], [28] - [29] - riyazi modelin yaradılması, proqramların yazılması, kompüter hesablamalarının aparılması və ədədi nəticələrin alınması.



Dissertasiyanın müdafiəsi “ 24 ” oktyabr 2024-cü il tarixində saat 11⁰⁰-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 Sənaye Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

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

Avtoreferat “ 21 ” sentyabr 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.



Çapa imzalanıb: 19.09.2024

Kağızın formatı: A5

Həcm: 76795

Tiraj: 30