

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
GEOLOGİYA İNSTİTUTU**

Əlyazması hüququnda

AĞAMEHDİ ƏLİMİRZƏ OĞLU ƏLİYEV

**FLÜİDLƏRİN ÇOXFAZALI SÜZÜLMƏSİ ŞƏRAİTİNDƏ
DEFORMASIYA OLUNAN QEYRİ-BİRCİNS LAYLARIN
HİDRODİNAMİK MODELİNİN İDENTİFİKASIYASI**

2525.01 – Neft və qaz yataqlarının işlənməsi və istismarı

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

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

BAKI – 2014

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü,
t.e.d., professor **Q.İ.Calalov**

Rəsmi opponentlər: texnika elmləri doktoru, professor
M.A.Dünyamalıyev

RTEA-nın akademiki,
texnika elmləri doktoru
Q.M.Pənahov

Aparıcı təşkilat: Neftin, Qazın Geotexnoloji Problemləri və Kimya
Elmi Tədqiqat İnstitutu

Dissertasiyanın müdafiəsi « 26 » may 2014-cü il saat ____ -da Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya İnstitutunun nəzdindəki D.01.081 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az-1143, Bakı ş., H.Cavid prospekti, 119.
e-mail: gia@azdata.net
Faks: (+994 12) 5372285

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat « ____ » aprel 2014-cü ildə göndərilmişdir.

**D.01.081 Dissertasiya Şurasının
elmi katibi, texnika elmləri üzrə
fəlsəfə doktoru**

D.R.Mirzəyeva

İŞİN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Tədqiqat mövzusunun aktuallığı:

Hal-hazırda Azərbaycanın neftqazlılığının gələcək inkişafı əsas etibarlı ilə çox dərinədə yerləşən neft və qaz kollektorları ilə bağlıdır. Bu nöqtəyi-nəzərdən çöküntü süxurlarının qalınlığı 30 km-ə çatan Cənubi Xəzər Çökəkliyi yataqları daha perspektivli hesab edilir. Bu yataqları təşkil edən məhsuldar qatlar 6-7 km-ə qədər və daha çox dərinlikdə yerləşməklə yüksək termobarik şəraitə məruz qalırlar.

Belə yataqların işlənməsi zamanı lay təzyiqinin aşağı düşməsi nəticəsində kollektor süxurları deformasiyaya uğrayırlar və nəticədə başlanğıc termodinamik parametrlərin, mühitin süzülmə-tutum xassələrinin və onu doyduran flüidin faza vəziyyətlərinin dəyişməsi layın məhsuldarlığının azalmasına səbəb olur.

Bu nöqtəyi-nəzərdən yataqların işlənməsi layihələrinin texnoloji sxemlərinin tərtibi və onların işlənməsinin analizi zamanı deformasiya proseslərinin nəzərə alınması həm təcrübə, həm də nəzəri cəhətdən əhəmiyyət kəsb edir. Hidrokinamik modellərin istifadəsi ilə alınmış nəticələrin keyfiyyəti mayeni və süxuru xarakterizə edən ilkin parametrlərin etibarlılığından kəskin şəkildə asılıdır. Bu parametrlərin təyini isə hidrokinamik tədqiqat üsullarının köməyi ilə həyata keçirilir. Təyin edilmiş parametrlərin dəqiqliyi tətbiq edilmiş üsuldən asılıdır. Lay parametrlərinin təyini üçün qoyulmuş hidrokinamik məsələlər riyazi nöqtəyi-nəzərdən tərs məsələlərin həllinə gətirilir ki, bu məsələlər də korrekt deyildir.

Belə məsələlərin həlli zamanı təzyiqin bərpası əyri-lərinin emalına əsaslanan üsul öz məzmununa görə bərfazalı flüidin süzülməsini xarakterizə edən hidrokinamik modellərə əsaslanır. Belə yanaşma çoxfazlı flüidin süzülməsini xarakterizə edən və vacib element sayılan nisbi faza keçiriciliklərinin təyininə imkan vermir. Süxur nümunələri əsasında laboratoriya şəraitində təyin edilmiş nisbi faza keçiriciliklərinin 3D və 2D hidrokinamik modellərində istifadəsi isə bir sıra çətinliklərlə bağlıdır. Bu baxımdan nisbi faza keçiricilik funksiyalarının yatağın işlənmə tarixi məlumatlarına görə çoxölçülü hidrokinamik modellərdə istifadəsi zamanı parametrlərə nəzərən identifikasiya üsullarının inkişafı neftqazçıxarmanın müasir nəzəri və praktiki problemləri baxımından elmi əhəmiyyət kəsb edir.

Bütün yuxarıda qeyd edilən problemlər dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığını təşkil edir.

İşin məqsədi:

Dərində yerləşən karbohidrogen yataqlarının istismarı mərhələsində texnoloji göstəricilərin faktiki məlumatlarına nəzərən prosesin hidrodinamik modelinin adaptasiyasından və bunun əsasında işlənilmənin effektivliyinin artırılmasından ibarətdir.

Tədqiqatın əsas məsələləri:

Dissertasiya işində qarşıya qoyulmuş məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlərə baxılmışdır:

1. Kollektoru deformasiya olunan məsaməli mühitdə qazlı mayenin qərarlaşmamış rejimdə süzülməsi məsələlərinin ədədi həll alqoritmlərinin, hesablama proqramları paketlərinin hazırlanması və konkret misallar təmsalında tədqiqi.

2. Açılma dərəcəsinə nəzərən natamam vertikal və horizontal quyulara flüidin axını prosesinin hidrodinamik modelləşdirilməsi.

3. Çoxfazlı flüidin qərarlaşmamış süzülməsi zamanı birgə istismar olunan çoxtəbəqəli layların işlənilməsinin hidrodinamik modellərinin variasiya qoyuluşlu parametrik identifikasiya üsullarının yaradılması.

4. Yatağın işlənilməsi tarixinin bərpası prosesində nisbi faza keçiricilikləri funksiyalarının identifikasiyası və bunun əsasında proqnoz dövrü üçün işlənilmə göstəricilərinin təyini.

Qoyulmuş məsələlərin həlli üsulları:

İşdə alınmış əsas nəticələr çoxfazlı flüidin məsaməli mühitdə süzülməsi proseslərinin riyazi modelləşdirilməsinə əsaslanır. Məsələlərin həllində yeraltı hidroqazdinamikanın, riyazi fizikanın və hesablama riyaziyyatının müasir üsullarından istifadə edilmişdir.

Alınmış nəticələrin mötəbərliyi:

Dissertasiya işində aparılan tədqiqatlar əsasında alınmış nəticələrin mötəbərliyi bu qəbildən olan məsələlərin həllində geniş istifadə edilən və kifayət qədər dəqiqliyə malik riyazi üsullardan istifadə edilməsi, test misalları və faktiki neft yatağı təmsalında proqnoz dövrü üçün işlənilmə göstəricilərinin təyini ilə təsdiq olunmuşdur.

Elmi yeniliklər:

Dissertasiya işində əldə olunan elmi yeniliklər aşağıdakılardan ibarətdir:

- ilk dəfə olaraq, kollektoru deformasiya olunan məsaməli mühitdə qazlı mayenin süzülməsini xarakterizə edən dəyişən əmsallı qeyri-xətti xüsusi törəməli diferensial tənliklər sisteminin verilmiş şərtlər daxilində şəbəkə üsulu vasitəsilə həll alqoritm qurulmuşdur və yatağın istənilən nöqtəsində koordinatdan və zamandan asılı olaraq lay təzyiqinin, neftlə doyma-

nın və quyunun debitinin dəyişmə xarakterini təyin etməyə imkan verən proqram paketi yaradılmışdır;

- ilkin geoloji və mədən məlumatlarının qeyri-dəqiqliyi və çatışmazlığı şəraitində qərarlaşmamış rejimdə flüidi və kollektoru xarakterizə edən parametrlərin lay təzyiqindən asılılığını nəzərə almaqla, birgə istismar edilən çoxtəbəqəli yataqlarda gedən süzülmə proseslərinin hidrodinamiki modellərinin müasir optimal idarəetmə üsulu əsasında parametrik identifikasiyasının ümumi metodikası işlənmişdir;

- real neft yatağının işlənilməsi tarixinin bərpası prosesində nisbi faza keçiricilikləri funksiyalarının identifikasiyası aparılmış və bunun əsasında proqnoz dövrü üçün işlənilmə göstəriciləri təyin edilmişdir;

- qərarlaşmamış rejimdə çoxfazlı flüidin açılma dərəcəsinə nəzərən natamam vertikal və horizontal quyulara axınının düz və tərs məsələləri həll edilmiş və texnoloji göstəricilərinin təyini üçün hesablama üsulu yaradılmışdır.

Müdafiə edilən müddəalar:

Dissertasiya işində aşağıdakı müddəalar müdafiə olunur:

- işlənilmə prosesində kollektoru deformasiyaya uğrayan dərində yerləşən yataqlarda çoxfazlı flüidin qərarlaşmamış süzülməsi məsələsinin ədədi həll üsullarının yaradılması;

- ilkin məlumatların çatışmazlığı və qeyri-dəqiqliyi şəraitində kollektoru deformasiya olunan məsaməli mühitdə çoxfazlı mayenin bir ölçülü və çoxölçülü süzülməsi şəraitində nisbi faza keçiriciliklərinə nəzərən hidrodinamik modelin parametrik identifikasiyası;

- qərarlaşmamış rejimdə çoxfazlı flüidin açılma dərəcəsinə nəzərən natamam vertikal və horizontal quyulara fəza axını prosesinin hidrodinamiki modelləşdirilməsi.

İşin praktiki əhəmiyyəti:

Dissertasiya işində alınmış elmi nəticələrin neft yataqlarının işlənilməsinin proqnozu, analizi və layihələndirilməsi zamanı işlənilmənin effektivliyini artırmaq məqsədilə istifadəsi təklif edilir. Alınmış nəticələrdən Azərbaycan Respublikasının Qum-Dəniz neft yatağında işlənilmənin proqnoz dövrü üçün istifadə edilmişdir.

İşin aprobasiyası:

Dissertasiya işinin əsas müddəaları məruzə edilmişdir: Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya İnstitutu Elmi Şurasının iclasları, Bakı, 2007-2013; AMEA-nın gənc alim və aspirantlarının elmi konfransı,

Bakı, 2007; «Neftçıxarmada yeni texnologiyalar» II Beynəlxalq elmi-təcrübi konfrans, Bakı, 2012; Международная научно-практическая конференция "Инновационное Развитие Нефтегазового Комплекса Казахстана", Актау, 2012; Международная практическая конференция "Актуальные проблемы нефтегазовой отрасли", Актау, 2012; Ümum-millî lider Heydər Əliyevin 90 illiyinə həsr edilmiş "Fundamental və tətbiqi geologiya elmi gənc alimlərin gözü ilə: nailiyyətlər, perspektivlər və onların həlli yolları" V Beynəlxalq konfrans, Bakı, 2013.

İşin nəşri:

Dissertasiya materialları üzrə 10 iş dərc olunmuşdur, onlardan 3-ü tezis, 2-si isə konfrans materiallarıdır.

İşin həcmi və strukturu:

Dissertasiya işi girişdən, üç fəsildən, əsas nəticələrdən və istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İş 139 səhifəlik mətnlə, 16 sayda cədvəl və 92 sayda şəkillə şərh edilmişdir. İstifadə edilmiş mənbələrə 110 adda ədəbiyyat daxildir.

Müəllif dissertasiya işinin yerinə yetirilməsində verdiyi qiymətli məsləhətlərə və göstərdiyi daimi diqqətə görə elmi rəhbəri AMEA-nın müxbir üzvü, t.e.d., professor Q.İ.Calalova, Bahar Enerji Əməliyyat şirkətinin "Kollektorların işlənməsi" üzrə Meneceri F.Gümraha və "Hasilat və Lay mühəndisliyi" üzrə Meneceri O.Ozavcıya dərin minnətdarlığını bildirir. Həmçinin, müəllif dissertasiya işinin tərtibatında ona köməkçi olmuş geologiya-mine-rologiya elmləri üzrə fəlsəfə doktoru Y.V.Qorşkovaya, texnika elmləri üzrə fəlsəfə doktoru Z.B.Quliyevaya və böyük elmi işçi F.M.Məmmədovaya öz səmimi təşəkkürünü bildirir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Giriş hissədə dissertasiya mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, tədqiqatın əsas məsələləri, elmi yeniliklər, müdafiə edilən müddəalar, işin praktiki əhəmiyyəti və s. şərh edilmişdir.

Birinci fəsildə dissertasiya işinin mövzusunə daxil olan problemin öyrənilməsinin müasir vəziyyəti təhlil edilərək, tədqiqatın əsas məsələləri müəyyən edilmişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, eksperimental və nəzəri tədqiqatlar, həmçinin yataqların işlənilməsi təcrübəsi göstərir ki, yüksək termobarik şəraitdə

yerləşən lay kollektorları nəzərə çarpacaq dərəcədə deformasiyaya uğrayırlar. Bu zaman lay təzyiqinin və temperaturunun qiymətlərinin dəyişməsi kollektorların süzülmə-tutum parametrlərinin qiymətlərinə və həmçinin flüidın fiziki xassələrinə ciddi təsir göstərir. Bu baxımdan belə yataqların işlənilməsinin texnoloji layihələrinin tərtibi və işlənilmənin təhlili zamanı bu amilin nəzərə alınması həm təcrübi, həm də nəzəri cəhətdən böyük aktuallıq kəsb edir.

Laboratoriya şəraitində aparılan eksperimental tədqiqatlar və yataqların işlənilmə təcrübəsinin nəticələri göstərir ki, layları təşkil edən süxurlar qeyri-elastiki, relaksasiyalı və sürüşgəclı deformasiyaya məruz qalırlar. Bununla əlaqədar olaraq, son zamanlar mühitin relaksasiya effektini nəzərə almaqla neft, qaz və neft-qaz yataqlarının işlənilmə göstəricilərinin proqnozu, eləcə də işlənilmə prosesini səciyyələndirən hidrodinamiki və reoloji parametrlərin təyini üçün müxtəlif üsulların yaradılması tədqiqatçıların daha çox diqqətinin cəlb etməyə başlamışdır.

Məlumdur ki, doymuş məsaməli mühitin deformasiyası bir qayda olaraq onun kollektor xüsusiyyətlərinin pisləşməsinə gətirir ki, bu da öz növbəsində yatağın neft və qaz hasilatının azalmasına səbəb olur. Layın matrisinin sürüşgəcliyi təzyiqin və digər hidrodinamik parametrlərin relaksasiyasına səbəb olur ki, bu da quyularda yaranan depressiya qıfının inkişaf vaxtını artırır. Neft-qaz yataqlarının işlənilməsi zamanı flüidın süzülmə dinamikasına bütün bu faktorların təsirinin öyrənilməsi vacibdir.

Kollektoru xətti elastiki və qeyri-xətti elastiki deformasiyaya uğrayan neft və qaz yataqlarında flüidın süzülməsinə dair bir sıra mühüm nəzəri və praktiki elmi nəticələr M.T.Abasovun, Q.İ.Barenblattın, A.M.Quliyevin, Q.İ.Calalovun, Q.N.Cəlilovun, T.M.İbrahimovun, Q.Q.İsmayılovun, İ.A.Çarının, B.A.Çernıxın, M.A.Dünyamalıyevin, E.X.Əzimovun, X.A.Feyzullayevin, Q.M.Pənahovun, T.Ş.Salavatovun, R.M.Səttarovun, Ə.X.Şahverdiyevin, S.N.Zakirovun, K.S.Basniyevin, M.Ə.Hüseynzadənin, Y.P.Jeltovun, A.M.Məmmədovun, A.M.Məmmədzadənin V.S.Məmiyevin, A.T.Qorbunovun, A.X.Mirzəcanzadənin, M.Masketin, E.S.Romun, V.N.Şelkaçevin və çoxlu sayda başqa alimlərin apardıqları tədqiqat işlərində alınmışdır.

Süzülmənin elastiki-plastiki rejim nəzəriyyəsində ilk elmi nəticələr 1955-ci ildə Q.İ.Barenblatt və A.P.Krılov tərəfindən alınmışdır.

Bir az sonra isə Y.P.Jeltov tərəfindən süzülmənin elastiki və elastiki-plastiki rejimləri çərçivəsində süxurların deformasiyasını və məhsuldar layın flüid seli ilə mexaniki qarşılıqlı təsirini nəzərə almaqla geniş

nəzəri tədqiqat işləri aparılmışdır. İlk dəfə olaraq, onun tərəfindən baxılan istiqamət üzrə «neft-qaz laylarının mexanikası» termini təklif edilmişdir.

Deformasiya nəticəsində lay parametrlərinin dönməz dəyişikliyə məruz qalmasını nəzərə alaraq A.T.Qorbunov ümumiləşmiş süzülmə nəzəriyyəsinin yaradılmasına diqqəti cəlb etmişdir.

Bu istiqamətdə çoxsaylı geniş nəzəri və eksperimental tədqiqatlar aparılmış və bütün bunlar yataqların işlənilməsinin texnoloji göstəricilərinin təyini üçün yeni hesablama üsullarının yaradılmasına gətirib çıxarmışdır.

Məlumdur ki, neft və qaz yataqlarının layihələndirilməsi və işlənməsi təcrübəsi lay sistemlərinin parametrləri haqqında iri miqyaslı məlumatların olmasını tələb edir. Bu parametrlərə əsasən istismar sahələrinin analizi, tənzimlənməsi və əlverişli rejimlərin seçilməsi aparılır.

Bilirik ki, layı xarakterizə edən parametrlər haqqında məlumatların əsas mənbəyi istismar, müşahidə və kəşfiyyat quyularıdır.

Yataqlarda dərinlik cihazlarından istifadə etməklə lazımi həcmdə və geniş miqyasda hidrodinamiki tədqiqatların aparılması bəzən geoloji və texniki səbəblərdən mümkün olmur. Xüsusilə dəniz şəraitində yerləşən və yüksək quyuağzı parametrlərlə və hasilatla işləyən quyularda yuxarıdakı tədqiqatların aparılması daha böyük çətinliklərlə müşahidə olunur. Belə ki, quyudibi təzyiqin bərpa əyrisinin çıxarılması həmin quyuların uzun müddət bağlanılmasını tələb edir ki, bu da quyularda qum tıxacının əmələ gəlməsi və nasos-kompresor borularının pərçimlənməsinə səbəb olur. Yüksək quyuağzı təzyiqdə işləyən quyuların bağlanılması isə istismar kəmərinin sıradan çıxması qorxusu yaradır. Yüksək hasilatlı quyuların bağlanılması isə neft itkisi ilə əlaqədar olduğundan, iqtisadi cəhətdən əlverişli olmur. Odur ki, yuxarıda göstərilən çətinlikləri nəzərə alaraq, quyuları dayandırmadan onların yalnız istismar göstəricilərinin dinamikasına əsasən lay parametrlərinin təyini üsullarının işlənilib hazırlanması məqsədə uyğun hesab edilir.

Müasir dövrdə neft və qaz yataqlarının işlənilməsinin nəzəri və praktiki mərhələlərinin inkişafında layihə sənədlərinin tərtibində məhsuldar laylarda gedən süzülmə proseslərinin öyrənilməsində hidrodinamik modelləşdirilmə üsullarının tətbiqi təkzibolunmaz tələbdir.

Hazırda neft yataqlarının işlənilməsinin müasir proqram vasitələri əsasında çoxlu sayda daimi işləyən hidrodinamiki modelləri yaradılmışdır. Onların bir ümumi çatışmayan cəhəti var ki, o da layların süzülmə-tutum

xassələri və flüidə nəzərə alın nisbi faza keçiricilik (NFK) funksiyaları haqqında etibarlı məlumatların olmamasıdır.

NFK funksiyalarını təyin etmək üçün çox vaxt neft və qaz yataqlarının istismarı prosesində toplanmış hidrodinamik informasiyanın istifadəsinə əsaslanan üsullardan istifadə edilir. Bu halda, doymadan asılı olaraq, NFK funksiyalarının paylanmasına daxil olan parametrlər süzülmə nəzəriyyəsinin tərs məsələlərinin müxtəlif üsullarla həllindən tapılır.

Son illər neft və qaz yataqlarının işlənməsinin analizi nəzəriyyəsi kimi yeni istiqamət yaranmışdır. Bu sahəyə uyğun elmi istiqamət – süzülmə nəzəriyyəsinin çoxölçümlü tərs məsələlərinin həllərinə əsaslanır. Bu zaman istismar, suvurucu və müşahidə quyularından alınan faktiki məlumatlara əsasən müəyyən istismar müddətində bütün həcm üzrə lay parametrləri dəqiqləşdirilir. Layın geoloji-riyazi modelinin bu şəkildə dəqiqləşdirilməsi isə işlənilmə prosesinin proqnozlaşdırılmasının dəqiqliyini artırır.

Yüksək termobarik şəraitdə yerləşən yataqların işlənilməsi prosesində quyulardan alınan mədən məlumatlarına əsasən proqnoz göstəricilərini nəzərəcarpacaq dərəcədə dəqiq təyin etməyə imkan verən hidrodinamik modelin adaptasiyası məsələlərinin həllinə dissertasiya işində xüsusi diqqət verilmişdir.

İkinci fəsildə kollektoru deformasiya olunan məsaməli mühitdə qazlı mayenin qərarlaşmamış süzülməsi prosesinin modelləşdirilməsi və NFK funksiyalarının identifikasiyası məsələsinin həllinə baxılmışdır. Qəbul edilir ki, keçirməz xarici sərhəddə malik dairəvi layın istismarı bir mərkəzi quyuya vasitəsi ilə həyata keçirilir.

Layın işlənilməsindən əvvəl uyğun olaraq başlanğıc təzyiqin $p_0 = \text{const}$. və neftlə doyma əmsalının $s_0 = \text{const}$. olduğunu fərz edək. $t = 0$ anında quyuda təzyiqin ani olaraq p_q -qiymətinə düşdüyünü və sonradan sabit saxlanıldığını qəbul edək. Onda, yuxarıda göstərilən fərziyyələrə əsasən istənilən zaman anında layın istənilən nöqtəsində təzyiq və doyma funksiyalarının təyini kollektorda baş verən deformasiya prosesi nəzərə alınmaqla aşağıdakı qeyri-xətti xüsusi törəməli diferensial tənliklər sisteminin

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left\{ r \psi_1 \frac{\partial p}{\partial r} \right\} = \frac{\partial \varphi_1}{\partial t},$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left\{ r \psi_2 \frac{\partial p}{\partial r} \right\} = \frac{\partial \varphi_2}{\partial t} \quad (1)$$

verilmiş

$$\begin{aligned} p(r, t)|_{t=0} &= p_0, \quad s(r, t)|_{t=0} = s_0, \\ p(r, t)|_{r=R_q} &= p_q, \quad \frac{\partial s(r, t)}{\partial r} \Big|_{r=R_k} = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

başlanğıc və sərhəd şərtləri daxilindəki həllinə gətirilir.

Burada

$$\begin{aligned} \psi_1(p, s) &= \frac{\bar{k}(r, p)k_n(s)\bar{\rho}_n(p)}{\mu_n(p)}, \quad \varphi_1(p, s) = \frac{m_0\rho_{n_0}\mu_{n_0}\bar{m}(r, p)\bar{\rho}_n(p)s}{k_0}, \\ \psi_2(p, s) &= \frac{\rho_{n_0}k_0}{\mu_{n_0}} \cdot \frac{k_n(s)\rho_{n_0}\bar{\rho}_n(p)\bar{k}(r, p)}{\mu_n(p)} \left[\sigma_n(p) + \frac{\rho_{q_0}\mu_{n_0}}{\rho_{n_0}\mu_{q_0}} \cdot \frac{k_q(s)\bar{\rho}_q(p)\bar{\mu}_n(p)}{k_n(s)\bar{\rho}_n(p)\mu_q(p)} \right], \\ \varphi_2(p, s) &= m_0\bar{m}(r, p) \left[\rho_{n_0}\bar{\rho}_n(p)\sigma_n(p)s + \rho_{q_0}\bar{\rho}_q(p)(1-s) \right]. \end{aligned}$$

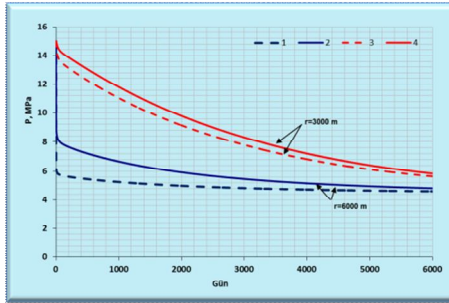
$k(r, p)$ -layın mütləq keçiriciliyi, $m(r, p)$ -layın məsaməliliyi, $\mu_n(p)$, $\mu_q(p)$ - uyğun olaraq neftin və qazın özlülüyü, $\rho_n(p)$, $\rho_q(p)$ - uyğun olaraq neftin və qazın sıxlığı, $\sigma_n(p)$ -neftdə həll olmuş qazın miqdarı, r - polyar koordinat, t -zaman, R_q -quyudibi radius, R_k -lay konturunun radiusu,

$$\begin{aligned} \bar{k}(r, p) &= \frac{k(r, p)}{k_0}, \quad \bar{m}(r, p) = \frac{m(r, p)}{m_0}, \quad \bar{\rho}_q(p) = \frac{\rho_q(p)}{\rho_{q_0}}, \\ \bar{\mu}_q(p) &= \frac{\mu_q(p)}{\mu_{q_0}}, \quad \bar{\mu}_n(p) = \frac{\mu_n(p)}{\mu_{n_0}}, \quad \bar{\mu}_n(p) = \frac{\mu_n(p)}{\mu_{n_0}}. \end{aligned}$$

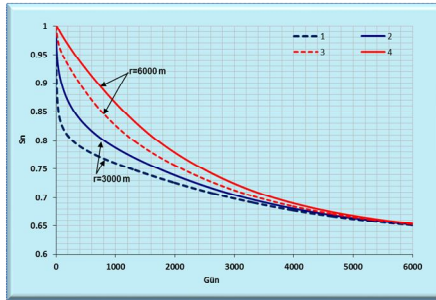
k_0 , m_0 , ρ_{n_0} , ρ_{q_0} , μ_{q_0} , μ_{n_0} - uyğun olaraq layın keçiriciliyinin, məsaməliyinin, neftin və qazın özlülüklərinin və sıxlıqlarının p_0 təzyiqindəki qiymətləridir.

Qeyd edək ki, (1) - (2) qeyri-xətti tənliklər sisteminin verilmiş şərtlər daxilində analitik üsulların köməyi ilə həllinin alınması mümkün deyildir. Bu məqsədlə Qovma və Kramer ədədi həll üsullarından istifadə edilmişdir.

Verilmiş ilkin məlumatlar əsasında alınmış nəticələrin müqayisəli analizi aparılmış və onların praktiki olaraq bir-birinə çox yaxınlığı müşahidə edilmişdir. Bu qəbildən olan sərhəd məsələlərin ədədi həllinin realizəsində Kramer ədədi üsulundan istifadə etməyin dəqiqlik baxımından daha məqsədə uyğunluğu göstərilmişdir. Bu üsulun tətbiqi zamanı Qovma üsulunda olduğu kimi xəttləşməyə yol verilmir və hesablama xətalrı üst-üstə toplanmır. Baxmayaraq ki, Kramer üsulunda hesablamalar həddindən artıq çoxdur, ancaq bu hesabatın işini əhəmiyyətli dərəcədə ləngitmır və müasir elektron hesablama maşınları bu işin öhdəsindən uğurla gəlir. Qovma üsulu isə həll prosesinin daha sadə və nəticələrin tez əldə olunması baxımından geniş istifadə edilir. Riyazi eksperimentin nəticələri əsasında təzyiq və doyma funksiyalarının zamandan və məsafədən, həmçinin quyunun neftə və qaza nəzərən debitinin zamandan asılı olaraq dəyişmə dinamikası gətirilmiş və lay kollektorunda deformasiya effektinin işlənilmə göstəricilərinə təsiri araşdırılmışdır. Riyazi eksperimentin bəzi nəticələri qrafiki olaraq 1-3 şəkillərində gətirilmişdir.

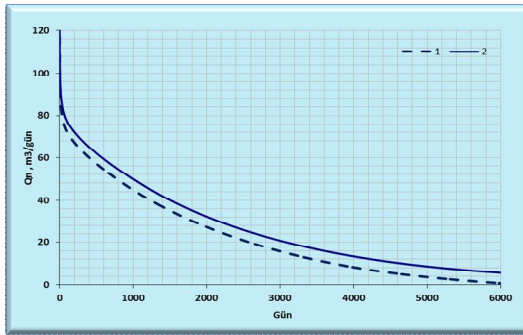


Şəkil 1. Lay təzyiqinin zamandan asılılığı



Şəkil 2. Neftlə doymanın zamandan asılılığı

1 və 2 şəkillərində gətirilmiş qrafiklərdə 1,2 və 3,4 uyğun olaraq layın radiusunun 6000m. və 3000 m. qiymətlərində kollektorda deformasiya effekti nəzərə alındıqda və alınmadıqda lay təzyiqinin və neftlə doymanın zamandan asılılıqlarıdır. 3-cu şəkildə isə quyunun neftə nəzərən hasilatının zamandan asılılıq qrafiki verilmişdir. Qrafiklərdən görüldüyü kimi yatağın işlənilməsi prosesində lay kollektorunun deformasiya səciyyəsi təzyiq və doyma funksiyalarının lay üzrə paylanmalarına və həmçinin quyunun məhsuldarlığına nəzərə çarpacaq dərəcədə təsir edir.



Şəkil 3. Neft hasilatının zamandan asılılığı

Bu qrafikdə 1, 2 uyğun olaraq lay kollektorunda deformasiya effekti nəzərə alındıqda və alınmadıqda quyunun hasilatının dəyişmə dinamikasını göstərir.

Tədqiqatlar göstərir ki, təzyiq düşküsünün və kollektorların növündən, keçiriciliyin və məsaməliliyin lay təzyiqindən asılı olaraq dəyişməsinə xarakterizə edən parametrlərinin böyük qiymətlərində bu təsir daha çox olur.

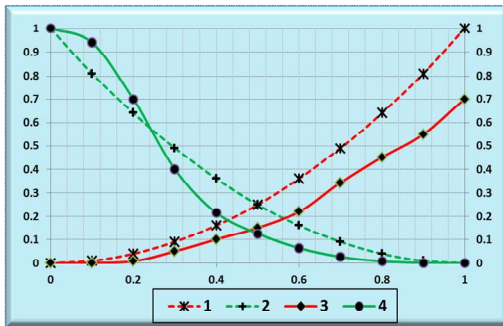
Fəslin sonunda konkret yataq təmsalında keçiriciliyə, məsaməliliyə və effektiv qalınlığa nəzərən qeyri-bircins dairəvi layda istismar edilən mərkəzi quyuya qazlı mayenin radial süzülməsi zamanı yatağın işlənilmə tarixi məlumatlarına nəzərən NFK funksiyalarının identifikasiyası məsələsinin həllinə baxılmışdır.

Məsələyə optimallaşdırma məsələsi kimi baxdıqda NFK funksiyalarının təyini zamanın müxtəlif qiymətlərində quyuda təzyiqin faktiki və (1), (2) sərhəd məsələsinin həllinə əsasən nəzəri təyin edilmiş qiymətləri fərqlərinin kvadratına görə qurulmuş aşağıdakı funksionalın variasiya üsulu- na görə minimallaşdırılması məsələsinin həllinə gətirilmişdir.

$$J(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4) = \int_0^T [p(R_q, t) - p_{fak}(t)]^2 dt + \varepsilon(\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 + \alpha_4^2) \rightarrow \min.$$

burada $p(R_q, t)$ və $p_{fak}(t)$ uyğun olaraq quyuda nəzəri olaraq hesablanmış və ölçülmüş təzyiq qiymətləri, ε - tənzimləyici parametr, $J(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4)$ funksionalı, $p_{fak}(t)$ -parametrinin qiymətinə nəzərən fiziki prosesi xarakterizə edən riyazi modelin keyfiyyət göstəricisidir və $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - parametrləri ilə idarə olunur. Hidrodinamik məsələnin bu şəkildə qoyuluşunda NFK funksiyalarının təyini qoşma qradiyent üsulunun köməyiylə $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ -parametrlərinə nəzərən minimallaşdırılma məsələsinin həllinə gətirilmişdir.

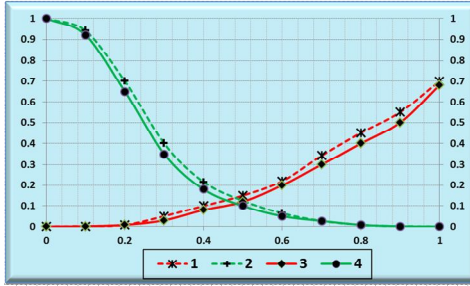
İşlənilmə tarixinin bərpası zamanı əsas mədən məlumatı göstəricisi kimi dinamik lay təzyiqi, quyunun 27 illik hasilat göstəricilərindən və layın məsaməlilik həcmi parametrlərindən istifadə edilmişdir. İşlənilmə tarixinin bərpasınadək NFK funksiyaları $\alpha_1 = 0.2, \alpha_2 = 0.6, \alpha_3 = 0.1, \alpha_4 = 0.9$ qiymətlərində standart formaya uyğun götürülmüşdür (**Şəkil 4**).



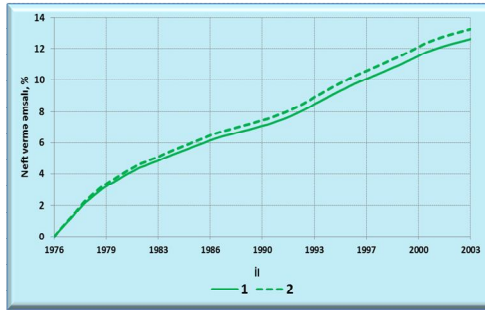
Şəkil 4. Adaptasiyadan əvvəl və sonra NFK əyriləri

Qrafiklərdə 1,2 və 3,4 uyğun olaraq adaptasiyadan əvvəl və sonra NFK funksiyalarının əyriləridir.

Lay kollektorunun deformasiya səciyyəsinin NFK funksiyalarının qiymətlərinə və neftvermə əmsalına təsiri uyğun olaraq şəkil 5-6-da gətirilmişdir.



Şəkil 5. NFK-funksiyalarının dəyişməsi



Şəkil 6. Neftvermə əmsalının zamandan asılılığı

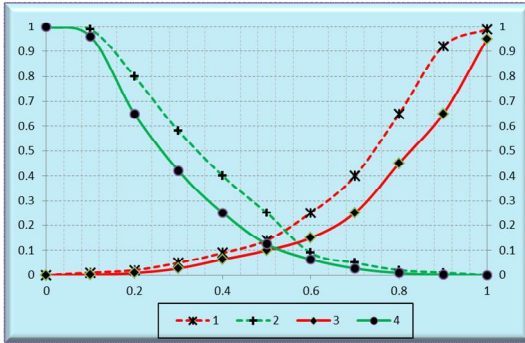
Şəkil 5-də 1, 2 və 3, 4 uyğun olaraq lay kollektorunda deformasiya prosesi nəzərə alınmadıqda və alındıqda NFK funksiyalarıdır. Şəkil 6-da 1 və 2 uyğun olaraq lay kollektorunda deformasiya prosesi nəzərə alındıqda və alınmadıqda neftvermə əmsalının dəyişmə qrafikləridir.

Dissertasiya işinin üçüncü fəslində çoxfazlı mayenin qeyri-bircins məsaməli mühitdə süzülməsi şəraitində hidrodinamik modelin parametrik identifikasiyasının bir sıra məsələlərinin həllinə baxılmışdır.

Qazlı mayenin quyular sisteminə axını prosesinin ədədi həll alqoritmii yaradılmışdır. Konkret olaraq Qum-Dəniz yatağının ikinci bloku üçün hidrodinamik modelin NFK funksiyalarının identifikasiyası aparılmışdır.

İşlənilmə tarixinin bərpası zamanı əsas mədən məlumatı göstəricisi kimi dinamik lay təzyiqi, quyuların gündəlik neft, qaz hasilatı və layın məsaməlilik həcmi kimi göstəricilərdən istifadə edilmişdir. İşlənilmə tarixinin bərpasınadək NFK funksiyaları standart formaya uyğun götürülsə də, adaptasiya prosesində bu funksiyaların neftlə doyma əmsalından asılılıqları dəqiqləşdirilmişdir.

Quyuların interferensiyasının işlənmə göstəricilərinə təsirini öyrənmək üçün yuxarıda qoyulmuş müstəvi məsələ süzəlmə oblastının ixtiyarı nöqtəsində yerləşmiş bir quyu variantında da həll edilərək baxılmış variantlarda NFK funksiyalarının qiymətləri arasında müqayisə aparılmışdır. Məlum olmuşdur ki, qeyri-bircins laylarda hidrodinamik modelin süzəlmə prosesinin adaptasiyası zamanı yatağın hər bir quyusu ətrafındakı sahədə NFK funksiyaları ayrıca dəqiqləşdirilməlidir. Yuxarıda qeyd edilənlər öz təsdiqini 7-ci şəkildə gətirilmiş qrafikdə tapmışdır.



Şəkil 7. NFK-lərin neftlə doyma əmsalından asılılıqları

1,2 və 3, 4 uyğun olaraq layda tək quyu və quyular sistemi istismar edildikdə NFK funksiyalarının dəyişməsinə xarakterizə edir.

Bu fəsilə layı səciyyələndirən parametrlərə nəzərən qeyri-bircins və anizotrop neft yataqlarının işlənməsinin bir sıra hidrodinamik fəza məsələləri də həll edilmişdir.

Açılma dərəcəsinə nəzərən hidrodinamik natamam vertikal quyuya qazlı mayenin axını zamanı lay kollektorunun deformasiya xüsusiyyətlərinin və açılma dərəcəsinin işlənmə göstəricilərinə təsiri öyrənilmişdir.

Hesabat zamanı Qum-Dəniz yatağında Fasilə Lay Dəstəsinin (FLD) effektiv qalınlığının müəyyən hissəsi perforasiya olunmuş “372” saylı quyusunun hasilat göstəricilərindən istifadə edilmişdir. Quyunun natamamlıq dərəcəsi asılı olaraq NFK funksiyalarının qiymətlərinin dəyişmə dinamikası tədqiq edilmişdir. Natamamlıq dərəcəsinin bu funksiyaların qiymətlərinin dəyişməsinə ciddi təsiri olduğu göstərilmişdir. Məsələn, quyu layı tam açıqda və 20% açıqda NFK funksiyalarının qiymətlərinin fərqi orta hesabla 17,2% olmuşdur. Quyunun layı açma dərəcəsi artdıqca isə bu fərq

azalır. Buradan belə nəticə alınmışdır ki, çoxfazlı mayenin natamam quyulara süzülmesi ilə bağlı hidrodinamik məsələlərin həllində bu faktın nəzərə alınması vacib sayılmalıdır.

İşdə həmçinin çoxfazlı mayenin quyular sisteminə qərarlaşmamış üç ölçülü fəza axını məsələlərinin həllinə də baxılmışdır.

Məsələnin riyazi qoyuluşu üç fazlı və üç ölçülü qatışıqın çoxlaylı mühitdə süzülmesi prinsipinə əsaslanmışdır. Yatağın qapalı layların bir-birindən izolə edildiyi və yalnız quyular vasitəsi ilə hidrodinamik əlaqəli və birgə iş rejimində istismar olunduğu qəbul edilmişdir. Hər bir lay öz bircinsliyi ilə (məsaməliliyin, keçiriciliyin, qalınlığın paylanması) xarakterizə olunur.

Kapilyar və qravitasiya qüvvələrinin süzülmə prosesinə təsiri nəzərə alınmamışdır.

Hidrodinamik model neft, qaz, və su fazası üçün kütlənin saxlanması və Darsi qanunlarına əsaslanan Masket-Meres tənliklər sistemi ilə verilmişdir.

Həll algoritmi qoyulmuş məsələnin diskretləşdirərək müvafiq qeyri-xətti cəbri tənliklər sistemi ilə əvəz olunmasına və bu sistemin də iterasiya üsulları ilə ədədi həllinə əsaslanır.

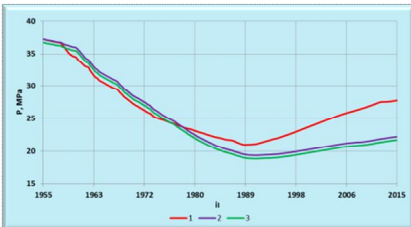
Verilmiş algoritim əsasında Qum-Dəniz neft yatağında VII blok FLD üçün üçfazlı qatışıqın quyular sisteminə qərarlaşmamış axınının hidrodinamik modelləşdirilməsi məsələsinin ədədi həllinə baxılmışdır. Yatağın işlənilmə tarixi məlumatları, kollektor xüsusiyyətləri və flüidi səciyyələndirən məlumatlar əsasında məhsuldarlıq göstəriciləri, ilkin neft ehtiyatı, orta lay təzyiqi, daban suyunun basqısı, fazalara nəzərən doyma əmsalları, neftvermə əmsalı və işləmə rejimlərinin təyininin praktiki üsulları göstərilmişdir. Həmçinin, yatağın işlənilmə tarixinin bərpası prosesində NFK funksiyalarının identifikasiyası aparılmış və layın işlənilmə göstəriciləri təyin edilmişdir. Bundan əlavə, yatağın işlənilməsinin proqnoz dövrü üçün işlənilmə göstəricilərinin təyini məsələsinin tədqiqinə baxılmışdır.

Tədqiqat nəticəsində isbat edilmişdir ki, ilkin neft ehtiyatının həcmi üsulla 6.1 mln.m^3 həcmində təyini təqribi olaraq material balans üsulu ilə hesablanmış 5.6 mln.m^3 miqdarına yaxındır. Yataq özünün ilk dövründə tükənmə, elastik və maye həcmnin genişlənməsi rejimi ilə, sonralar isə lay suyunun dövrəyə girməsi nəticəsində su basqı və tükənmə rejimi ilə işləmişdir. Carı neftvermə əmsalının 25% olduğunu bilərək maksimum neftvermə əmsalının 37%-ə çatdırılmasının mümkünlüyü proqnozlaşdırılmışdır. Son illik hasilatın azalma tempi 11%-25% arasında olmuşdur. Hasilatın azalma trendindən istifadə edərək çıxarıla bilən qalığı ehtiyatın 0.68 mln.m^3

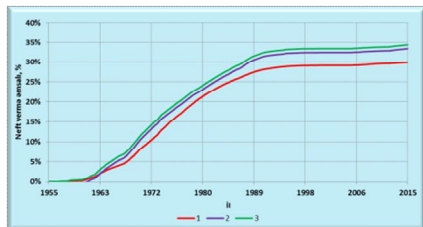
olduğu müəyyənləşdirilmişdir. 15 illik proqnozun nəticəsinə görə ümumilikdə maksimum neft hasilatı 2.1 mln.m³ gözlənilir ki, bu da öz növbəsində ümumi ehtiyatın 37 % -ni təşkil edir. Neftvermə əmsalının bu qiyməti həll olunmuş qaz və su-basqı rejimlərindən ibarət bircə rejimin sayəsində baş verir. Neftlə doyumluluq və neftvermə əmsalı, eyni zamanda proqnoz edilən neft hasilatı ilə lay təzyiqinin orta qiymətləri arasında asılılıqlar təyin edilmişdir. Beləliklə, layı xarakterizə edən parametrlərin (drenaj sahəsi, keçiricilik, məsaməlilik, süxurun sıxılma qabiliyyəti, layın deformasiyası, kənar suların təsiri, işlənmə rejimi) və NFK funksiyalarının identifikasiyası zamanı əldə edilən məlumatların layın işlənmə strategiyası və neft hasilatının artırılması istiqamətində aparılacaq texnoloji proseslərdə əsas rol oynadığı göstərilmişdir.

Üçüncü fəslin digər bölməsi kollektoru deformasiya olunan keçiriciliyə nəzərən anizotrop mühitdə flüidın çoxfazlı süzülməsi şəraitində işlənmənin hidrodinamik modelləşdirilməsi məsələsinin həllinə həsr edilmişdir. Bu məqsədlə Qum-Dəniz neft yatağı II Blok Qırməkiəlti (Qa) və Qala lay dəstəsindən (QLD) ibarət keçiriciliyə nəzərən anizotrop mühitdə qatışıqın quyular sisteminə süzülməsi məsələsinin ədədi həllinə baxılmışdır. Kollektorun deformasiya səciyyəsi nəzərə alınmaqla işlənmə tarixinin bərpası prosesində NFK funksiyalarının identifikasiyası və eyni zamanda proqnoz dövrü üçün yatağın əsas işlənmə göstəricilərinin təyini məsələsi tədqiq edilmişdir.

Yatağın modelləşdirilən blokunda hər iki horizont üçün istiqamətə nəzərən keçiriciliyin müxtəlif qiymətinin bir neçə mümkün variantına baxılmış, orta lay təzyiqinin və neftvermə əmsalının dəyişmə dinamikası və asılılıq dərəcələri tədqiq edilmişdir.



Şəkil.9. Qa layında istiqamətə görə müxtəlif keçiriciliyin orta lay təzyiqinin dəyişməsinə təsiri



Şəkil.10. Qa layında istiqamətə görə müxtəlif keçiriciliyin neftvermə əmsalının dəyişməsinə təsiri

$$1-Ky=0,1*Kx, Kz=Kx; 2-Kz=0,1*Kx, Kx=Ky; 3-Kx=Ky=Kz$$

7 və 8 şəkillərində gətirilmiş qrafiklərdə Qa layında keçiriciliyin istiqamətə nəzərən müxtəlifliyinin orta lay təzyiqinin və neftvermə əmsalının dəyişməsinə təsiri göstərilmişdir. Qrafiklərdən görüldüyü kimi, üç fazalı qatışıqın keçiriciliyə nəzərən anizotrop mühitdə süzülməsi zamanı horizontal istiqamətdə keçiriciliyin dəyişməsinin işlənilmə göstəricilərinə təsiri bircins mühitə nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə çoxdur.

Bu fəslin davamında flüidin qeyri-bircins məsaməli mühitdə horizontal quyuya axını məsələsinin ədədi həllinə baxılmışdır. Məsələnin qoyulduğu horizontal quyunun sonlu uzunluğu malik xətti mənsəb üzrə müntəzəm paylandığı qəbul edilmişdir. Konkret quyuya timsalında Balaxanı VII horizontuna şaquli istiqamətdə qazılmış G-271 sayılı quyuya çoxfazlı mayenin axını məsələsinin hidrodinamik modeli qurularaq, eyni lay parametrləri əsasında bu quyunun horizontal variantının hesabı aparılmış və mövcud hasilat göstəriciləri ilə müqayisəsi gətirilmişdir. Hidrodinamik modelin adaptasiyasından sonra NFK funksiyalarının doymadan asılı analitik ifadələri aşağıdakı şəkildə alınmışdır.

$$K_q(s_q) = 0,0345 S_q^2 + 0,0076 S_q - 0,0376 ,$$

$$K_n(s_n) = 0,0033S_n^2 + 0,0232S_n - 0,0565 ,$$

$$K_s(s_s) = 0,00782S_s^2 - 0,0342S_s + 0,0845.$$

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

Dissertasiya işində kollektoru deformasiya olunan, dərinədə yerləşən neft yataqlarının işlənməsinin hidrodinamiki modelləşdirilməsi üsullarının təkmilləşdirilməsinin kompleks nəzəri tədqiqatları aparılmışdır. Bu istiqamətdə aşağıdakı əsas nəticələr alınmışdır:

1. İlk dəfə olaraq deformasiya olunan məsaməli mühitdə qazlı mayenin süzülməsini xarakterizə edən dəyişən əmsallı qeyri-xətti xüsusi törəməli diferensial tənliklər sisteminin verilmiş şərtlər daxilində şəbəkə üsulu vasitəsi ilə həll alqoritmı qurulmuşdur. Yatağın istənilən nöqtəsində koordinatdan və zamandan asılı olaraq lay təzyiqinin, neftlə doymanın və quyunun debitinin dəyişmə xarakterini təyin etməyə imkan verən ədədi hesabat proqram paketi yaradılmış və realizə edilmişdir.

2. Kollektoru deformasiya olunan məsaməli mühitdə qazlı mayenin süzülməsi zamanı müasir optimal idarəetmənin variasiya üsulu əsasında prosesin hidrodinamik modelinin NFK funksiyalarına nəzərən identifikasiyası məsələsi qoyulmuş və həll edilmişdir. Geoloji və mədən məlumatlarının çatışmazlığı və qeyri-dəqiqliyi şəraitində prosesin hidrodinamik modelinin məqsədyönlü və effektiv dəqiqləşdirməyə və bununla da yatağın texnoloji-iqtisadi göstəricilərinin proqnozunun yaxşılaşdırılması üçün onu korrektə etməyə imkan yaradıldığı göstərilmişdir.

3. Keçiriciliyə nəzərən qeyri-bircins məsaməli mühitdə tükənmə rejimində qazlı mayenin quyular sisteminə süzülməsi şəraitində hidrodinamik modelin parametrik identifikasiyası məsələsi həll edilmişdir. NFK funksiyalarının qiymətlərinə kollektorun deformasiya səciyyəsinin və quyuların interferensiyasının təsiri öyrənilmişdir.

4. Tükənmə rejimində çoxfazlı mayenin açılma dərəcəsinə nəzərən hidrodinamik natamam vertikal və horizontal quyulara axını prosesləri modelləşdirilmiş, hidrodinamik modelin adaptasiyası zamanı NFK funksiyalarının neftlə doyma əmsalından asılı olaraq dəyişməsinə quyunun natamamlıq dərəcəsinin və kollektorun deformasiya səciyyəsinin təsiri araşdırılmışdır.

5. Dərində yerləşən kollektoru deformasiyaya uğrayan, layı səciyyələndirən parametrlərə nəzərən qeyri-bircins və anizotrop çoxlaylı neft yataqlarının işlənməsinin texnoloji göstəricilərini proqnozlaşdırmaq üçün hesabat üsulları işlənmişdir.

6. Dərində yerləşən Qum-Dəniz neft yatağında VII blok FLD-də layın drenaj sahəsinin, süxuru və flüidi xarakterizə edən parametrlərin, daban suyunun miqdarının, işləmə rejimlərinin və s. təyininin gələcəkdə quyular arasında məsafələrin optimal seçilməsində və yatağın işlənmə strategiyası kimi mühüm məsələlərdə böyük rol oynadığı göstərilmişdir. İşlənmə tarixinin bərpası zamanı əsas mədən məlumatı göstəricisi kimi dinamik lay təzyiqi, quyuların gündəlik neft, qaz, su hasilatı və layın məsaməlilik həcmi kimi məlumatlardan istifadə etməklə, NFK funksiyalarının identifikasiyası aparılmışdır.

Dissertasiya işinin əsas məzmunu aşağıdakı işlərdə dərc edilmişdir.

1. Балалов Г.И., Ялийев А.Я. Деформасийа олунан мясамяли мцщитдя газлы майенин гярарлашмамыш сцзцлмяси мясялясинин яяди щялли. Эеолоэийа Институтунун Ясярляри, №36, Бақы, 2007, сящ.31-19
2. Балалов Г.И., Ялийев А.Я. Деформасийа олунан коллекторлу мясамяли мцщитдя газлы майенин сцзцлмяси заманы нисби фаза кечириъиликляринин идентификасийасы. АМЕА-нын Хябярляри, Йер Елмляри серийасы, №2, Бақы, 2012, сящ.38-46
3. Ялийев А.Я. Деформасийа олунан мцщитдя газлы майенин сцзцлмяси заманы нисби фаза кечириъиликляринин идентификасийасы. Эянь алим вя тялябярин ЫЫ Бейнялхалг Елми Конфрансынын тезисляри, Бақы, 2007, сящ.15
4. Ялийев А.Я. Коллектору деформасийа олунан лайларда газлы майенин сцзцлмяси заманы нисби фаза кечириъиликляринин идентификасийасы. Нефтгазелмитядгигатлайищя институту. "Нефтгазчыхармада йени технолоэийалар" мювзусунда ЫЫ Бейнялхалг Елми Тяърцби Конфрансын тезисляри, Бақы, 2012, сящ.165-167
5. Aliyev A.A. Multiphase unsteady state flowing to wells in the deformable porous medium. Geology Institute. "Fundamental and applied geological science: Achievements, Prospects, Problems and ways of their solutions", The 5th International Scientific Conference of Young Scientists and Students. Баку, 2013, p 42.
6. Джалалов Г.И., Алиев А.А. О нестационарной фильтрации газированной жидкости к системе скважин в деформируемого коллекторе пористой среды. "Геология, Геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений", №5, Москва, ОАО "ВНИИОЭНГ", 2013, стр.52-56
7. Джалалов Г.И., Алиев А.А., Горшкова Е.В. Параметрическая идентификация гидродинамической модели пласта по данным разработки месторождений. Материалы международной научно-практической конференции "Инновационное развитие нефтегазового комплекса Казахстана, ч.1, Казахстан (25-26 апреля, г.Актау), 2013, стр.84-90

8. Джалалов Г.И., Ибрагимов Т.М., Мамедов А.М., Мамиев В.С., Фейзуллаев Х.А., Алиев А.А. Вариационный метод идентификации параметров залежи со сложной структурой. Материалы международной практической конференции по теме "Актуальные проблемы нефтегазовой отрасли", г.Актау, декабрь 2012, стр.74-79
9. Gumrah F., Aliyev A., Quliyeva S., Ozavci O. Determining Reservoir Characteristics and Drive Mechanisms for an Oil Reservoir. Neftqazelnitədqiqatlayihə institunun elmi əsərləri, №4, Baku, 2012, p. 6
- 10.Əliyev.A.Ə. Deformasiya olunan yataqda üçfazlı qatışıqın quyular sisteminə axımının ədədi həlli və proqnoz məsələsi. Azərbaycan Neft Təsərrüfatı jurnalı. Bakı, 2013 №12. с.ящ.64-67

Həmmüəliflərlə birlikdə yazılmış məqalələrdə tədqiqatçının şəxsi əməyi

İş [1, 2, 6, 7, 8, 9]-ədədi həll alqoritminin alınması, mədən məlumatlarının toplanması, riyazi eksperimentlərin aparılması və nəticələrin təhlili.



Handwritten signatures of G. Jalalov and A. Əliyev.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
НЕОДНОРОДНЫХ ДЕФОРМИРУЕМЫХ ПЛАСТОВ
В УСЛОВИЯХ МНОГОФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ФЛЮИДОВ**

Р Е З Ю М Е

Диссертационная работа посвящена адаптации гидродинамической модели по фактическим данным технологических показателей глубокозалегающих месторождений с деформируемыми в процессе эксплуатации коллекторами и на этой основе, повышению эффективности разработки.

Впервые при заданных условиях с помощью метода сеток построен алгоритм решения системы нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных с переменными коэффициентами, характеризующей фильтрацию газированной жидкости в пористой среде с деформируемыми коллекторами, и создан пакет программ, позволяющий определить характер изменения дебита скважины, нефтенасыщенности и пластового давления от координаты и времени в любой точке месторождения.

Решена задача параметрической идентификации гидродинамической модели при фильтрации газированной жидкости к системе скважин в неоднородной пористой среде при режиме истощения. Изучено влияние характера деформации коллектора и интерпретации скважин на значения функций ОФП.

В условиях неточности и неполноты первичных геологических и промысловых данных при неустановившемся режиме с учетом зависимости параметров, характеризующих флюиды и коллекторы, от пластового давления разработана общая методика параметрической идентификации методом современного оптимального управления гидродинамических моделей процесса фильтрации в одновременно эксплуатируемых многослойных залежах.

Произведена идентификация функций относительных фазовых проницаемостей в процессе восстановления истории разработки конкретного нефтяного месторождения и на этой основе определены показатели разработки на прогнозный период.

Для изучения влияния интерференции скважин на показатели разработки, при решении вышепоставленной плоской задачи дано сравнение значений рассмотренных вариантов функций ОФП с вариантом одной скважины, находящейся в произвольной точке области фильтрации.

Выяснилось, что при адаптации процесса фильтрации гидродинамической модели в неоднородных пластах необходимо уточнять каждую из функций ОФП в отдельности для зон вокруг каждой скважины месторождения.

Решены прямые и обратные задачи притока многофазного флюида к несовершенным по степени вскрытия вертикальным и горизонтальным скважинам при неустановившемся режиме и создан метод расчета для определения технологических показателей.

Исследована динамика изменения значения функций ОФП в зависимости от степени несовершенства скважины. Показано заметное влияние степени несовершенства на изменение значений функций ОФП.

Разработаны методы расчета для прогнозирования технологических показателей многопластовых глубокозалегающих неоднородных и анизотропных нефтяных залежей с деформируемыми коллекторами.

Полученные в диссертационной работе научные результаты предлагаются использовать при прогнозировании, анализе и проектировании разработки с целью увеличения эффективности этих процессов и результаты были использованы при прогнозировании разработки нефтяного глубокозалегающего месторождения Свита Перерива VII блока Гум-Дениз Азербайджанской Республики на прогнозный период.

Показаны практические методы определения показателей продуктивности, первоначального запаса нефти, среднепластового давления, напора подошвенной воды, коэффициента насыщения по фазам, коэффициента нефтеотдачи и режимов разработки по данным истории разработки месторождения и данным, характеризующим флюиды и особенности коллекторов. Также произведена идентификация функций ОФП в процессе восстановления истории разработки и определены показатели разработки пласта. Кроме того, на прогнозный период разработки месторождения рассмотрено исследование задачи определения показателей разработки.

Основные выводы, полученные в работе, основываются на математическом моделировании процессов фильтрации многофазного флюида в пористой среде. При решении задач использованы современные методы

подземной гидрогазодинамики, математической физики и вычислительной математики.

Достоверность результатов, полученных по проведенным в диссертационной работе исследованиям, подтверждается использованием достаточно точных и широко применяемых при решении подобных задач математических методов, тестовых примеров, а также на примере фактической нефтяной залежи определением показателей разработки на прогнозный период.

**IDENTIFICATION OF HYDRODYNAMIC MODELS
OF DEFORMABLE NON-UNIFORM LAYERS
IN MULTIPHASE FLUID FLOW**

SUMMARY

This dissertation work is devoted to adaptation of actual performance to hydrodynamic models of deep and deformable reservoirs and based on this to improve the efficiency of reservoir development.

First time, based on gridding method that characterize gaseous fluid flow in deformable, porous medium and under the given conditions variable constant, non-linear partial derivative differential equation systems were solved. New software was built that allows to define the character of changes of reservoir pressure, saturation and well rate at any location of the reservoir depending on coordinates and time.

Developed a general method for parametric identification of hydrodynamic models of fluid flow processes of combined developed multi-layer reservoirs in a condition of deficient and inaccurate initial geological and actual field data, in unsteady-state fluid flow regimes and reservoir properties based on modern optimization methods.

Performed identification of relative permeability functions based on actual field history matching process and defined reservoir performance forecast based on history matching.

Solved linear and non-linear tasks of multi phase fluid flow in unsteady-state regime to deviated and horizontal wells considering partial perforation and developed a calculation method for defining technological parameters.

In solving the tasks hydrogastrodynamics, mathematical physics and calculation mathematics' latest and modern methods were used.

Developed techniques, methods and derived scientific conclusions from this dissertation work is recommended to use in the analysis, forecast and planning of oil field development to enhance the efficiency of the development.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ**

На правах рукописи

АГАМЕХТИ АЛИМИРЗА оглы АЛИЕВ

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
НЕОДНОРОДНЫХ ДЕФОРМИРУЕМЫХ ПЛАСТОВ
В УСЛОВИЯХ МНОГОФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ФЛЮИДОВ**

2525.01 – Разработка и эксплуатация нефтяных и
газовых месторождений

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по техническим наукам

Б А К У – 2014