

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ  
AZƏRBAYCAN DÖVLƏT NEFT VƏ SƏNAYE UNİVERSİTETİ**

---

---

*Əlyazması hüququnda*

**ELŞƏN ARİF oğlu ZEYNALOV**

**BASQISIZ AXIN ZONALARI MÖVCUD OLAN NEFT  
KƏMƏRLƏRİNİN İSTİSMAR SƏMƏRƏLİLİYİNİN  
ARTIRILMASI**

**İxtisas:** 3354.01—«Neft və qaz kəmərlərinin, bazalarının və  
ambarlarının tikilməsi və istismarı»

Texnika elmləri üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

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

**BAKİ – 2017**

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetində yerinə yetirilmişdir.

**Elmi rəhbər:** texnika elmləri doktoru, professor  
**Q.Q. İsmayılov**

**Rəsmi opponetlər:** texnika elmləri doktoru, professor  
**Ə.M. Əliyev**

texnika üzrə fəlsəfə doktoru  
**T.V. Cəfərov**

**Aparıcı təşkilat:** ARDNŞ-nin Neft Kəmərləri İdarəsi

Dissertasiyanın müdafiəsi “02” iyun 2017-ci il tarixdə saat 12<sup>00</sup>-da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetində fəaliyyət göstərən D.02.141 dissertasiya Şurasının iclasında olacaqdır.

**Ünvan:** Az1010, Bakı ş. Azadlıq pr.34.

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

Dissertasiya işinin avtoreferatına rəyi 2 (iki) nüsxədə təsdiq olunmuş imzalarla elmi katibin adına yuxarıda göstərilən ünvana göndərməyinizi xahiş edirik.

Avtoreferat “ 29 ” aprel 2017-ci il tarixdə göndərilmişdir.

**D.02.141 Dissertasiya Şurasının  
elmi katibi, t.e.n., dosent**



**Ə.V. Məmmədov**

## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı:** Məlumdur ki, magistral neft və neft məhsulları kəmərləri sistemində bəzən elə iş rejimləri yaranır ki, onlarda mayenin basqısız və ya sərbəst axın zonaları mövcud olur. Bu zonalara boru kəmərinin işinin dayandırılması və qəzalar nəticəsində neft sızmaları zamanı da tez-tez rast gəlinir. Sərbəst axın zonalarının mövcudluğu neft kəmərinin başlanğıcında təzyiqli və nəql xərclərini xeyli artırır.

Aparılan təmir işləri və texnoloji avadanlıqların dəyişdirilməsi ilə bağlı neftin kəmərdən çənlərə boşaldılması zamanı da maye axınının bütövlüyünün pozulması sütunun qırılması nəticəsində karbohidrogen buxarları ilə dolan boşluqlar əmələ gəlsə də, neftin əsas hissəsi kəmərdə qalmış olur. Bu həcm disbalanssız nəql (kəmərdən alınan neftin həcmi onun vurulan həcmə bərabərliyi) üçün minimal vacib qalıq neft həcmi hesab edilir.

Qərarlaşmış hərəkət rejimi və statik şəraitdə neft kəmərlərində basqısız axın zonaları, boşluqların aşkar edilməsi və qəzalar nəticəsində baş verən neft sızmaların düzgün, operativ qiymətləndirilməsinin əhəmiyyəti çox böyükdür.

Ümumiyyətlə, basqısız zonalarının geniş tədqiq olunması boru kəmərləri sisteminin təhlükəsiz və səmərəli istismarı üçün fəvqəl vacib amillərdəndir. Odur ki, basqısız axın zonalarının yerləri və həcmi təyini üçün hərəkət rejimi, relyef, həmçinin neftin reoloji xüsusiyyətlərindən asılı olaraq diaqnostika üsullarının işlənməsi və real neft kəmərləri sistemində sınaqdan çıxarılması xeyli aktualıq kəsb edir.

**Tədqiqatın obyektı:** Azərbaycan Respublikasının Dövlət Neft Şirkətinin Neft Kəmərləri İdarəsinin tabeliyində olan neft kəmərləri və dik borulu sualtı boru kəmərləri seçilmişdir.

**İşin məqsədi.** Basqısız axın zonalarının təyini, tənzimlənməsi və neft sızmalarının diaqnostikası əsasında boru kəmərlərinin istismar səmərəliliyinin artırılması.

### **Tədqiqatın əsas məsələləri.**

1. Aşırım nöqtələri və basqısız axın zonaları mövcud olan neft kəmərlərinin hidravlik araşdırılması və istismar xüsusiyyətlərinin təhlili;
2. Neft kəmərinin boşaldılması və temperatur amilinin təzyiqlin dəyişməsi və karbohidrogenlərin uçotuna təsirinin tədqiqi;

3. Neft kəmərlərinin qərarlaşmış iş rejimində basqısız axın zonalarının diaqnostikası üçün üsulların işlənilməsi;
4. Statik şəraitdə neft kəmərinə boşluqların (qalıq neftin) həcmnin təyini;
5. Azərbaycanın neft kəmərlərinin timsalında nəql parametrlərinin minimal və maksimal qiymətlərində basqısız axın zonalarının təyini;
6. Basqısız və basqılı axınlı boru kəmərlərindən neft sızmalarının diaqnostikası üsullarının işlənilməsi;
7. Sualtı dəniz boru kəmərlərinin dik borularından neft sızmalarının qiymətləndirilməsi.

#### **Qoyulmuş məsələlərin həlli üsulları:**

Dissertasiya işində qoyulmuş məsələlər öz həllini nəzəri və təcrübi yolla, ayrı-ayrı neft kəmərləri üzrə faktiki istismar məlumatlarının sistemləşdirilməsi və emalı əsasında, riyazi statistikadan, kompüter modeli və proqram vasitələrindən istifadə etməklə tapmışdır.

#### **Elmi yeniliklər:**

1. Neft və neft məhsulları kəmərlərində basqısız axın zonalarının təyini və tənzimlənməsi üçün diaqnostika üsullarının işlənməsi;
2. Statik şəraitdə neft kəmərlərində yaranan boşluqların (qalıq neftin) həcmnin təyini üsulu;
3. Basqısız və basqılı axınlar üçün sualtı dəniz boru kəmərlərinin dik borularından qəza-neft sızmalarının qiymətləndirilməsi üsulu.

#### **Müdafiə olunan əsas müddəalar:**

1. Neft kəmərlərinin qərarlaşmış iş rejimlərində basqısız axın zonalarının təyini və tənzimlənməsi üsulu.
2. Boru kəmərlərində neftin disbalans həcmnin təyini üsulu.
3. Sualtı dəniz boru kəmərlərinin dik borularında qəza – neft itkilərinin qiymətləndirilməsi üsulu.

#### **İşin təcrübi əhəmiyyəti:**

Neft kəmərlərinin qərarlaşmış iş rejimlərində mövcud olan basqısız axın zonalarının yerləri və həcmnin təyini üçün işlənmiş diaqnostika üsulları neft kəmərlərinin təhlükəsiz və səmərəli istismarı üçün çox vacibdir. Həmin zonaların aşkarlanması və tənzimlənməsi hesabına neft kəmərinə təzyiq (enerji) itkilərini azaltmaq mümkündür. Digər tərəfdən boru kəmərinin boşaldırılması zamanı qalıq neftin və yaranan boşluqların həcmnin qiymətləndirilməsi məsələsinin həll edilməsi, sərbəst axın sahə-

lərinin hesabına yaranan disbalans həcmnin müəyyənləşdirilməsi neft kəmərlərinin səmərəli istismarına imkan verir. Təklif olunan üsullar real neft kəmərlərində basqısız axın zonalarının yaranması şəraitinin araşdırılmasına, həmin şərtlərə uyğun gələn sərfin və kəmərdə başlangıç təzyiqin müvafiq qiymətlərinin hesablanmasına imkan verir. Neft kəmərlərinin sonunda basqının vakuumetr hündürlük nəzərə alınmaqla geodezik hündürlükdən çox olması şərtinə əsasən, sərbəst axın sahələrinin verilən şərtlər daxilində kəmərin sonundakı təzyiqli tənzimləməklə ləğv edilməsi mümkündür.

Basqısız və basqılı axınlar mövcud olan boru kəmərlərində qəzalar zamanı baş verən neft sızmalarının diaqnostikası üsulları neft itkilərinin qiymətləndirilməsi, ətraf mühitin mühafizəsi baxımından xeyli dəyərlidir. Neft-mədən ərazilərində istismarda olan neft boru kəmərlərində gizli neft sızmaların, dəqiq parametrlərin və itkinin miqdarını qurulmuş diaqnostik ayrılar əsasında öyrənmək mümkündür. Boru kəmərlərində baş verən neft sızmalarının və itkilərin təklif olunan diaqnostik üsulla təhlil olunması, eyni zamanda ətraf mühitə ekoloji təsirinə də azalmasına səbəb olacaqdır.

Abşeron ərazisində quru neft-qaz yataqlarında olan köhnə boru kəmərlərində gizli neft sızmaları tez-tez müşahidə olunduğundan, təklif olunan yeni üsulun həmin ərazilərdə tətbiqi daha məqsədəuyğun hesab edilir.

### **İşin nəticələrinin tətbiqi:**

Tədqiqatın əsas nəticələri neft kəmərlərində basqısız axın zonalarının təyini üçün diaqnostik üsul SOCAR-ın Neft Kəmərləri idarəsinin boru kəmərlərində (Böyükşor-Sumqayıt, Dübəndi-Böyükşor, Sumqayıt-Şirvanovka, Şirvan-Böyükşor, Şirvan-Putu, Putu-Böyükşor) sınaqdan çıxarılmış və yaxşı nəticələr vermişdir. Diaqnostik üsul mövcud neft kəmərlərinin basqısız axın zonalarının təyini və tənzimlənməsi üçün əlavə xərclər tələb etmir və tətbiq olunmaq üçün qəbul edilmişdir.

**İşin aprobeasiyası:** Dissertasiya işinin əsas müddəaları məruzə edilmiş və müzakirə olunmuşdur:

- Azərbaycan xalqının Ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 90 illiyinə həsr olunmuş “Azərbaycan-2020: Neft-qaz sənayesinin inkişaf perspektivləri” elmi-təcrübi konfransında, Bakı, 2013;

- Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVIII Respublika elmi konfransında, Bakı, 2013;
- “Ekologiya və neft-qaz kompleksi” elmi-təcrübi konfransında, Qazaxıstan, Atırau, 2013;
- “Xəzərdənizneftqazyataq-2014” elmi-təcrübi konfransında, Bakı, 2014;
- Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XIX Respublika elmi konfransında, Bakı, 2015;
- Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respublika elmi konfransında, Bakı, 2016.

**İşin dərci.** Dissertasiya işinin materialları üzrə 13 elmi iş, o cümlədən 8 məqalə, 3 konfrans materialı və 2 tezis dərc olunmuşdur.

**İşin strukturu və həcmi.** Dissertasiya işi giriş, 3 fəsil, nəticə, istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından ibarət olmaqla 20 şəkil, 11 cədvəl və əlavə də daxil olmaqla 136 səhifədə şərh olunmuşdur.

## İŞİN MƏZMUNU

**Girişdə** işin aktuallığı əsaslandırılmış, məqsədi və həll olunmuş əsas məsələlər verilmiş, elmi yeniliyi, təcrübi əhəmiyyəti və müdafiə olunan müddəalar göstərilmiş, qısa şəkildə fəsillər üzrə dissertasiyanın məzmunu açıqlanmışdır.

**Dissertasiya işinin birinci fəslə** basqısız axın zonaları mövcud olan neft kəmərlərinin hidravlik araşdırılması və istismar xüsusiyyətlərinin təhlilinə həsr olunmuşdur. Neft kəmərlərində basqısız axın zonalarının yaranma səbəbləri şərh edilmişdir. Ayrı-ayrı neft kəmərləri və magistral boru xətlərinin profilləri, istismar xüsusiyyətləri həmçinin istismar təcrübəsi nəzərə alınmaqla sərbəst axın zonaları ehtimal olunan kəmərlərin işi təhlil olunmuşdur.

Sərbəst axın zonalarının mövcudluğu ehtimal olunan neft kəmərlərinin işinin araşdırılması, həmin zonaların yerinin və həcmnin təyin edilməsi, kəmərlərdə qalıt neftlərin qiymətləndirilməsi ilə bağlı tədqiqatların həyata keçirilməsi və hesablamaların aparılması məqsədilə Azərbaycanın Böyükşor-Sumqayıt, Dübəndi-Böyükşor, Sumqayıt-Şirvanovka, Şirvan-Böyükşor neft kəmərləri seçilmişdir. Təhlil üçün seçilən magistral neft kəmərlərinin ilkin verilənlərə əsasən hidravliki araşdırılması məqsədilə nəqlin aşağıdakı parametrləri təyin edilmişdir: sürət ( $v$ );

Reynolds ədədi ( $Re$ ), hidravliki müqavimət əmsalı ( $\lambda$ ), hidravliki maillik ( $i$ ). Hidravliki araşdırmanın nəticəsi olaraq göstərilmişdir ki, qeyd olunan kəmərlər hidravlik xüsusiyyətlərinə görə bir-birindən xeyli fərqli kəmərlərdir və onların nəql parametrləri geniş intervalda dəyişə bilər.

Neft və neft məhsulları kəmərlərinin istismar təcrübəsi göstərir ki, onların işdən dayandırılması və boşaldılması zamanı karbohidrogenlərin uçotu və itkilərinin qiymətləndirilməsi məqsədilə temperatur və təzyiq amillərinin birgə nəzərə alınması vacibdir. Bu amillərin dəyişilməsinin nəzərə alınmaması kəmərlərdə statik vəziyyətdə belə boşluqların (buxar fazasının) əmələ gəlməsinə səbəb ola bilər. İşə dayandırılmış neft kəmərlərində statik şəraitdə təzyiqin neftin temperaturdan asılılığı tədqiq edilmişdir. Neft kəmərinin boşaldılması və temperaturun azalmasının kəmərdə boşluqların yaranmasına təsiri məsələləri araşdırılmışdır. Temperaturun azalması və kəmərdən məhsulun götürülməsi prosesləri təzyiqin düşməsi ilə müşahidə olunduğu üçün kəmərdə buxar fazalarının yaranması məqsədilə hər iki halda proseslərə nəzarət olunmasının və zəruri hallarda, onların tənzimlənməsinin vacibliyi riyazi hesablamalarla göstərilmişdir. Kavitasiyanın baş vermə zonaları texniki nəzarətdə olsa da, belə halları neftin nəql prosesi zamanı dəqiqliklə nəzarətdə saxlamaq çətinlik törədir. Neftin nəqli zamanı kavitasiya hadisəsinin baş vermə ehtimalını ştatdan kənar hadisə kimi qəbul etmək olar. Neft kəmərlərində mövcud olan basqsız axın zonaları müəyyən mənada kavitasiya zonaları da hesab edilə bilər.

Reoloji mürəkkəb neftlərin kavitasiya ehtimallı basqsız axın zonalarından əvvəl və sonra reoloji və fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişməsi təcrübə sınaqlar əsasında müəyyən edilmişdir. Belə ki, kavitasiya zonasından sonra parafin karbohidrogenlərinin miqdarı, donma temperaturu və kinematik özlülüyün azalması, doymuş buxar təzyiqi və yod ədədinin isə artması aşkar edilmişdir. Alınan nəticələrə əsaslanaraq demək olar ki, kavitasiya prosesinin neftlərin nəqli və emalı zamanı keyfiyyət və ekoloji göstəricilərinin yaxşılaşdırılması üçün tətbiqi də mümkündür.

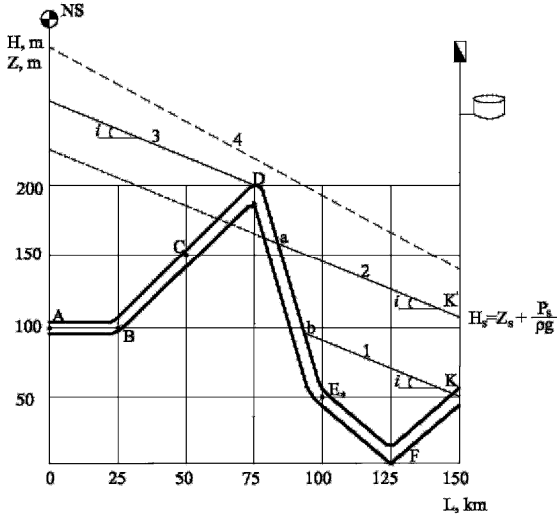
**İşin ikinci fəslində** magistral neft və ya neft məhsulları kəmərlərində basqsız axın zonalarının yerləri və həcmnin təyini və tənzimlənməsi məqsədilə diaqnostika üsullarının işlənməsi məsələlərinə baxılmışdır.

Təhlil göstərir ki, neft kəmərlərində boşluqların (sərbəst axın sahələrinin) yaranması kəmərin qərarlaşmış iş rejimlərində də tez-tez müşahidə olunur. Sərbəst axın sahələrinin tədqiq olunması və təyin edilməsi neft kəmərləri sisteminin təhlükəsiz və səmərəli istismarı üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu basqsız zonalar əsasən aşırım nöqtəsi (və ya nöqtələri) ilə bağlı olduğu üçün kəmərin iş rejimindən asılı olaraq onların mövcudluğu heç də mütləq deyil. Çünki, hidravliki maillik xəttinin kəmərin profilini kəsmədiyi hallarda aşırım nöqtəsi mövcud olmadığından həmin zonalar yaranmır. Yəni kəmərin qərarlaşmış iş rejimi müxtəlif təzyiqlərdə ola bildiyi üçün sərbəst axın sahələrinin yaranması istisna deyil. Aşırım nöqtəsinin və ya sərbəst axın zonalarının yaranması kəmərin iş rejiminin dəyişməsi, hər hansı nasos stansiyasının işinin dayandırılması, nəql olunan neftin reoloji və fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin dəyişməsi zamanı mümkündür. Aşırım nöqtəsinin mövcudluğunu müəyyən etmək üçün boru kəmərinin hidravliki mailliyi hesablanmalı və qurulmalıdır (şəkil 1). Kəmərin son nöqtəsindən (K) profili kəsənə qədər hidravlik maillik ( $i$ ) xətti keçirilir. Həmin xəttə paralel olan və heç yerdə profili kəsməyən xəttin (3) profillə toxunma nöqtəsi (D) aşırım nöqtəsi olacaqdır.

Əgər kəmərin sonunda əlavə təzyiq ( $P_s$ ) olarsa, onda sonda hidravlik maillik xətti  $H_s = Z_s + \frac{P_s}{\rho g}$  basqı hündürlüyünə uyğun gələn  $K'$

nöqtəsindən kəmərin profilini kəsənə qədər (2 xətti) çəkilir. Bu halda da profili kəsməyən xətt (3) D nöqtəsinin aşırım nöqtəsi olduğunu müəyyən edəcəkdir. Aşırım nöqtəsinin olmaması (sərbəst axın sahələrinin yaranmaması) üçün hidravlik maillik xətti gərək profili heç bir nöqtədə kəsməsin və ona toxunmasın (4 qırıq-qırıq xətti). Aşırım nöqtəsi mövcud olan bütün hallarda həmin nöqtədən (və ya nöqtələrdən) sonra sərbəst (basqsız) axın sahələri yaranacaqdır. Sərbəst axın sahələrinin başlanğıcı müvafiq aşırım nöqtələri, sonu isə kəmərin sonundan çəkilən hidravlik maillik xəttinin profillə müvafiq kəsişmə nöqtəsi olacaqdır. Məsələn, şəkil 1-də 1 və 2 hidravlik maillik xətlərinə müvafiq olaraq  $a$  və  $b$  kəsişmə nöqtələri yaranan sərbəst axın sahələrinin son nöqtələrini göstərəcəkdir.





Şəkil 1. Şerti boru kəmərinin sıxlaşdırılmış profilində sərbəst axın zonasının təyini

Boşluqların yaranmaması üçün neft kəmərinin istənilən nöqtəsində pyezometrik basıqı (hündürlük– $H$ ) vakuometrik hündürlük ( $h_v$ ) nəzərə alınmaqla geodezik hündürlükdən ( $Z$ ) az olmamalıdır:

$$H > Z + h(v), \quad h_v = \frac{P(b.e)}{\rho g}$$

burada,  $\rho$  – neftin sıxlığı ( $\text{kg/m}^3$ ),  $P_{b.e}$  – neftin buxar elastikliyi təzyiqidir (Pa).

Qərarlaşmış iş rejimində boru kəmərinin sərbəst axın sahələrində neftin sərfi eyni olsa da, axın sürətləri fərqli olur. Basıqlı hərəkət zonasında sürət sərbəst axın zonasındakı sürətdən az olduğu üçün kəsilməzlik (sərfin sabitliyi) qanununa görə sonuncu zonalarda mayenin hərəkəti borunun tam en kəsiyi boyu baş verməyəcək. Bu zaman hər bir sərbəst axın sahəsində borunun maye ilə dolmuş en kəsik sahəsi borunun tam en kəsiyindən az olacaqdır. Sərbəst axın sahələrinin dolma əmsalı boru kəmərinin diametrinə uyğun sərf moduluna əsasən təyin edilir. Verilən diametrə görə sərf modulunun müxtəlif dolma əmsallarına uyğun dəyişməsi ətraflı olaraq şərh edilmiş və aparılmış tədqiqat işlərinin nəticəsi olaraq sərbəst axın sahələrinin dolma dərəcəsini təyin etmək məqsədilə

aproksimasiya-empirik düsturlar təklif olunmuşdur. Şərti neft kəməri timsalında qərarlaşmış hərəkət rejimində hidravlik maillik xəttinə və basqılar balansına əsasən relyefdən asılı olaraq, boru kəmərinə basqısız axın sahələrinin mövcudluğu, yeri və həcmnin təyin olunmasının mümkünlüyü göstərilmişdir.

İşdə həmçinin statik şəraitdə neft kəmərlərində basqısız axın zonalarının və boşluqların, başqa sözlə, qalıq neftin həcmnin təyini və tənzimlənməsi məsələlərinə də baxılmış və həll edilmişdir.

Neft və ya neft məhsulları kəmərlərinin istismarı zamanı boru kəmərlərinin daxili həcmi dolduran mayenin çənlərə boşaldılması ilə bağlı müvafiq texnoloji əməliyyatlar həyata keçirilir. Bu zaman kəmərlərin relyefindən asılı olaraq maye sütununun qırılması hesabına boru kəmərinə neft və ya neft məhsullarının buxarları ilə dolan boşluqlar yaranır. Məhz kəmərdə qalan bu həcm disbalans (neftin kəmərdən çıxarılan həcmnin kəməre vurulan həcmə bərabərliyini nəzərdə tutan nəql) nəql üçün minimal həcm hesab edilir. Mahiyyətə neftin boşaldılması başa çatdıqdan sonra kəmərdə yaranan boşluqlar sərfi sıfıra bərabər olan (dolma dərəcəsi sıfır olan) sərbəst axın zonalarından ibarətdir. Odur ki, həmin boşluqların yerinin təyini qaydaları prinsipial olaraq sərbəst axın zonalarının tapılmasının ümumi qaydalarından demək olar ki, fərqlənmir. Baxılan halda hidravliki maillik xətləri kəmərin neftlə dolmuş hissələrinin üstündə horizontal, boşluqlar mövcud olan yerlərdə isə trasın profilinə paralel olan maili düz xətt parçalarından ibarət olur. Yaranan boşluqlara baxmayaraq kəmərin əksər hissəsi maye ilə dolmuş vəziyyətdə olur. Bütün bunları nəzərə alaraq boru kəmərinin boşaldırılması zamanı qalıq neftin və yaranan boşluqların həcmnin tapılması məsələsi həll edilmiş, sərbəst axın sahələrinin hesabına yaranan disbalans həcm müəyyənləşdirilmişdir. Boru kəmərinə basqısız axın zonalarının yaranması şəraiti araşdırılmış, həmin şərtlərə uyğun gələn sərfin və kəmərdə başlanğıc təzyiqin müvafiq qiymətləri hesablanmışdır. Neft kəmərlərinin sonunda basqı, vakuometrik hündürlük nəzərə alınmaqla geodezik hündürlükdən çox olması şərtinə əsasən sərbəst (basqısız) axın sahələrinin verilən şərtlər daxilində kəmərin sonundakı təzyiqi tənzimləməklə ləğv edilməsinin mümkünlüyü də göstərilmişdir.

Müxtəlif neft kəmərləri sistemində (Böyükşor-Sumqayıt, Dübəndi-Böyükşor, Sumqayıt-Şirvanovka, Şirvan-Puta, Puta-Böyükşor) basqı-

sız axın zonalarının minimal və maksimal nəql parametrlərindən asılılığı tədqiq olunmuş və təklif olunan üsullar sınaqdan çıxarılmış və yaxşı nəticələr alınmışdır. Diaqnostik üsul mövcud neft kəmərlərində basqısız axın zonalarının təyini və tənzimlənməsi üçün əlavə xərclər tələb etmədiyindən tətbiq olunmaq üçün qəbul edilmişdir (sınaq aktı işə əlavə olunub).

**Dissertasiya işinin üçüncü fəsl**i basqısız və basqılı axın rejimlərində boru kəmərlərindən neft sızmalarının diaqnostikası məsələlərinə həsr olunmuşdur. Boru kəmərlərində neft sızmalarının səbəbləri, fəsadları, aradan qaldırılması yollarının təhlili aparılmış və qısa statistikası şərh olunmuşdur. Boru kəmərinin hidravlik xarakteristikasının dəyişməsinə əsasən ətraf mühitə neft dağılmalarının qiymətləndirilməsinin mümkünlüyü göstərilmişdir. Texnoloji mədən yığım və nəql boru kəmərlərində baş verən sızmaların dərəcəsindən asılı olaraq neft itkilərinin qiymətləndirilməsi üçün müxtəlif iş rejimləri nəzərə alınmaqla riyazi asılılıqlar təklif olunmuşdur. Sualtı dəniz neft kəmərlərinin, o cümlədən dik boruların zədələnməsi zamanı baş verən neft sızmaları hallarının basqılı və basqısız iş rejimləri üçün qiymətləndirilməsi məsələlərinə baxılmışdır.

Ümumiyyətlə, boru kəmərlərində bu və ya digər qəza hallarının baş verməsi onların normal iş rejimini pozmaqla yanaşı, kəmərlərdən karbohidrogen dağılmalarına da səbəb olur və bu da ətraf mühit, o cümlədən canlı aləm üçün xeyli təhlükə törədir. Dəniz neft kəmərlərinin istismarı zamanı baş verən hər hansı qəzanın fəsadları isə daha böyük olur. Dəniz şəraitinin spesifik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq sualtı boru kəmərlərində qəza-gərginlik hallarının baş verməsi istismar xərclərinin xeyli artmasına səbəb olmaqla bərabər, təmir işlərinə sərf olunan vaxt hətta kəmərin tikinti müddətindən də çox ola bilər. Bütün bunlar öz növbəsində kəmərin istismarında böyük fasiləyə səbəb olduğundan dəniz neft mədənlərinin normal işini poza bilər. Boru kəmərlərində hər hansı bir səbəbdən baş verən sızma halları zamanı ətraf mühitin çirklənməsinin və neft itkilərinin azaldılması, sızma yerlərinin vaxtında təyin edilməsi və qarşısının alınması hesabına əldə edilir. Sızmaların operativ şəkildə aradan qaldırılmasının boru kəmərlərinin iş rejimlərinin tənzimlənməsi üçün də böyük əhəmiyyəti vardır.

Boru kəmərinə qəzalar nəticəsində neft sızmalarının vaxtında aşkar edilməsi və operativ şəkildə qarşısının alınması, onların ətraf mühi-

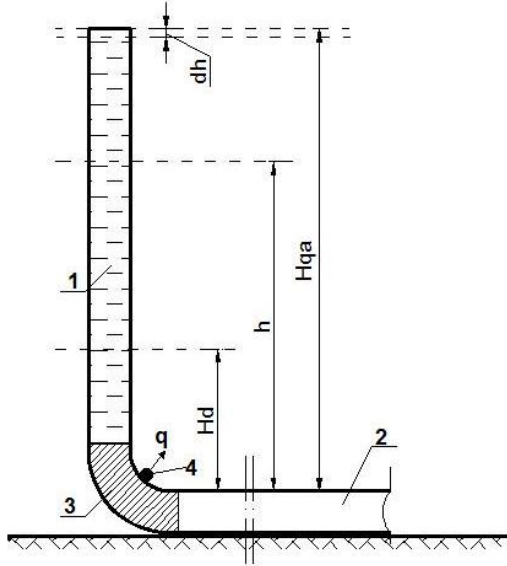
tə təsirinin qiymətləndirilməsi məqsədilə kəmərlərdə müasir avtomatlaşdırılmış ölçü-nəzarət sistemlərinin quraşdırılması, bu mümkün olmadıqda isə yeni diaqnostik üsulların yaradılması zəruriliyi artıq zamanın əsas tələbinə çevrilmişdir.

İşdə boru kəmərlərinin istismarı zamanı karbohidrogen sızmalarının aşkar edilməsi üsullarının təhlili aparılmış və kəmərin hidravlik xarakteristikasının dəyişməsinə əsasən ətraf mühitə neft dağılmalarının qiymətləndirilməsinin mümkünlüyü göstərilmişdir. Boru kəmərlərinin hermetikliyən pozulması nəticəsində onun divarında yaranan deşiklərdən (çatlardan) neftin axması sabit və dəyişən basqı altında baş verə bilər. Neft sızmalarının, xüsusən isə “kiçik” sızmaların aşkar edilməsi neft kəmərlərinin istismar problemləri içərisindən ən çox kəskin və sadə olmayan problemlərdən biridir. Bütün bunları nəzərə alaraq basqılı iş rejimində sızma yeri məlum olduqda müxtəlif ölçülü kiçik sızma deşiklərindən axan neftin miqdarının sızma yerindəki təzyiqdən asılılığını təyin etmək üçün hesablamalar aparılmış və nəticələrə əsasən müvafiq asılılıqlar qurulmuşdur.

Texnoloji mədən yığım və nəql boru kəmərlərində baş verən sızmaların dərəcəsiindən asılı olaraq neft itkilərinin qiymətləndirilməsi üçün müxtəlif iş rejimləri nəzərə alınmaqla riyazi asılılıqlar təklif olunmuşdur. Neft kəmərlərinin başlanğıc təzyiqin məlum qiymətlərində texnoloji boru kəmərlərindən ətraf mühitə neft sızmalarının operativ təyin edilərək qiymətləndirilməsi üçün sızma yerinin hansı məsafədə olması və həndəsi ölçüsündən asılı olaraq diaqnostik əyriələr verilmişdir.

Sualtı dəniz neft-qaz kəmərlərinin istismarı zamanı, hansı səbəbdən baş verməsindən asılı olmayaraq sızmaların aşkar edilməsi və aradan qaldırılmasının spesifik xüsusiyyətləri onların vaxtında və operativ aradan qaldırılması məsələlərinin xüsusi aktual etmişdir. Dəniz yataqlarından quyu məhsullarının yığılması və nəqlini həyata keçirən sualtı boru kəmərlərinin istismar təcrübəsi göstərir ki, ən çox qəza hallarının baş verdiyi yerlər dik borularla kəmərin xətti hissəsinin birləşən yerləri hesab edilir. Belə ki, gərginlik altında işləyən həmin birləşmə yerlərində korroziya, təzyiq döyüntüləri və digər amillərdən müxtəlif çatlar və deşilmə, dağılma halları baş verir. Qeyd olunanları nəzərə alaraq dik borularla kəmərin xətti hissəsinin birləşmə yerlərində zədələnmə-dağılmalarla bağlı neft sızmalarının müxtəlif variantları araşdırılmış, onların qiymətləndiril-

məsi üçün hesablamalar sxemi tərtib edilmişdir (şəkil 2). Sualtı dəniz neft kəmərlərinin, o cümlədən dik boruların zədələnməsi zamanı baş verən neft sızmaları hallarının basqılı və basqısız iş rejimləri üçün qiymətləndirilməsi məsələlərinə baxılmışdır.



1. Dik boru
2. Boru kəmərinin xətti hissəsi
3. Dik boru ilə xətti hissənin birləşmə yeri
4. Neftin sızma yeri (q – sızan neftin miqdarı)

Şəkil 2. Müxtəlif basqılarda sualtı boru kəmərinə dik borudan neft sızmasının sxemi.

Aparılan hesablamalar və təhlil nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, baş verən qəza zamanı dik borunun boşalma vaxtı həmin həcmdə

mayenin sabit basqı altında axma vaxtından  $\frac{1 + \sqrt{\frac{H_d}{H_{qa}}}}{2}$  dəfə azdır ( $H_d$  – dənizin dərinliyi,  $H_{qa}$  – quyuağzı basqıdır).

Ümumiyyətlə, sızma hallarının diaqnostikası, neft itkilərinin qiymətləndirilməsi üçün işlənmiş üsullar əlavə xərclər tələb etmir və texnoloji boru kəmərlərinin istismarı zamanı mühəndis məsələlərinin həlli üçün təcrübi əhəmiyyət kəsb edir.

## NƏTİCƏ VƏ TƏKLİFLƏR

1. Basqısız (sərbəst) axın zonaları mövcud olan neft kəmərləri seçilmiş, onlara aid istismar məlumatları, o cümlədən ilkin məlumat və kəmərlərin sıxlaşdırılmış profilləri sistemləşdirilmiş və kəmərlərin hidravliki araşdırılması məqsədilə sərfin minimal və maksimal qiymətlərində nəql parametrləri (hərəkət sürəti, Reynolds ədədi, hidravliki müqavimət əmsalı, hidravliki maillik) hesablanmışdır.
2. İşdən dayandırılmış neft və neft məhsulu kəmərlərində temperatur amilinin statik vəziyyətdə təzyiqin dəyişməsinə təsiri tədqiq olunmuşdur. Temperaturun azalması və kəmərdən məhsulun götürülməsi proseslərinin təzyiqin düşməsi ilə müşahidə olunduğu üçün kəmərdə buxar fazasının yaranmaması məqsədilə proseslərə nəzarət olunmasının vacibliyi göstərilmişdir.
3. Neft kəmərlərinin qərarlaşmış iş rejimlərində basqısız axın zonalarının təyini üçün diaqnostika üsulu işlənmişdir.
4. Statik şəraitdə neft kəmərlərində yaranan boşluqların (qalıq neftin) həcmnin diaqnostikası üsulu təklif olunmuşdur.
5. Azərbaycanın ayrı-ayrı neft kəmərləri timsalında nəql parametrlərindən asılı olaraq basqısız axın zonalarının təyini və onların tənzimlənməsi, hətta tam aradan qaldırılmasının mümkünlüyü göstərilmişdir.
6. Neft kəmərlərinin hidravlik xarakteristikalarının dəyişməsinə əsasən baş verən neft sızmalarının diaqnostikası üsulu verilmişdir.
7. Sızma dərəcəsindən asılı olaraq müxtəlif sızma hallarında baş verən neft itkilərinin qiymətləndirilməsi üsulu işlənmişdir.
8. Dəniz sualtı neft kəmərlərinin dik borularından basqılı və basqısız axınlar üçün neft sızmaları vaxtının təyini məqsədilə riyazi ifadələr təklif edilmişdir.

## **DİSSERTASIYANIN ƏSAS MƏZMUNU AŞAĞIDAKI İŞLƏRDƏ NƏŞR OLUNMUŞDUR**

1. Zeynalov E.A. Sərbəst axın sahələri olan neft kəmərlərinin hidravlik xüsusiyyətlərinin təhlili // Azərbaycan xalqının Ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 90 illiyinə həsr olunmuş "Azərbaycan 2020: neft-qaz sənayesinin inkişaf perspektivləri" adlı elmi-praktiki konfransın materialları, Bakı, 2013, s. 34-36.
2. Zeynalov E.A. Statik şəraitdə neft kəmərlərində yaranan boşluqların təyini // Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVIII Respublika elmi konfransının materialları, Bakı, 2013, s. 293-295.
3. Məmmədov N.T., İsmayılov Q.Q., Səfərov N.M., Zeynalov E.A. Texnoloji boru kəmərlərində qəza sızmalarından yaranan neft itkilərinin qiymətləndirilməsi üçün diaqnostik üsul // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri. Bakı, 2013, № 6 (88), s. 21-26.
4. İsmayılov G.G., Nurullayev V.X., Zeynalov E.A., Aliyev S.T. About the change of quality indicators of cargo oil in cavitation zone. Экология и нефтегазовый комплекс. Сборник научно-практической конференции, Атырау, 2013, с. 422-423.
5. İsmayılov Q.Q., Quliyev M.M., Zeynalov E.A. Neft kəmərlərində qərarlaşmış basqısız axın sahələrinin yaranma xüsusiyyətləri və təyini haqqında // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, Bakı, 2014, №02, s.47-50.
6. İsmayılov Q.Q., Zeynalov E.A. Relyefli neft kəmərlərinin boşaldılması zamanı boşluqların həcmnin təyini // "Neftin, Qazın Geotexnoloji Problemləri və kimya" ETİ Məqalələr Toplusu Azərbaycan Respublikası Elmi-təcrübi Konfrans, XƏZƏRDƏNİZNEFTYATAQ-2014, Bakı, 2014, s.36-40.
7. Zeynalov E.A. Statik şəraitdə boru kəmərlərində neftin disbalans həcmnin qiymətləndirilməsi haqqında // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, Bakı, 2015, № 2(960), s.22-25.
8. İsmayılov Q.Q., Nurullayev V.X., Zeynalov E.A. Qərarlaşmış rejimdə neft kəmərlərində sərbəst axın sahələrinin təyini üçün qrafo-analitik üsul. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, Bakı, 2015, cild 7, №3, s.91-103.

9. Zeynalov E.A. Neft kəmərlərində basqısız axın zonalarının təyini / Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XIX Respublika elmi konfransının materialları, Bakı, 2015, s.103-105.
10. Зейналов Е.А., Искендеров Е.Х., Исмаилов Б.Г. Об оценках величин маленьких утечек нефти при повреждении стояков подводных нефтегазопроводов. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. ВНИИОЭНГ, Москва, 4.2016, с.54-57.
11. Zeynalov E.A. İstismar məlumatlarına əsasən sualtı dəniz boru kəmərlərindən neft sızmalarının qiymətləndirilməsi / Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 2016, s.217-218
12. Зейналов Е.А. Оценка величины аварийных утечек нефти при самотёчном опорожнении стояков морских трубопроводов. // Нефтегазовая Энергетика, Украина, 1 (25) 2016, с. 58-60.
13. Zeynalov E.A., İsmayılov B.Q., Əkbərova K.H. Basqılı iş rejimində boru kəmərlərinin hidravlik xarakteristikasına əsasən neft sızmalarının təyini // Nəzəri və tətbiqi Mexanika, Bakı 2016, №3-4, s.30-34.

**Həmmüəlliflərlə birlikdə yazılmış işlərdə iddiaçının şəxsi iştirakı**

[3,4,5,6]-tədqiq olunan məsələlər üzrə məlumatların sistemləşdirilməsi, hesablamaların aparılması və nəticələrin təhlili;

[1,2,7,9,11,12] -müstəqil yerinə yetirilmişdir

[8,10,13]-müəlliflərin iştirak etmə payı bərabərdir





**Зейналов Ельшан Ариф оглы**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
НЕФТЕПРОВОДОВ ПРИ НАЛИЧИИ  
САМОТЕЧНЫХ УЧАСТКОВ**

**РЕЗЮМЕ**

Целью работы является повышение эффективности функционирования трубопроводов на основе определения, регулирования самотечных зон движения и диагностики утечек нефти.

Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов и списка использованной литературы.

Во введении обоснованы цель работы, ее актуальность и новизна, даны основные решенные задачи.

Первая глава диссертации посвящена гидравлической оценке и анализу особенностей эксплуатации нефтепроводов при наличии в них самотечных участков. Гидравлические показатели и параметры транспортировки для таких трубопроводов были подробно анализированы на примере нескольких нефтепроводов Азербайджана. Была исследована зависимость давления от температуры нефти в статических условиях для нефтепроводов, перекачка по которым была остановлена. Исследовано влияние опорожнения нефтепровода и снижения температуры на образование пустот в трубопроводах.

Во второй главе работы были рассмотрены вопросы разработки диагностических методов определения и регулирования места и объема самотечных участков в магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах. Разработаны диагностические методы для определения соответствующих самотечных участков и пустот, другими словами объема остаточной нефти в трубопроводах при установившемся режиме течения и статических условиях. Для различных нефтепроводных систем Азербайджана (Беюкшор-Сумгаит, Дюбенди-Беюкшор, Сумгаит-Ширвановка, Ширван-Пула, Пула-Беюкшор) была исследована зависимость расположения самотечных зон от минимальных и максимальных значений параметров перекачки.

Третья глава охватывает вопросы диагностики утечек нефти в трубопроводах при напорном и самотечном режимах течения. При-

ведены краткая статистика и основные причины возникновения утечек нефти в трубопроводах, эксплуатируемых как на суше, так и море. Предложены математические соотношения для оценки потерь нефти в зависимости от степени утечки нефти в технологических трубопроводах системы промыслового сбора и транспортировки с учетом различных режимов их работы. При известных значениях начального давления в зависимости от места и геометрических размеров утечки получены диагностические кривые для оперативного обнаружения и оценки утечек нефти из технологических трубопроводов в окружающую среду. Рассмотрены вопросы оценки утечек нефти, вызванных повреждениями в подводных трубопроводах, в том числе в их стояках, при напорном и самотечном режимах течения.

**Zeynalov Elshan Arif**

**IMPROVEMENT OF OPERATIONAL EFFICIENCY OF  
OIL PIPELINES IN SLACKLINE ZONES**

**ABSTRACT**

Dissertation work is devoted to improve the efficiency of pipelines operation on the basis of defining and adjusting non-head zones and doing diagnostics of oil spills .

Dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusions and references.

In the introduction part the topicality of dissertation work has been justified, the purpose and the solved key issues have been given, scientific innovation, practical importance and defended provisions have been indicated and the contents of the chapters of the dissertation have been briefly explained.

The first chapter of the dissertation is devoted to do hydraulic research for oil pipelines in non-head zones and analyze operational properties. Hydraulic performances, transportation parameters of such pipelines have been comprehensively investigated in view of oil pipelines in Azerbaijan. The temperature dependence of the oil pressure have been investigated in static conditions when the pipeline is stopped. Dealing of oil pipeline and reduction of temperatures' influence to formation of cavities have been examined.

The change of rheological and physical – chemical properties before and after non-head zones with probability of cavitation have been determined on the basis of experimental trials for rheological compound oils. Thus, reduction of paraffin hydrocarbons, freezing point, kinematic viscosity, an increase of saturated vapor pressure and iodine number have been found after the cavitation zone.

In the second chapter the development of diagnostic method have been carried out in order to define locations and volumes of non-head zones and adjustment for oil or oil product export pipelines.

Diagnostic methodologies have been developed for oil pipelines in the established regime and static conditions to determine non-head zones and cavities, in other words, the amount of residual oil. The dependance of minimum and maximum transportation parameters with non-head

zones in the different oil pipeline systems in Azerbaijan have been investigated and the proposed methodologies have been tested in real pipelines and good results have been obtained.

The third chapter is devoted to diagnosis of pipeline oil spills in the head and non-head regimes. The main root causes of the occurrence of oil spills and a brief explanation of the statistics have been stated for onshore and offshore operated pipelines. Depending on the range of spills, for evaluating oil leaks in subsea and export oil pipelines mathematical correlations have been proposed with considering various operation modes. Depending on the distance of oil spills and geometrical dimensions, diagnostical curves have been developed in order to get immediate evaluation of oil spills from technological pipelines to environment in regard to known pressure values in upstream side of oil pipelines. Evaluation of oil spill modes have been analyzed for head and non-head regimes during damage of subsea pipelines as well as pipeline risers.

Çapa imzalanmışdır 25.04.2017  
Sifariş № 11. Tirajı 100 nüsxə

---

Azərbaycan MEA Geologiya və Geofizika İnstitutu  
«Nafta-Press» nəşriyyatının mətbəəsi  
Bakı, H.Cavid pr. 119, Tel.: 539-39-72

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

---

---

*На правах рукописи*

**ЗЕЙНАЛОВ ЕЛЬШАН АРИФ оглы**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
НЕФТЕПРОВОДОВ ПРИ НАЛИЧИИ  
САМОТЕЧНЫХ УЧАСТКОВ**

Специальность: **3354.01** – «Строительство и эксплуатация  
нефтегазопроводов, баз и  
хранилищ»

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии по технике

**ВАКУ – 2017**