

AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
RİYAZİYYAT VƏ MEXANİKA İNSTİTUTU

Əlyazması hüququnda

ELXAN MƏCİD oğlu ABBASOV

NEFTQAZÇIXARMA SİSTEMLƏRİNDƏ İNTEQRAL
MODELLƏŞDİRİLMƏNİN ELMİ ƏSASLARI

2003.01-Maye, qaz və plazma mexanikası

Mexanika üzrə elmlər doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

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

Bakı -2018

Dissertasiya işi **SOCAR «Neftqazəlmətdəqiqatlayihə» İnstitutunda** yerinə yetirilmişdir.

Rəsmi opponətlər:

- AMEA-nın müxbir üzvü, t.e.d. **Qeyłani Pənahov**
(AMEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu);
- fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, prof. **Teymuraz Davitaşvili**
(Tbilisi Dövlət Universitetinin nəzdində İ.Vekua adına Tətbiqi Riyaziyyat İnstitutu);
- texnika elmləri doktoru, prof. **Mars Xasanov**
(ETM «Qazpromneft», Rusiya, Sankt-Peterburq şəh.).

Aparıcı təşkilat:

AMEA Neft və Qaz İnstitutu, «Lay-quyu sistemləri hidrodinamikasının nəzəri problemləri» şöbəsi.

Dissertasiyanın müdafiəsi 02 mart 2018-ci il saat 14⁰⁰-da Azərbaycan MEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun nəzdində elmlər doktoru və fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim olunan dissertasiyaların müdafiəsini keçirən D.01.111 birdəfəlik dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Ünvan: AZ 1141, Bakı şəhəri, B.Vahabzadə küç. 9.

Avtoreferat 15 yanvar 2018-ci il tarixində buraxılıb.

D.01.111 Birdəfəlik Dissertasiya

Şurasının elmi katibi

dos. Tamilla Həsənova

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Yataqların müasir metodlarla işlənməsi, neft-qaz quyularının qazılması, yeni istismar texnika və texnologiyaları elə yeni problemlər qarşıya qoyurlar ki, onların həllərinin yalnız maye və qazların məsaməli mühit və borularda hərəkətinin hidroqazometrikasının elmi əsasları, lay və süxurların mexanikası əsasında yerinə yerinə yetirilməsi mümkündür.

Bütün bunlar bu proseslərin real şəraitini və onların qarşılıqlı əlaqələrini nəzərə alan real riyazi modellərin yaradılmasını tələb edirlər.

Layların neft verimini və neft-qaz çıxarma intensivliyini artırmaq məqsədi ilə quyudibi zonaya və laya fiziki sahələrlə mövcud təsir metodları təkmilləşdirilir və yeniləri işlənir. Neft qaz quyularının istismarı zamanı yaranan mürəkkəbləşmələrlə effektiv mübarizədə düzgün qərarların verilməsi yalnız onlara təsir edən real faktlar nəzərə alınmaqla prosesin riyazi modeli qurularaq tədqiq edilməsi yolu ilə yerinə yetirilə bilər.

Layda mayenin süzülmə prosesi onun lay-quyu sistemində və quyunun ağzına kimi hərəkət dinamikasından aslıdır. Odur ki, mayenin lay-quyu sistemində hərəkətinə birgə baxılmalıdır. Belə inteqral modelləşdirmələr real şəraitə daha uyğundur və real nəticələr verə bilərlər. Digər tərəfdən kollektorun qeyri-bircinsliyi və deformasiyası nəzərə alınaraq mayenin lay quyu sistemində hərəkətinin hidrodinamikasının inteqral modeli qurulduqda alınan əlaqəli qeyri-xətti inteqral tənliklərin həlli xeyli çətinləşir. Ona görə də belə sərhəd məsələlərinin həlli üçün yeni riyazi metodlar işlənilməlidir. Fiziki sahələrlə təsir metodlarından biri də təsir mexanizmi mürəkkəb və az öyrənilmiş vibrodalğalarla quyudibi zonaya və laya təsir metodudur. Elastiki dalğalar layın metastabil zonalarına təsir göstərərək oradan böyük bir enerjinin ayrılmasına və əvvəlcədən hərəkətsiz olan neft hissəciklərinin hərəkətə gəlməsinə səbəb olaraq layın neftvermə qabiliyyətini artırır. Ona görə də lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınaraq müxtəlif formalı elastiki dalğaların quyudibi zonaya, qeyri-bircins deformasiya olunan laylara təsir prosesinin inteqral modelinin qurularaq layın neftvermə qabiliyyətinə təsirinin öyrənilməsi böyük elmi əhəmiyyət kəsb edir.

Neftqazçıxarma praktikasında tez-tez tutukmuş boru kəmərlərinin azad edilmə əməliyyatları yerinə yetirilir. Bu əməliyyat böyük əmək tələb edən bəzən isə yerinə yetirilə bilməyərək quyuların ləğvinə gətirib çıxaran çətin bir əməliyyatdır. Qeyd etmək lazımdır ki, bu əməliyyat yalnız ona təsir edən əsas real faktorlar nəzərə alınmaqla prosesin modeli qurularaq

öyrənilməsi və bu əsasdan onun elmi əsaslarının yaradılması yolu düzgün yerinə yetirilə bilər. Quyular tez-tez vaxtaşırı qum tıxacından təmizlənilir. Tıxacın yaranması quyunun istismardan saxlayır və neftin maya dəyərini artırır. Bu əməliyyatın müvəffəqiyyətlə yerinə yetirilməsi təmizləmə metodundan və təmizləmə əməliyyatının rejim parametrlərinin düzgün seçilməsindən aslıdır. Ona görə də, təmizləmə prosesinin riyazi modelini quraraq onun elmi əsaslarının yaradılması və bu əsasdan onun effektivliyinin artırılmasının həm elmi, həm də praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Ayrı-ayrı tip və konstruksiyalı müxtəlif süzgəclərin geniş tətbiq tapması ilə əlaqədar olaraq süzülmə prosesinin ona təsir edən əsas faktorlar nəzərə alınaraq hidrodinamik modelinin qurularaq öyrənilməsini və bu əsasdan prosesin elmi əsaslarının yaradılmasını tələb edir.

Neftqazçıxarma prosesinin problemlərinin öyrənilməsinə çox sayda işlərin həsr edilməsinə baxmayaraq bu problemlərin qeyri-xətti effektləri nəzərə alınaraq inteqral modelləşdirilib, tədqiq edilərək öyrənilməsinə hələ də böyük ehtiyac vardır və aktual bir məsələ olaraq qalmaqdadır.

İşin məqsədi. Bir və ikifazlı sistemlərin qeyri-bircins deformasiya olunan məsaməli mühitdə və boru kəmərinə qeyri stasionar hərəkətinin inteqral modellərinin qurularaq tədqiqi və bu əsasdan yataqların işlənmə səmərəliliyinin artırılması.

Tədqiqatın əsas məsələləri.

1. Tutulmuş boru kəmərinin azad etmə prosesinin riyazi modelinin qurulması. Onun hidroimpuls üsulu ilə azad edilməsində dartıcı qüvvənin qiymətinin təyini. Tıxac və boruların parametrlərindən aslı olaraq kəməre tətbiq edilən ox boyu qüvvənin tıxac boyunca yayılma dərinliyinin təyini. Bircins və qeyri-bircins deformasiya olunan laylarda təzyiqin paylanma xarakterinə quyudibində və onun ağızında yaradılan müxtəlif vibrodalğaların təsir prosesinin riyazi modelləşdirilməsi və tədqiqi.
 2. Suyun quyuya nefti yararaq girəcəyini əvvəlcədən xəbər verə bilən dioqnostik metodikanın işlənməsi.
 3. Neftin ştanqlı dərinlik nasosu ilə çıxarılma prosesinin hidrodinamikasının inteqral modelləşdirilməsi və bu əsasdan ştanqlı dərinlik nasos qurğusunun faydalı iş əmsalının təyin edilməsi üçün təkliflərin verilməsi.
- Periodik qazlift istismar üsulu ilə neftin çıxarılması prosesinin hidrodinamik inteqral modelinin qurulması və quyunun məhsuldarlığının artırılmasını təmin edən quyuda mayenin yığılma vaxtının təyin edilməsi

4. Neft və qaz yataqlarının onların kollektorlarının qeyri-bircins və deformasiya olunmasını nəzərə almaqla işlənməsinin hidrodinamik inteqral modellərinin qurulması və tədqiqi.

5. Lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsini nəzərə alaraq ikifazlı maye-qaz qarışığının qeyri stasionar süzülmə prosesinin inteqral modeli qurularaq layın süzülmə-tutum xüsusiyyətlərinin identifikasiya metodikasının işlənməsi. Bircins və ayrı-ayrı zonalarda bircins laylarda ikifazlı üçkomponentli mühitin süzülməsi zamanı quyuya su gəlməsinin izolyasiyası prosesinin riyazi modelləşdirilməsi.

6. Horizontal quyularda boruların horizontal hissəsinin divarlarının məsaməliliyi nəzərə alınaraq mayenin lay-quyu sistemində qeyri-stasionar hərəkət prosesinin hidrodinamikasının inteqral modelinin qurulması və tədqiqi. Quyunun boru kəmərinin horizontal hissəsinin uzunluğundan asılı olaraq məhsuldarlığın tapılması.

Qoyulan məsələlərin həll metodları. Qoyulan məsələlər qazo-hidrodinamikanın və riyazi-fizika tənliklərinin nəzəri fundamental qanunları və metodları əsasında həll edilmişdir.

Elmi yeniliklər.

1. Tıxacların təmizlənməsi və tutulmuş boru kəmərinin azad edilməsi əməliyyatını asanlaşdırma bilən sistem parametrlərinin qiymətlərinin tapılma metodunun elmi əsasları işlənmişdir.

2. Qeyri-bircins və deformasiya olunan laylara və quyudibi zonaya müxtəlif formalı elastiki dalğalarla vibrotəsir prosesinin inteqral modeli qurularaq tədqiq edilmişdir.

3. Ştanqlı dərinlik nasosu və periodik qazlift üsulu ilə istismar prosesinin inteqral modelləri qurularaq layın məhsuldarlığını lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınaraq təyin edilmə metodikasısı işlənmişdir.

4. Birinci olaraq maye-qaz qarışığının qeyri-bircins deformasiya olunan layda və boru kəmərinə qeyri-stasionar hərəkəti prosesinin inteqral modeli qurularaq quyuağzı texnoloji parametrlərə əsasən yatağın texniki-texnoloji göstəricilərinin təyin edilmə metodu işlənmişdir.

5. Quyuağzı texnoloji parametrlərə əsasən qeyri-bircins deformasiya olunan lay kollektorunun, ikifazlı maye-qaz qarışığının layda və boru kəmərinə qeyri-stasionar axın prosesinin inteqral modelləşdirilməsi əsasında tutum süzülmə xüsusiyyətlərinin identifikasiya metodikasısı işlənmişdir.

6. İkifazlı və üç komponentli mühitin bircins və ayrılıqda zona-zona bircins olan laylarda süzülmə prosesində kapilyar effektlər nəzərə alınaraq quyuya suyun yarılarq gəlməsinin izolyasiya edilmə prosesinin riyazi modeli işlənmişdir. Horizontal quyuların boru kəmərinin horizontal

hissəsinin divarının məsaməliliyi nəzərə alınaraq mayenin qeyri-stasionar süzülmə prosesinin riyazi inteqral modeli qurularaq alınan əlaqəli differensial tənliklər həll edilmişdir. Nəticədə boru kəmərinin horizontal hissəsinin uzunluğundan aslı olaraq quyunun məhsuldarlığı təyin edilmişdir.

İşin nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Tutulmuş boru kəmərlərinin azad edilməsində, quyuların tıxacdan təmizlənməsində, və təmirində; Neft və qaz quyularının quyudibi zonasına və laya vibrotəsir prosesində; Yüksək anomal təzyiqə malik qaz və qazkondensat quyularında quyuağzı texnoloji göstəricilərə görə quyuyu və lay təzyiqinin tapılmasında; Ştanqlı dərinlik nasos və qazlift üsulları ilə istismar olunan quyularda rejim parametrlərinin təyin edilməsində; Deformasiya olunan layın süzmə-tutum xüsusiyyətlərinin identifikasiyasında; Quyuya yarılaraq gələn suyun effektiv və vaxtında izolyasiya edilmə prosesində istifadə oluna bilər.

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işinin əsas nəticələri dəfələrlə AMEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun "Tətbiqi riyaziyyat" və "Diferensial tənliklər" şöbələrinin və eləcə də ümumitut seminarlarında müzakirə edilmişdir. Bundan başqa dissertasiyada alınan nəticələr aşağıdakı beynəlxalq konfrans və simpoziumlarda məruzə edilmişdir: «Проблемы математического моделирования, управления и информационных технологий в нефтегазовой промышленности» II beynəlxalq simpoziumda (1998); «Xəzərneftqazyataq–2002» elmi-təcrübi konfransda (Bakı 2002); «Xəzərneftqazyataq–2004» elmi-təcrübi konfransda (Bakı 2004); «Ряды Фурье и их применение» beynəlxalq simpoziumda (Rusiya, Rostov-Don 2006); «Новые Технологии в нефтегазодобыче» beynəlxalq elmi praktik konfransda (Bakı 2010, 2012); "Riyaziyyat və mexanikanın aktual problemləri" AMEA RMİ-nin 55 illikyinə həsr olunmuş beynəlxalq konfransda (Bakı 2014); "Mexanikanın klassik və müasir problemləri" adlı respublika elmi konfransında (Bakı 2014); "Control and Optimization with Industrial Applications" 5-ci beynəlxalq konfransda (Bakı 2015).

Nəşrlər. Dissertasiyanın əsas nəticələri, avtoreferatın sonunda verilmiş 37 işdə nəşr edilmişdir.

İşin strukturu və həcmi. Dissertasiya işi giriş, 5 fəsil, nəticə və təkliflərdən, 182 adda istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İşin həcmi 75 şəkil və 5 cədvəl də daxil olmaqla 315 səhifədir.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış, dissertasiya işinin mövzusunə dair görülmüş işlərin qısa tarixi icmalı və işin əsas nəticələri verilmişdir.

Birinci fəsildə tutulmuş boru kəmərinin azad edilməsi proseslərinin riyazi modelləşdirilməsinə həsr edilmişdir. Burada tutulmuş qaldırıcı boru kəmərinin hidroimpuls üsulu ilə azad edilməsi zamanı tutulmuş boru kəmərinə təsir edən dinamik itələyici qüvvənin təyini məsələsinin həllinə baxılmışdır.

Maye axınının hidrodinamikası nəzərə alınaraq prosesin riyazi modeli qurulmuş, maye və tutulmuş boru kəmərinin hərəkətini əks etdirən əlaqəli tənliklər alınmışdır

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\delta(x-l_2)}{m_0} \frac{\partial u_1}{\partial x_1} \Bigg|_{x_1=l_1} \quad E_2 f - \frac{\delta(x-l_0)}{m_0} cu \Bigg|_{x=l_0}$$

$$\frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} = a_1^2 \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \Bigg|_{x=l_2} \quad \frac{f}{f_k} \quad (1)$$

Başlanğıc və sərhəd şərtləri

$$u(x;0) = 0, \quad \frac{\partial u(x;0)}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

$$u_1(x_1;0) = 0, \quad \frac{\partial u_1(x_1;0)}{\partial t} = \frac{\bar{Q}}{f_k} \quad (3)$$

$$u(0;t) = 0, \quad \frac{\partial u(l_0;t)}{\partial x} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial u_1}{\partial x_1} \Bigg|_{x_1=0} = 0 \quad u_1(l_0;t) = 0, \quad (5)$$

burada u və u_1 - uyğun olaraq tutulmuş boru kəmərinin və maye sütununun ixtiyari kəsiyinin boyuna elastik deformasiyaları; a və a_1 - uyğun olaraq boru materialında və mayədə səs dalğalarının yayılma sürəti; t - zaman; x və x_1 - koordinatlar; E_2 - maye sütununun elastiklik modulu; δ - Dirak funksiyası; $m_0 = \rho f_1$, f_1 - borunun metal üzrə en kəsik sahəsi;

ρ - boru kəməri materialının sıxlığı; \bar{Q} - nasosun orta məhsuldarlığı; f - qaldırıcı borunun keçid sahəsi; f_k - həlqəvi fəzanın en kəsiyinin sahəsi; ℓ_0 - kəmərin tutulmuş hissəsinə qədər olan dərinlik; $l_2 = l_0 - l_1$, ℓ_1 - vibratorun endirilmə dərinliyi; c - asqının gətirilmiş sərtliyidir.

Göstərilmişdir ki, tutulmuş boru kəmərinin hidroimpuls üsulu ilə azad edilməsi prosesində kəmərin tutulmuş hissəsinə təsir edən dinamik itələyici qüvvə statik qüvvəyə nisbətən iki dəfə çoxdur.

Fəslin ikinci bölməsində xarici qüvvənin tətbiq edildiyi yerin boru kəmərinin tutulmuş hissəsinin səthində tıxac boyunca kontakt gərginliklərinin paylanma dərinliyinə təsiri məsələsi tədqiq edilir. Müəyyən edilmişdir ki, xarici qüvvənin kəmərin tutulan hissəsinin yuxarı sərhəddindən aşağıda tətbiq edilməsi kontakt gərginliklərinin paylanma dərinliyinin təqribən iki dəfəyə kimi artmasına səbəb olur.

Fəslin üçüncü bölməsində tutulmuş kəməre burucu moment ilə təsir etdikdə tutulmuş kəmərin səthində kontakt gərginliklərinin paylanması tədqiq edilir. Kəmərin tutulmuş hissəsinin tıxac boyunca kontakt səthində kontakt gərginliklərinin paylanma dərinliyi müəyyən edilmişdir.

Fəslin dördüncü bölməsində boru kəmərinin daxili və xarici səthinin tıxac ilə kontakt səthlərində kontakt gərginliklərinin paylanma dərinliyi tədqiq edilir. Tıxacın yuxarı təbəqələrinin dağılmasının baş verdiyi xarici ox boyu yükün həddi qiyməti müəyyən edilmişdir.

İkinci fəsil lay kollektorunun sıxılması və qeyri-bircinsliyi nəzərə alınmaqla lay-quyu sisteminə vibro dalğalarla təsir prosesinin riyazi modelləşdirilməsi məsələlərinə həsr edilmişdir.

Fəslin birinci bölməsində vibrodalğalarla təsir prosesinin layda təzyiq paylanmasının xarakterinə təsiri məsələsinə baxılır. Nəzərə tədqiqatlar əsasında quyudibi zonada yaradılan müxtəlif növ elastik dalğaların layda təzyiq paylanmasına təsiri müəyyən edilir. Bununla yanaşı elastik dalğaların layda paylanma dinamikası və dərinliyi tədqiq edilir.

Fəslin ikinci bölməsində vibrodalğalarla təsirin keçiriciliyə görə qeyri-bircins olan laylarda təzyiq paylanmasına təsiri tədqiq edilir. Layın qeyri-bircinsliyi nəzərə alınmaqla müxtəlif növ elastik dalğaların təzyiq sahəsinə təsiri öyrənilir. Göstərilmişdir ki, deformasiya olunan kollektorda elastik dalğaların sönmə dərəcəsi deformasiya olunmayan kollektorla müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə güclənir.

Fəslin üçüncü bölməsində deformasiya olunan kollektordan təşkil olunmuş laya vibrodalğalarla təsir zamanı layda təzyiq sahəsinin müəyyən

edilməsi məsələsinə baxılmışdır. Deformasiya olunan layda müxtəlif növ elastik dalğaların yayılması öyrənilmişdir. Bu zaman bircins, dairəvi və deformasiya olunan kollektordan təşkil olunmuş layda homogen mayenin süzülmə prosesinə baxılmışdır. Birinci yaxınlaşmada qəbul edilmişdir ki, layın keçiriciliyi lay kollektorlarının deformasiyası nəticəsində təzyiqdən asılı olaraq xətti qanunla dəyişir

$$k(P) = k_0 - \frac{k_0 - k_c}{P_k - P_c} (P_k - P) \quad (6)$$

burada k_0 və k_c - konturda və lay divarındakı başlanğıc keçiricilikdir.

Mayenin qeyri-stasionar müstəvi-radial süzülməsinin diferensial tənliyi aşağıdakı kimidir

$$\frac{\partial \Delta P}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[r \frac{k(P)}{\mu \beta^*} \frac{\partial \Delta P}{\partial r} \right], \quad (7)$$

$$\Delta P = P - P_k.$$

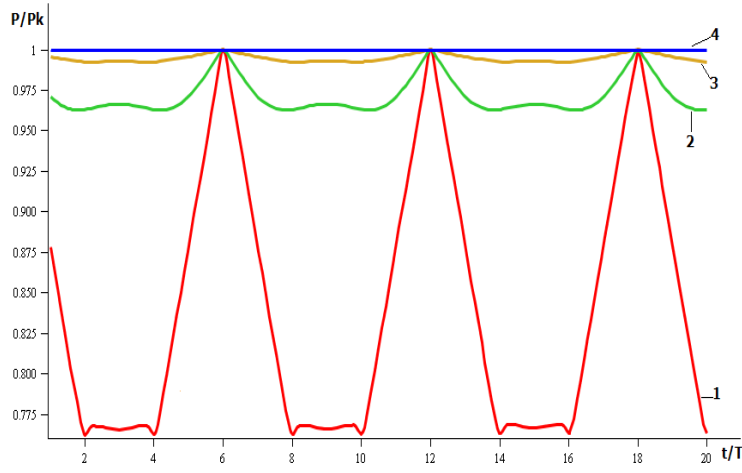
Başlanğıc və sərhəd şərtləri aşağıdakı kimidir

$$\Delta P \Big|_{t=0} = 0, \quad r_c \leq r \leq R_k, \quad (8)$$

$$\Delta P \Big|_{r=R_k} = 0, \quad t > 0, \quad (9)$$

$$\Delta P \Big|_{r=r_c} = P_3(t) - P_k, \quad t > 0. \quad (10)$$

Lay kollektorunun deformasiyası nəzərə alınmaqla layda təzyiqin paylanma xarakteri alınmışdır. Göstərilmişdir ki, deformasiya olunan kollektordan təşkil edilmiş layda elastik dalğaların sönmə dərəcəsi deformasiya olunmayan kollektordan təşkil edilmiş lay ilə müqayisədə çox artır. Alınmış ifadəyə əsasən ədədi hesablamalar aparılmışdır. Şək.1-də elastik dalğaların trapesiodal formada dəyişdiyi hal üçün aparılmış ədədi hesablamaların nəticələri göstərilmişdir.



Şək.1 Trapesiodal formada olan elastik dalğalarla laya təsir zamanı laydakı təzyiq dinamikası. $R_k = 100$ m; кривой 1 - $r = 5$ m; 2 - $r = 15$ m; 3- $r = 90$ m; 4- $r = 100$ m;

Şək.1-dən görünür ki, elastik dalğalar onların nüfuz etmə dərinliklərindən asılı olmayaraq öz ilkin formasını təqribən saxlayır. Bu zaman elastik dalğalar tez sönür və 15 m dərinlikdə praktiki olaraq hiss edilməz olurlar.

Fəslin dördüncü bölməsində maye axınının quyuya qeyri-ani kəsilməsi nəzərə alınmaqla neftin su ilə sıxışdırılması prosesində quyudibi təzyiqin bərpası prosesi tədqiq edilmişdir. Lay modelləri üçün neftin su ilə sıxışdırılmasının eksperimental tədqiqi göstərir ki, neftin və suyun özlülüklərinin $\mu_0=1\div 5$ nisbətində neft-su kontakt xətti nisbətən az əyilir, lakin $\mu_0=20\div 30$ nisbətində isə neft-su kontakt xətti çox deformasiya edir ki, bu da öz növbəsində suyun quyü dibinə daha tez keçməsinə səbəb olur. Göstərilən səbəblər suyun quyü dibinə hərəkətinə nəzarət və tənzimləmə metodlarının və həmçinin suyun quyuya yarılarq daxil olmasının diaqnostik metodlarının axtarışını şərtləndirir. Bu zaman ən perspektivli metod kimi neftin su ilə sıxışdırılması prosesində təzyiqin bərpa əyrilərinin dəyişməsi xarakterinin analizinə əsaslanan quyunun sulaşmasının erkən diaqnostikasının verilmə metodları hesab edilir. Bu məqsədlə neftin su ilə

sıxışdırılmasının riyazi modeli qurulur və müstəvi-radial süzülmədə quyuya olan axının qeyri-ani kəsilməsi zamanı quyudibi təzyiqin bərpasına baxılır.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində suyun laya girməsini əvvəlcədən xəbər verə bilən erkən diaqnostik metod işlənmişdir.

Sürüşmə effekti nəzərə alınmaqla qazlı mayenin süzülməsi zamanı quyudibi təzyiqin bərpasına baxılmışdır.

Üçüncü fəsil quyunun tıxacdan təmizlənməsi prosesi məsələlərinin modelləşdirilməsinə və həllinə həsr edilmişdir. Hərəkətli sərhəddi olan mayenin boruarxası fəzadan qaldırıcı boruya keçidi zamanı quyudibi təzyiqin dəyişməsi xarakterinin müəyyən edilməsi məsələsinə baxılmışdır. Prosesin riyazi modeli qurulmuş, quyudibi təzyiq və yaradılan elastik dalğaların parametrlərinin dəyişmə xarakteri və bu parametrlərin tıxacın təmizlənməsi prosesinə təsiri və layın süzülmə qabiliyyətinə təsiri müəyyən edilmişdir.

Qum tıxacının pulsasiyalı axınla yuyularaq təmizlənməsi prosesinin riyazi modeli

qurulmuş və alınan məsələ həll edilmişdir. Bu zaman mayenin bir borudan digərinə keçid zonasında elastik dalğaların yayılma dinamikası öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, quyuda ağzından vurulan mayenin təzyiqi mişarvari formada dəyişən halda mayenin bir borudan digərinə keçidi zonasında təzyiqin dəyişməsi döyülmə xarakterli olur. Ədədi hesablamalar aparılmış və vurulan mayenin müxtəlif formalı təzyiq pulsasiyaları üçün quyudibi təzyiqin dəyişmə xarakteri müəyyənləşdirilmişdir. Layın açılması zamanı məhlulun hidrodinamikası tədqiq edilmişdir. Prosesin hidrodinamikasının inteqral modeli qurulmuş və layın açılması zamanı quyudibi təzyiqin dəyişmə dinamikası müəyyən edilmişdir. Göstərilmişdir ki, layın açılması zamanı, əgər quyudibi zonaya yaxın yerlərdə böyük çatlar və məsamələr varsa, hidravlik zərbənin təsirindən quyudibi təzyiq iki dəfəyə qədər arta bilər. Layın açılmasından sonra laya girən mayenin həcmi müəyyən edilmişdir.

Dördüncü fəsil mayenin lay-quyu sistemində axınının inteqral modelləşdirilməsinə həsr edilmişdir. Lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınmaqla dərinlik nasosu üsulu ilə neft hasilatı prosesinin inteqral modelinə baxılmışdır. Bu əlaqənin nasosun faydalı iş əmsalına və vahid zamanda laydan quyuya gələn maye axınına təsiri müəyyən edilmişdir. Neftin periodik qazlift üsulu ilə hasilatı prosesinin riyazi modeli qurulmuş və maye yığımının ən yaxşı rejimi müəyyənləşdirilmişdir.

Fəslin üçüncü bölməsində lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınmaqla ikifazlı qaz-maye qarışığının deformasiya olunan qeyri-bircins

layda süzülmasının riyazi modeli qurulmuşdur və bu modelə uyğun olaraq hesabat metodikası işlənmişdir.

Qazlı neftin layda və quyu lüləsində birgə axımını əks etdirən əlaqəli diferensial tənliklər yazılmış və həll edilmişdir.

$$\begin{aligned} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[k(r, z, p) \psi(s, p) r \frac{\partial p}{\partial r} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[k(r, z, p) \psi(s, p) \frac{\partial p}{\partial z} \right] &= \frac{\partial \Phi(s, p)}{\partial t} \\ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[k(r, z, p) \varphi(s, p) r \frac{\partial p}{\partial r} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[k(r, z, p) \varphi(s, p) \frac{\partial p}{\partial z} \right] &= \frac{\partial \varepsilon(s, p)}{\partial t} \end{aligned} \quad (11)$$

Başlanğıc və sərhəd şərtləri

$$\begin{aligned} t = 0, \quad p = p_0, \quad s = s_0 \\ r = R_k, \quad \frac{\partial p}{\partial r} = 0, \quad \frac{\partial s}{\partial r} = 0 \\ r = r_c, \quad p = p_c(t), \quad t > 0 \\ z = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial z} = 0, \quad t > 0 \\ z = H, \quad \frac{\partial p}{\partial z} = 0, \quad t > 0 \end{aligned} \quad (12)$$

burada

$$\begin{aligned} \psi(s, p) &= \left[\frac{c(p)F_r(s)}{\mu_r(p)} + \frac{S_k(p)}{\beta(p)} \frac{F_h(s)}{\mu_h(p)} \right]; \\ \Phi(s, p) &= m \left[c(p)(1-s) + \frac{sS_k(p)}{\beta(p)} \right]; \\ \varphi(p, s) &= \frac{F_h(s)}{\mu_h(p)\beta(p)}; \quad \varepsilon(p, s) = \frac{m \cdot s}{\beta(p)} \end{aligned} \quad (13)$$

$F_2(s)$ - məsamələr maye ilə doyduqda qazın nisbi faza keçiriciliyi; $F_h(s)$ - məsamələr maye ilə doyduqda mayenin nisbi faza keçiriciliyi; $k(r, z, p)$ - bircins maye üçün süxurun keçiriciliyi; p - təzyiq; $\mu_c(p)$ p təzyiqində qazın özlülüyü; $S_k(p)$ - p təzyiqində vahid həcmli mayədə həll olmuş qazın kütləsi; $\mu_h(p)$ - p təzyiqində neftin dinamik özlülüyü; $c(p)$ - p təzyiqində qazın sıxlığı; m - layın məsaməliliyi; t - zaman; s - neft

doymumluluğu; $\beta(p)$ - neftin həcm əmsalı, başqa sözlə lay şəraitində neftin həcmnin adi şəraitdəki həcminə olan nisbəti; H -layın gücü; R_k -layın konturunun radiusudur. Fazalar sürətinin borunun en kəsiyinə görə ortalaşdırılmasından sonra maye-qaz qarışığının boruda hərəkət tənliyi aşağıdakı kimi olur:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} + \frac{Q_0^w}{\varphi_1 f} \frac{\partial^2 u_1}{\partial t \partial z} = \frac{\delta(z-0)}{\rho_1} P_{\text{saə.}} - \frac{\delta(z-l)}{\rho_1} P_{\text{ycm}} + \\ + a_1^0 \frac{\partial^2 u_1}{\partial z^2} + \frac{4}{3} v_1^0 \frac{\partial^3 u_1}{\partial t \partial z^2} - (2h_1 + \frac{K_{12}}{\rho_1}) \frac{\partial u_1}{\partial t} + \frac{K_{12} \varphi_2}{\rho_1 \varphi_1} \frac{\partial u_2}{\partial t}, \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 u_2}{\partial t^2} + \frac{Q_0^w}{\varphi_2 f} \frac{\partial^2 u_2}{\partial t \partial z} = \frac{\delta(z-0)}{\rho_2} P_{\text{saə.}} - \frac{\delta(z-l)}{\rho_2} P_{\text{ycm}} + \\ + a_2^0 \frac{\partial^2 u_2}{\partial z^2} + \frac{4}{3} v_2^0 \frac{\partial^3 u_2}{\partial t \partial z^2} - (2h_2 + \frac{K_{12}}{\rho_2}) \frac{\partial u_2}{\partial t} + \frac{K_{12} \varphi_1}{\rho_2 \varphi_2} \frac{\partial u_1}{\partial t} \end{aligned} \quad (15)$$

Başlangıç və sərhəd şərtləri

$$\left. \frac{\partial u_1}{\partial t} \right|_{t=0} = \left. \frac{\partial u_2}{\partial t} \right|_{t=0} = 0, \quad u_1|_{t=0} = u_2|_{t=0} = 0 \quad (16)$$

$$\left. \frac{\partial u_1}{\partial z} \right|_{z=l} = 0, \quad \left. \frac{\partial u_2}{\partial z} \right|_{z=l} = 0, \quad u_1|_{z=0} = u_2|_{z=0} = 0 \quad (17)$$

burada u_1 , u_2 - maye sütununun istənilən en kəsik sahəsi üçün mühitin birinci və ikinci fazasının elastik deformasiyası, a_1^0 , a_2^0 - aparıcı (maye) fazada və qaz fazasında səs dalğalarının yayılma sürəti, h_1, h_2 - maye və qaz fazaları üçün müqavimət əmsalları, δ - Dirak funksiyası; ρ_1^0 , ρ_2^0 - ikifazlı axında maye və qaz fazasının sıxlıqları, v_1^0 , v_2^0 - maye və qaz fazasının kinematik özlülük əmsalları, l - nasos-kompresor borusunun buraxılma dərinliyi, f - nasos-kompresor borusunun en kəsik sahəsi, K_{12} - fazalar arasındakı qarşılıqlı təsir əmsalı, φ_1 , φ_2 - ikifazlı axına maye və qaz fazasının həcm payları, ölçüsüz kəmiyyətdir, Z -koordinat.

Vahid zaman müddətində quyuya daxil olan həcmi axın zonasında vahid zamanda quyudan çıxan həcmə bərabər olan maye üçün material balansı tənliyi aşağıdakı kimidir

$$\frac{\partial Q_0^w}{\partial z} - Q_0(z) = 0 \quad (18)$$

Q_0^w - süzülmə zonasında vahid zamanda quyudan çıxan flyuidin həcmi, Q_0 - vahid zamanda laydan gələn maye axınının z -oxu istiqamətində qradientidir.

(11),(12),(14)-(16) sərhəd məsələsinin həlli ədədi üsul olan şəbəkə üsulu ilə həyata keçirilmişdir və tətbiqi proqram paketi yaradılmışdır. Yuxarıda göstərilən ədədi alqoritmin realizə edilməsi zamanı parametrlərin aşağıdakı qiymətlərindən istifadə olunmuşdur.

$$s_k(p) = 5p, \quad \beta(p) = \begin{cases} -0,00058p + 1,021 & , \quad p \geq 5 \text{ MPa} \\ -0,001p + 1 & , \quad p < 5 \text{ MPa} \end{cases},$$

$$F_q = (1-s)^2, \quad F_n = s^2, \quad \mu_n = 0,07 \text{ mPa}\cdot\text{s}, \quad \mu_q = 0,012 \text{ mPa}\cdot\text{s},$$

$$p_0 = 100 \text{ MPa}, \quad p_{ycm.} = 48 \text{ MPa}, \quad s_0 = 0,8, \quad m_0 = 0,17, \quad \rho_1 = 400 \text{ kq/m}^3,$$

$$\rho_2 = 748 \text{ kq/m}^3, \quad k = 10^{-14} \text{ m}^2, \quad h_1 = 0,005 \text{ (1/s)}, \quad h_2 = 0,05 \text{ (1/s)}, \quad \varphi_1 = 0,8,$$

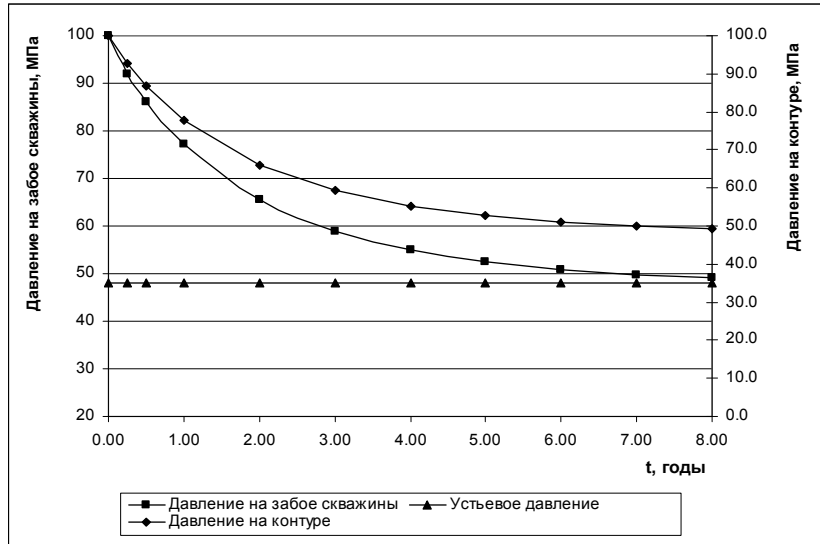
$$\varphi_2 = 0,2, \quad \nu_1 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^2/\text{s)}, \quad \beta = 1, \quad H = 20 \text{ m}, \quad R_k = 800 \text{ m}, \quad K_{12} = 0.001 \text{ kq/(m}^3\cdot\text{s)},$$

$$l = 6000 \text{ m}, \quad d = 0,06 \text{ m}, \quad \nu_1^0 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}, \quad \nu_2^0 = 670 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s},$$

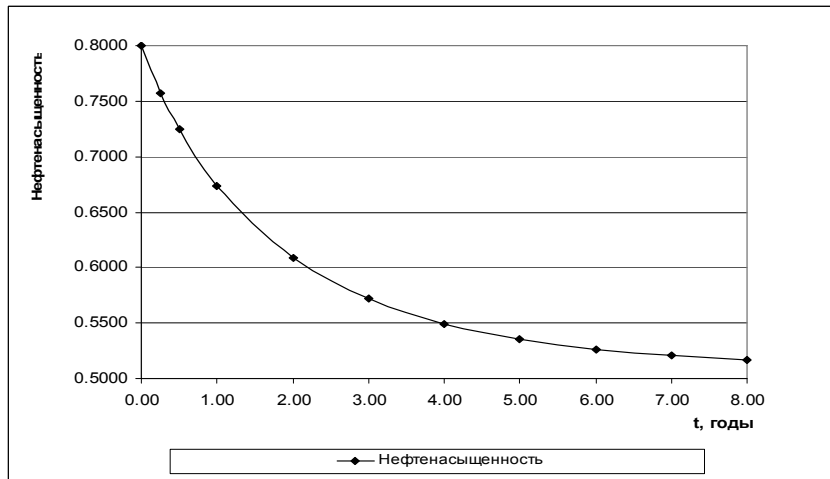
$$a_1^0 = 1300 \text{ m/s},$$

$$a_2^0 = 400 \text{ m/s}.$$

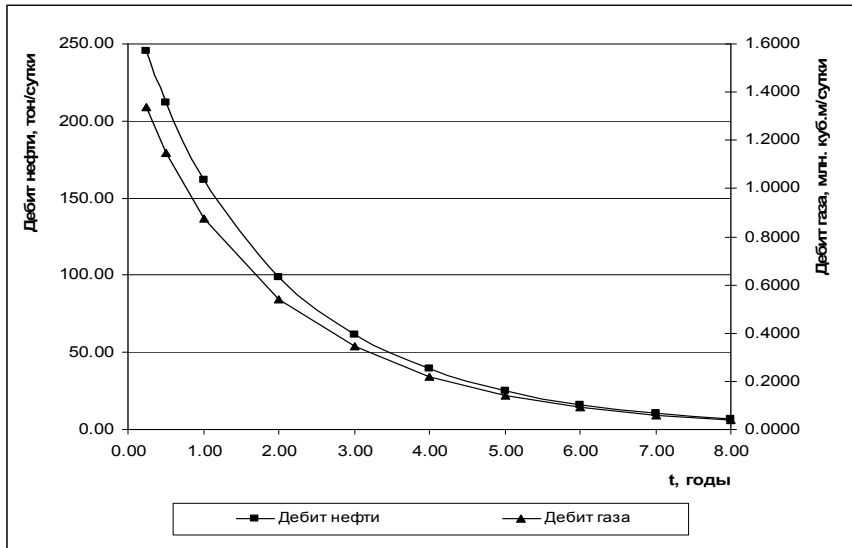
Hesablamaların nəticələri şək.2-şək.4-də verilmişdir. Şəkillərdən görünür ki, istismarın ilkin mərhələsində yatağın konturunda və quyuda təzyiq düşgüsü intensiv şəkildə baş verir, amma sonradan isə, o, zaman keçdikcə zəifləyir. Demək olar ki, eyni hadisə həm də yatağın neft doyumluluğu üçün alınır (şək.3). Bu onunla izah edilir ki, zamanın ilk anlarında neftdən böyük miqdarda həll olunmuş qaz ayrılır, və quyuya neft axını ayrılan qazın müqaviməti səbəbindən yavaşdır.



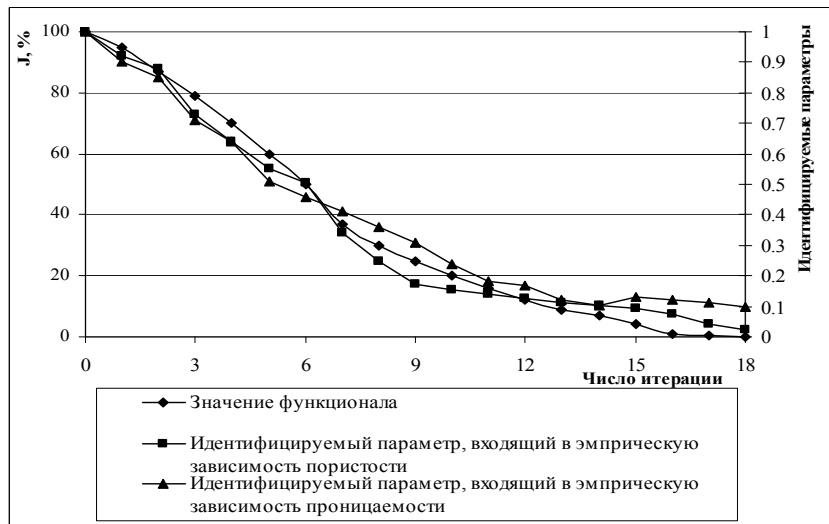
Şək. 2 Quyu ağız təzyiq sabit olduqda quyudibi və kontur təzyiqinin dinamikası



Şək. 3 Quyu ağız təzyiq sabit olduqda neft doyumluluğunun dinamikası



Şək. 4 Quyu ağız təzyiq sabit olduqda neft və qaz debitinin dinamikası



Şək.5 α_1 и α_2 parametrlərinin dəqiq qiymətlərinin müəyyən olunması zamanı uyğun zuluğun dəyişməsinin iterasiya prosesindən asılılığı.

Fəsildə süzgəc parametrlərinin maye axınının hidrodinamikasına təsiri məsələsinə baxılır.

Lay-quyu sistemində süzülmə prosesinin riyazi modelləşdirilməsinə baxılır.

Prosesin inteqral riyazi modeli qurulur və lay-quyu sistemində maye hərəkətinin əlaqəli tənlikləri həll edilir və bunun əsasında boru divarının keçiriciliyi (süzgəc olduğu şəraitdə) və lay-quyu sisteminin parametrləri nəzərə alınmaqla layın məhsuldarlığı müəyyən edilir. Aparılmış tədqiqatlar əsasında süzgəcin aktiv hissəsinin uzunluğu müəyyən edilir və ədədi hesablamalar aparılır.

Lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınmaqla üfüqi quyularda mayenin qeyri-stasionar süzülməsi məsələsi tədqiq edilir.

Lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi və boru kəmərinin üfüqi hissəsində onun divarlarının məsaməliliyi nəzərə alınmaqla üfüqi quyuda mayenin qeyri-stasionar süzülmə prosesinin riyazi modeli qurulmuş və sərhəd məsələsi həll edilmişdir. Boru kəmərinin üfüqi hissəsinin uzunluğundan və lay-quyu sisteminin parametrlərindən asılı olaraq layın məhsuldarlığı müəyyən edilmişdir. Boru kəmərinin üfüqi hissəsində boru divarının keçiriciliyi nəzərə alınmaqla təzyiq itkisini müəyyən etməyə imkan verən düstur alınmışdır. Quyudibi təzyiqin dəyişmə xarakteri müəyyənəşdirilmişdir.

Bəşinci fəsilin birinci bölməsində iki fazlı qaz-maye qarışığının deformasiya olunan qeyri-bircins layda qeyri-stasionar hərəkətinin lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınaraq inteqral riyazi model qurulmuş və alınan qeyri-xətti tənliklər həll edilmişdir. Alınan nəticələr məlum quyuağzı parametrlərə görə anomal yüksək lay təzyiqinə malik quyularda quyudibi təzyiqi və lay təzyiqini müəyyən etməyə imkan verir. İşdə quyuağzı texnoloji göstəricilərə görə lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınmaqla, maye-qaz qarışığının deformasiya olunan layda süzülməsi və boruda hərəkətinin inteqral modeli qurularaq layın süzülmə-tutum xüsusiyyətlərinin identifikasiyası işlənmişdir. Lay-quyu sisteminin inteqral modeli qurulmuş və əlaqəli qeyri-xətti diferensial tənliklər alınmışdır.

Layın süzülmə-tutum xüsusiyyətlərini xarakterizə edən parametrlərin P təzyiqindən asılılığı aşağıdakı kimi qəbul edilir.

$$m(P) = m_0 \exp[\alpha_1(P - P_0)] \quad (19)$$

$$k(P) = k_0 \exp[\alpha_2(P - P_0)] \quad (20)$$

burada $k(P)$ və $m(P)$ - P -təzyiqində uyğun olaraq keçiricilik və məsaməlilik əmsallarıdır, k_0 və m_0 onların başlanğıc lay təzyiqinə uyğun qiymətləridir. α_1 və α_2 müəyyən olunması tələb olunan əmsallardır.

Maye-qaz qarışığının süzülmə parametrlərinin identifikasiyası məsələsi quyu dibində təzyiqin hesablamalardan tapılan və ölçülmüş qiymətlərin uyğunsuzluğunu göstərən $J(\alpha_1, \alpha_2)$ funksionalının minimallaşdırılması məsələsi – variasiya məsələsi kimi qoyulur.

$$J(\alpha_1, \alpha_2) = \int_0^h \int_0^T [P(r_c, z, t) - P_c(t)]^2 dz dt + \varepsilon_0 (\alpha_1^2 + \alpha_2^2) \Rightarrow \min \quad (21)$$

burada $P(r_c, z, t)$ и $P_c(t)$ - uyğun olaraq nəzəri və ölçülən təzyiq; $\varepsilon_0 \geq 0$ tənzimləyici parametr; T - işlənmə periodu; h - layın gücüdür. $P(r_c, z, t)$ - nəzəri təzyiqi lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınmaqla düz məsələnin həllindən alınır. (21) funksionalının minimallaşdırılmasından α_1 və α_2 əmsalları tapılır.

Beləliklə, verilənlərin natamam olması və geoloji-mədən məlumatlarının qeyri-dəqiqliyi şəraitində təklif edilən lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınmaqla çox fazalı süzülmə proseslərinin riyazi modelləşdirilməsi variantı hidrodinamik modelləri məqsədyönlü və effektiv dəqiqləşdirməyə, yatağın işlənməsinin hər mərhələsində hasilatın texniki-iqtisadi göstəricilərinin proqnozlaşdırılmasının yaxşılaşdırılmasına və istismar sistemini korrektə etməyə imkan verir.

Şəx.5-də (21) funksionalının minimum edən α_1 və α_2 əmsallarının qiymətlərinin müəyyən olunması zamanı uyğunsuzluğun dəyişməsinin iterasiya prosesindən asılılığı əks olunmuşdur.

Bircins və zonalı-bircins üfqi layda flyuidin ikifazlı üçkomponentli süzülmə prosesində kapilyar effektlər və izolyasiya dərəcəsi nəzərə alınmaqla su axınının izolyasiyası üçün riyazi model təklif edilmişdir.

NƏTİCƏLƏR

1. Müəyyən edilmişdir ki, xarici yükün tıxac boyu yayılma dərinliyi onun yuxarı təbəqələrinin dağılma həddinə kimi, bu yükün qiymətindən yox, boru kəmərinin və tıxacın həndəsi ölçüləri və fiziki –mexaniki xüsusiyyətindən aslıdır.

Göstərilmişdir ki, xarici dartıcı qüvvə tutulmuş boruların yuxarı kənarından aşağı tətbiq edilərsə onun tıxac boyu yayılma dərinliyi qüvvənin kənar nöqtədə tətbiqinə nisbətən iki dəfə artar.

2. Müəyyən edilmişdir ki, tutulmuş qaldırıcı boru kəməri hidroimpuls üsulu ilə azad edilərsə, ona təsir edən dartıcı dinamik qüvvə statik qüvvəyə nisbətən iki dəfəyə kimi artar.

Vibratorun qoyulma dərinliyindən və sistemin parametrlərindən aslı olaraq sistemin rəqsi hərəkətinin rezonans rejimi yarada bilən tezlikləri müəyyən edilmişdir. Bu isə öz novbəsində tutulmuş boru kəmərinin azad edilməsini asanlaşdırır.

3. Yaradılmış elastiki dalğaların formasından aslı olaraq onların qeyri-bircins deformasiya olunan laylarda yayılma dinamikası və dərinliyi layda təzyiq sahəsinə təsiri təyin edilmişdir.

Göstərilmişdir ki, elastiki dalğalar onların laylarda yayılma dərinliyindən aslı olmayaraq öz formalarını saxlayırlar. Müəyyən edilmişdir ki, elastiki dalğaların sönmə tempi deformasiya olunan laylarda deformasiya olunmayan laylara nisbətən daha böyükdür və tez sönərək 15 m-dən sonra hiss olunurlar. Digər eyni şərtlər daxilində layı konturunun radiusu artdıqca dalğaların sönmə tempi yavaşdır.

4. Neftin su ilə sıxışdırılması zamanı suyun yararılıra quyuya keçməsinə erkən xəbər verə bilən və yarıma vaxtını qiymətləndirən dioqnostik kriteriya müəyyənləşdirən metodika işlənmişdir.

Qazlı mayenin süzülməsi zamanı sürüşmə effekti nəzərə alınaraq quyudibi təzyiqin bərpası öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, bu zaman bərpa vaxtı azalır. Konsentrik yerləşən boru kəmərlərində bir borudan mayenin dəyişən sərhədlə digər boruya axını prosesinin hidrodinamikasının riyazi modeli qurulmuş və onun layın süzmə qabiliyyətinə təsiri öyrənilmişdir.

5. Layın açılması zamanı quyudibi təzyiqin dinamikası təyin edilmişdir. Göstərilmişdir ki, əgər quyudibinə yaxın zonalarda böyük çatlar və məsamələr varsa layın açılması zamanı hidravliki zərbə nəticəsində quyudibi təzyiq iki dəfəyə kimi arta bilər. lay açıldıqdan sonra ona gedən mayenin miqdarı təyin edilmişdir.

6 Ştanqlı dərinlik nasos üsulu ilə neftin çıxarılması prosesinin lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınaraq inteqral modeli qurulmuş və

onun nasosun faydalı iş əmsalına və laydan vahid zamanda quyuya gələn mayenin miqdarına təsiri təyin edilmişdir. Periodik qazlift üsulu ilə neftçixarma prosesinin inteqral modeli qurulmuş və quyunun məhsuldarlığını maksimuma çatdıran neftin quyuya yığılma vaxtı təyin edilmişdir. Lay –quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınaraq iki fazalı mayenin layda süzülmə prosesinin inteqral modeli qurulmuş və quyuağzı texnoloji göstəricilərə əsasən quyudibi və lay təzyiqlərinin təyin edilməsinə imkan verən hesabat metodikası işlənmişdir. Bu zaman həmçinin anomal yüksək lay təzyiqinə malik olan quyularda yataqların texnoloji göstəriciləri də təyin edilmişdir.

Lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınaraq maye-qaz qarışığının qeyri-bircins və deformasiya olunan layda süzülmə prosesinin inteqral modeli qurulmuş və alınmış qeyri-xətti əlaqəli differensial tənliklərin həlləri tapılmışdır. Göstərilmişdir ki, layın deformasiyasının nəzərə alınmaması səhvən quyunun debitinin artırılmasına gətirib çıxarır. Sistemin quyuağzı parametrlərinə əsasən əsas texnoloji göstəriciləri təyin edilmişdir.

7. Quyunun faktiki istismar göstəricilərinə görə ikifazlı maye-qaz qarışığının qeyri-stasionar süzülmə prosesinin inteqral riyazi modeli qurulmuş və deformasiya olunan lay kollektorunun süzülmə tutum xüsusiyyətlərinin identifikasiyasına yerinə yetirən metodika işlənmişdir. İzolasiya edən agetin nüfuz etmə dərinliyi, kapilyar effektlər və izolasiya dərəcəsi nəzərə alınaraq bircins və zonalarla ayrı-ayrılıqda bircins mühitdə üç komponentli iki fazalı süzülmə prosesində quyuya yarılarq su gəlməsinin izolyasiya prosesinin riyazi modeli qurulmuşdur.

Göstərilmişdir ki, izolyasiya edən agentin laya nüfuz etmə dərinliyi məhsulun sulaşma dərəcəsi artdıqca, azalır.

Göstərilmişdir ki, digər eyni şərtlər daxilində, quyuya su gəlmənin izolyasiyası, məhsulun nisbətən az sulaşma dərəcəsində maksimum effekt verir. Təklif edilən model həm yatağa təsirin ən dəqiq vaxtını və həm də izolyasiya dərəcəsini seçməyə imkan verir.

8. Horizontal quyularda qaldırıcı boru kəmərinin horizontal hissəsinin divarlarının məsaməli olduğu və lay-quyu sisteminin dinamik əlaqəsi nəzərə alınaraq mayenin layda qeyri-stasionar süzülmə prosesinin inteqral modeli qurularaq alınan sərhəd məsələləri həll edilmişdir. Boru kəmərinin horizontal hissəsinin uzunluğundan aslı olaraq quyunun məhsuldarlığı təyin edilmişdir. Göstərilmişdir ki, yüksək keccilik qabiliyyətinə malik olan laylarda onların məhsuldarlığının artması quyunun horizontal hissəsinin müəyyən uzunluğundan sonra demək olar ki, dayanır.

Dissertasiyanın əsas məzmunu aşağıdakı işlərdə nəşr edilmişdir:

1. Аббасов Э.М. Определение динамической нагрузки, воспринимаемой пакером при срыве башмачного клапана// Теоретические и практические основы оптимального проектирования конструкций нефтепромыслового оборудования, 1987, с. 18-21,
2. Аббасов Э.М. Определение динамической выталкивающей силы воздействующей на прихваченную колонну подъемных труб при освобождении ее гидроимпульсным способом//II Международный симпозиум «Проблемы математического моделирования, управления и информационных технологий в нефтегазовой промышленности», 22 сентября, Баку, 1998, с.23.
3. Аббасов Э.М., Гасанзаде Н.А. Определение контактных напряжений на поверхности прихваченной в нижней части колонны труб при ее освобождении // Сборник научных трудов ГосНИПИ «гипроморнефтегаз» «Этапы Развития и Перспективы Освоения Морских Нефтегазовых Ресурсов Каспия», 1999, с. 259-265.
4. Аббасов Э.М. Определение динамической выталкивающей силы воздействующей на прихваченную колонну подъемных труб при освобождении ее гидроимпульсным способом // Сборник научных трудов ГосНИПИ «гипроморнефтегаз» «Этапы Развития и Перспективы Освоения Морских Нефтегазовых Ресурсов Каспия», 1999, с. 244-251.
5. Аббасов Э.М., Нуриев Н.Б., Агайева С.Е., Микаилов Н.А. Определение контактных напряжений на поверхности прихваченной колонны труб при ее освобождении // Fizika, riyaziyyat, yer elmləri, № 2, s. 14-17, 2001
6. Аббасов Э.М. Влияние места приложения внешней выталкивающей силы на эффективность освобождения прихваченной колонны труб // “Xəzərneftqazıyataq-2002” Elmi-təcrübi konfransın məruzələri, Bakı– 2002, s.97-100,
7. Аббасов Э.М. Влияние места приложения внешней силы на эффективность ликвидации прихватов колонны труб // АНХ № 6, 2003, с. 22-25
8. Аббасов Э.М. Определение влияния вибровоздействия на систему пласт-скважина//“Xəzərneftqazıyataq-2004” Elmi-təcrübi konfransın məruzələri, Bakı 2004, s. 138,

9. Сулейманов Б.А., Аббасов Э.М., Влияние вибровоздействия на систему пласт-скважина // Нефтепромысловое дело, № 3, 2004, с. 53-57.
10. Сулейманов Б.А., Аббасов Э.М., Дышин О.А. Применение вейвлет-анализа к решению обратной коэффициентной задачи подземной гидромеханики//Тезисы докладов IV Международного симпозиума «Ряды Фурье и их применение», Ростов- на Дону, 28 мая-3июня 2006, с.6.
11. Сулейманов Б.А., Аббасов Э.М., Кадыров Р.Н. Математическое моделирование процесса фильтрации газированной жидкости при виброволновом воздействии//Тезисы докладов IV Международного симпозиума «Ряды Фурье и их применение», Россия, Ростов-на Дону, 28 мая - 3июня 2006, с.162-163.
12. Сулейманов Б.А., Аббасов Э.М., Эфендиева А.О. Виброволновое воздействие на пласт и призабойную зону скважин с учетом эффекта проскальзывания//Инженерно-физический журнал, 2008, т. 81, №2, с.358-364.
13. Аббасов Э.М. Влияние упругих волн, создаваемых энергией статического уровня столба жидкости в скважине, на фильтрационную способность пласта // Научные труды института «Нефтегазпроект», Баку 2008, вып. 24, с. 129 – 134.
14. Аббасов Э.М. Сулейманов Б.А., Дышин О. А. Применение вейвлет-преобразований к решению краевых задач для линейных уравнений параболического типа//Журнал вычислительной матем. и матем. физики , №2, т.48, 2008, с.264-281.
15. Аббасов Э.М. Сулейманов Б.А., Дышин О. А. Вейвлет - метод решения задачи нестационарной фильтрации с разрывными коэффициентами//Журнал вычислительной матем. и матем. физики, №12, т.48, 2008, с.2163-2179.
16. Аббасов Э.М. Сулейманов Б.А., Дышин О. А. Вейвлет-метод решения квазилинейных параболических уравнений второго порядка с дивергентной главной частью // Журнал вычислительной матем. и матем. физики, №9, т. 49, 2009, с. 1629-1642.
17. Аббасов Э.М., Агаева Н.А. Определение поля давления в пласте, деформируемом коллектором, при виброволновом воздействии на него // Инженерно-физический журнал, 2017, т. 90, № 1. с. 48-54.
18. Сулейманов Б.А., Аббасов Э.М. Восстановление забойного давления при вытеснении нефти водой с учетом не мгновенного прекращения притока в скважину (Bottom – hole pressure build-up

during oil displacement by water with allowance for non-instantaneous inflok stapping)//Научные труды, официальное издание НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, 2010, № 2, с.20-24.

19.Сулейманов Б.А., Аббасов Э.М. Восстановление забойного давления при фильтрации газированной жидкости с учетом эффекта проскальзывания//Научные труды, официальное издание НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, 2010, № 3, с.10-15.

20.Аббасов Э.М. Определение времени вымывания из пласта изолирующего тампонажного материала на композитной основе// Научные труды, официальное издание НИПИ «Нефтегаз» SOCAR, 2015, №1, с. 27-28.

21.Аббасов Э.М. Динамическая связь системы пласт-скважина при штанговом глубиннонасосном способе добычи нефти//Материалы Международной научно-практической конференции «Новые Технологии в Нефтегазодобыче», I часть, Баку, 25-26 февраля 2010, с. 355-366.

22.Аббасов Э.М. Влияние динамической связи в системе пласт-скважина на коэффициент полезного действия глубиннонасосной установки// Инженерно-физический журнал. 2011, т.84, №2, с.292-300.

23.Аббасов Э.М., Агаева Н.А. Влияние виброволнового воздействия на характер распределения давления в пласте//Инженерно-физический журнал. 2012, т. 85, №6, с.1189–1194.

24.Аббасов Э.М. Определение времени накопления жидкости в периодических газлифтных скважинах // Инженерно-физический журнал, 2013, т. 86, №2, с.310–317.

25.Abbasov E.M., Ağayeva N.A. Vibrodalğaların layda təzyi q paylanmasına təsiri/Neftqaz sahəsində qeyri-Nyuton sistemlər. Akademik A.X.Mirzəcanzadənin 85-illik yubileyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi konfransın materialları. Bakı 21-22 noyabr 2013, s.36-37.

26.Abbasov E.M., İmaməliyev S.Ə. Konsentrik birləşdirilmiş boru kəmərlərində hərəkət edən ikifazlı mayenin hərəkət dinamikasına təzyi q pulsasiyasının təsirinin tədqiqi / Neftqaz sahəsində qeyri-Nyuton sistemlər. Akademik A.X.Mirzəcanzadənin 85-illik yubileyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi konfransın materialları. Bakı 21-22 noyabr 2013, s. 40-41.

27.Аббасов Э.М., Агаева Н.А. Гидродинамика фильтрации раствора при вскрытии пласта // Инженерно-физический журнал, 2014, т.87, №1, с.15-22.

28.Abbasov E.M., Əmənzadə R.Y., İmaməliyev S.Ə. Lay-quyu dinamik əlaqəsi nəzərə alınmaqla qaz maye qarışığının boruda pulsasiyalı axınının

- riyazi modelləşdirilməsi / “Məxanikanın klassik və müasir problemləri” adlı respublika elmi konfransının materialları. Bakı 22 may 2014, s.55-58.
29. Аббасов Э.М., Агаева Н.А. Влияние виброволнового воздействия на характер распределения давления в пласте с учетом динамической связи системы пласт-скважина // Материалы Международной конф., посвященной 55-летию Института Математики и Механики «Актуальные проблемы математики и механики», Баку 2014, с. 19-21.
30. Аббасов Э.М., Имамалиев С.А. Влияние пульсации давления на динамику движения жидкости в концентрично расположенных сообщающих трубах // Инженерно-физический журнал, 2014, т. 87, №1, с.148-157.
31. Аббасов Э.М., Агаева Н.А. Влияние виброволнового воздействия на характер распределения давления в пласте с учетом динамической связи системы пласт-скважина // Инженерно-физический журнал, № 5. 2014, т. 87, с. 1000-1010.
32. Аббасов Э.М., Агаева Н.А. Влияние виброволнового воздействия на характер распределения давления в неоднородном по проницаемости пласте // Инженерно-физический журнал, 2015, т.88, №5. с. 1050-1059.
33. Аббасов Э.М. Определение времени вымывания из пласта изолирующего тампонажного материала на композитной основе // Научные труды, официальное издание НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, 2015, №1, с. 27-28.
34. Abbasov E.M., Agayeva N.A. Definition of pressure field in reservoir deformable under vibrowave methods of oil reservoir stimulation // The 5 the International Conference on “Control and Optimization with Industrial Applications”, Book of Abstracts, Baku 27-29, august 2015, p. 283-284
35. Abbasov E.M., Mamedov F.I. Concerning an Approach to Solving Volter’s Type Integral Equations of Certain Class // “Proceedings”, “Oil Gas Scientific Research Project” Institute, SOCAR, 2015, Vol.2, p.75-77.
36. Аббасов Э.М., Фейзуллаев Х.А. Математическое моделирование процессов течения газожидкостной смеси в пласте и в трубе с учетом динамической связи системы пласт-скважина // Журнал вычислительной математики и математической физики № 1, т.56, 2016, с. 142-154.
37. Abbasov E.M., Mamedov F.I. An integrate model for the liquid filtration process and layer-well dynamic relation in the horizontal wells // Transactions of NAS of Azerbaijan, issue mechanics, series of physical-technical and mathematical science 35 (7), (2016), p.3-14.

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
СИСТЕМ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ**

АННОТАЦИЯ

Диссертационная работа посвящена интегральному моделированию процесса нефтегазодобычи и, на этой основе, повышению эффективности разработки залежей.

Целью проведенных исследований является разработка интегральных моделей процессов нефтегазодобычи с учетом динамической связи системы пласт-скважина и, на этой основе, повышение нефтеотдачи пласта.

В работе создана математическая модель процесса освобождения прихваченных колонн труб.

Определено влияние различного вида упругих волн, создаваемых на забое и на устье скважин, на характер распределения давления в однородном, неоднородном и деформируемом пласте. Разработана методика раннего диагностирования прорыва воды в скважину. Исследована гидродинамика фильтрата раствора при вскрытии пласта. Построена интегральная модель гидродинамики процесса и определена динамика изменения забойного давления при вскрытии пласта. Показано, что при вскрытии пласта, если в нем ближе к призабойной зоне имеются крупные трещины и поры, то из-за гидравлического удара забойное давление может увеличиваться в два раза.

Создана интегральная модель гидродинамики процесса добычи нефти глубиннонасосным и газлифтным способами и разработан метод определения параметров системы, позволяющий повысить их работоспособность.

Построена интегральная математическая модель и найдены решения связанных нелинейных уравнений, описывающих нестационарное движение газожидкостной смеси в системе пласт-скважина с учетом деформируемости и неоднородности пласта. Полученные результаты позволяют на основе известных устьевых параметров определить забойное и пластовое давления у скважин с аномально высоким пластовым давлением. Построена интегральная модель и разработана методика идентификации фильтрационно-

ёмкостных свойств деформируемого пласта в процессе нестационарной фильтрации двухфазной газожидкостной смеси с учетом динамической связи системы пласт-скважина. Разработана математическая модель изоляции водопритока в однородном и зонально-неоднородном пласте в процессе двухфазной трёхкомпонентной фильтрации флюидов с учетом капиллярных явлений.

Построена интегральная математическая модель и решена краевая задача процесса нестационарной фильтрации жидкости в горизонтальной скважине с учетом проницаемости стенки горизонтальной части колонны труб. Определена продуктивность пласта в зависимости от длины горизонтальной части колонны труб и параметров системы пласт-скважина.

**SCIENTIFIC BASIS FOR INTEGRAL MODELING IN OIL
GAS PRODUCTION SYSTEM**

SUMMARY

The thesis work deals with the issue of integral modeling of oil production processes for depletion efficiency optimization in hydrocarbon fields. The target of the fulfilled studies is to properly define parameters enhancing oil recovery complying in-situ conditions and promoting the performance of equipment applied developing integral model of oil production processes and allowing for dynamic interaction of well-layer system.

The work covers scientific principles for releasing riser from plug and cleaning process of it.

The impact of elastic waves generated in well bottom and at the well head on pressure distribution character in the uniform, non-uniform and deformed layers and their expansion dynamics have been defined.

Diagnostic technique, predetermining reservoir flooding, has been developed. Integral model of hydrodynamic processes occurring during drilling-in was developed and studied and the volume of fluid flowing into layer was determined. It has been presented that, in presence of large faults and holes in the areas in proximity to the well bottom zone, the well bottom pressure might then be increased by two times compared to static pressure due to hydraulic impact

Integral hydrodynamic model of recovery process with gaslift and deep-well pump was developed and the values improving their operational capability were defined considering dynamic interaction of well-layer system.

Considering dynamic interaction of well-layer in oil fields, non-uniformity of layers and deformation and imitating integral hydrodynamic model of production process, the methodology to find out well bottom and layer pressure was worked out according to well head mode parameters.

The integral model of non-stationary filtering process of dual phase gas-fluid mixture in deformed formation was developed, taking into account the dynamic interaction of well layer system and according to alternation of factual values of well productivity index an evaluation

method, capable of fulfilling the identification of the filtering and storage potential was worked out.

Mathematical model of isolation process of inflowing water in zonal non-uniform and uniform layers and the penetration depth of isolating unit and washing-out duration were defined.

The integral model of non-stationary filtering of fluid in horizontal borehole was simulated and the pipeline length was determined taking into account the wall porosity of its horizontal part.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ**

На правах рукописи

ЭЛЬХАН МЕДЖИД ОГЛЫ АББАСОВ

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
СИСТЕМ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ**

2003.01 – Механика жидкости, газа и плазмы

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора наук по механике

Баку – 2018