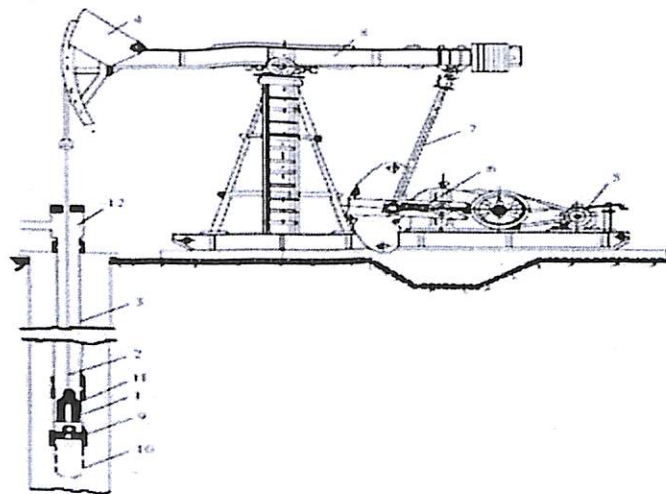


*Ə.M.Əmirov, S.Ə.Xodayeva, N.İ.Həşimova, G.Y.Rəsulzadə*  
(MAKA-nın Elmi-Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutu)

### QUYU NASOSLARININ İŞ PROSESİNƏ NƏZARƏT ÜÇÜN SÜNI İNTELLEKT SİSTEMLƏRİNİN TƏTBİQİ

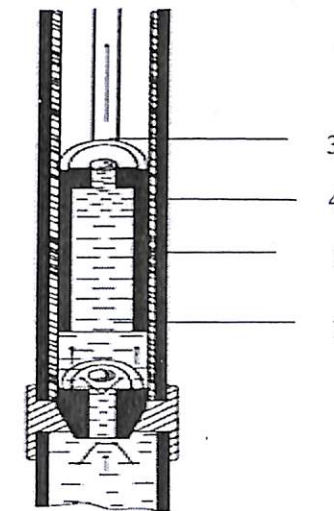
Süni zəka – süni intellekt sistemlərinin yaradılması ilə dünyada dördüncü sənaye inqilabı baş vermişdir. Süni intellekt sistemləri demək olar ki, bütün sahələrdə tətbiq olunmağa başlamışdır. Bunların arasında respublikamız üçün xüsusi əhəmiyyət daşıyan neft sənayesində də süni intellekt sistemlərinin tətbiqi böyük perspektivə malikdir. Respublikamız üçün iqtisadi cəhətdən gəlirli hesab edilən neft sənayesinin əsas sahələrindən biri də neftçixarma sahəsidir. Neftçixarmanın ən geniş yayılmış üsullarından biri ştanqlı quyu (dərinlik) nasoslarından istifadə hesab olunur. Məlum olduğu kimi ştanqlı quyu nasosu (ŞQN) neft quyusunun dərinliyində yerləşir və onun iş prosesinə birbaşa nəzarət etmək mümkün olmur. Onların işinə nəzarət etmək üçün dinamogram üsulu geniş tətbiq olunur. Dinamogram üsulu nasosun plunjerinə düşən qüvvənin plunjerin gedisindən asılılığının araşdırılmasına əsaslanır. Şəkil 1-də ştanqlı quyu nasosunun plunjerini hərəkət etdirən mancanaq dəzgahı göstərilmişdir. Mancanaq dəzgahının balansiri elektrik mühərriki vasitəsilə hərəkətə gətirilir və onun başlığı dövrü olaraq müəyyən bucaq altında enib-qalxır. Mancanaq dəzgahının başlığına birləşmiş asılqan vasitəsilə quyuda uc-uca bağlanmış ştanqlar və onlarla əlaqədar olan nasosun plunjeri nasosun silindri daxilində aşağı-yuxarı dövrü hərəkət edir [1].



Şək.1. Ştanqlı quyu nasoslarının mancanaq dəzgahı: 1 - plunjer; 2 - nasos ştanqları; 3 - boru kəməri; 4 - mancanaq dəzgahının başlığı; 5 - elektrik mühərriki; 6 - çarxqolu; 7 - sürgü qolu; 8 - balansir; 9 - sorucu klapın; 10 - süzgeç; 11 - vurucu klapın; 12 - kippəc

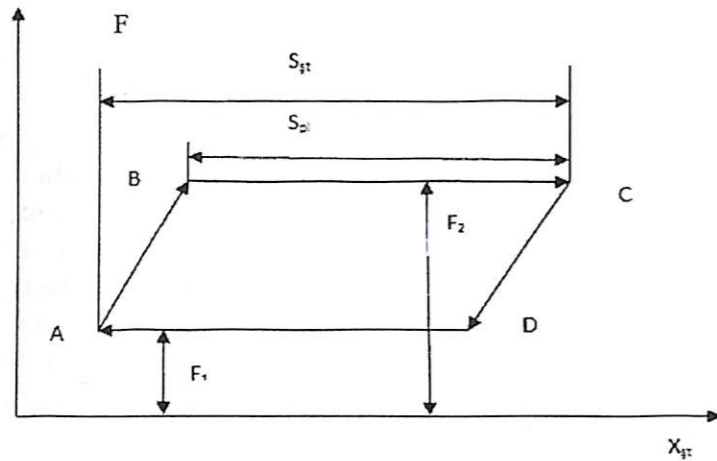
Şəkil 2-də ştanqlı quyu nasosunun sadələşdirilmiş sxemi göstərilmişdir. ŞQN şəkildən görüldüyü kimi silindirdən, plunjerdən, sorucu və vurucu klaplardan ibarətdir. Nasosun normal işləməsi üçün klapların kip bağlanması və normal açılması

vacib məsələdir. Onların yeyilməsi, çirkənməsi (qumla, parafinlə və s.), plunjerin əyilməsi, ilişməsi baş verə bilər ki, bu da nasosun normal işləməsinə mane olur. Bundan başqa müxtəlif mexaniki təsirlər nəticəsində ştanqların qırılması və neft borularının isə dəşilməsi baş verə bilər. Beləliklə, ŞQN-nin işinə nəzarət etmək və onun sıradan çıxma səbəbini təyin etmək seçilən diaqnostika üsulunun əsas məqsədi hesab olunur. Qeyd ediləyi kimi ŞQN-nin işinə nəzarət etmək üçün plunjerin silindr boyunca gedışı və onu hərəkətə gətirən qüvvə arasındakı asılılıqdan istifadə olunur. Plunjerlərə təsir edən qüvvə müxtəlif komponentlərdən ibarətdir: ştanqların çəkisi, plunjerdən yuxarıda olan neft sütununun çəkisi və eləcə də mancanaq dəzgahının başlığının ştanqlar vasitəsilə ötürdüyü qüvvə. Yer in üstündə bu parametrlərə nəzarət etmək üçün adətən dinamogramlardan istifadə olunur. Dinamogram qurğusu mancanaq dəzgahının başlığından asılmış və cilalanmış ştokun birləşdiyi asılqanda yerləşdirilir. Cilalanmış ştokun aşağı ucundan ştanqlar asılır.



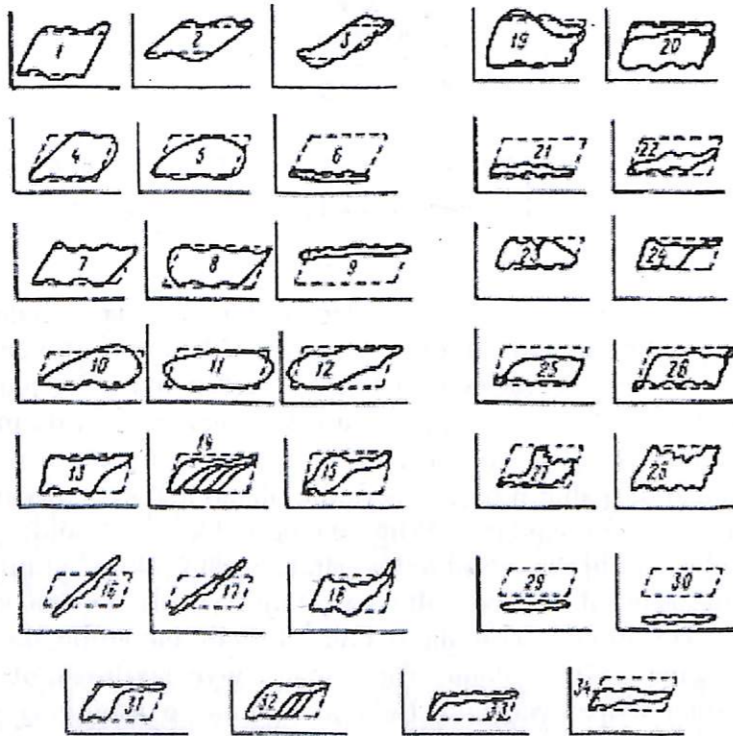
Şək.2. Ştanqlı dərinlik nasos qurğusu: 1 – sorucu klapınlar; 2 – nasosun silindri; 3 – vurucu klapınlar; 4 – plunjer

Dinamogramın qüvvəyə həssas elementinin sıxılması cilalanmış ştoka təsir edən qüvvənin qiymətinə mütənasib olaraq dəyişir. Cilalanmış ştokun ucu ilə birlikdə dövrü olaraq aşağı-yuxarı hərəkət edən asılqanın yerdən məsafəsi plunjerin gedisinə uyğun olur. Beləliklə, yer üstündə bu parametrləri ölçməklə yer in dərinliyində işləyən ştanqlı quyu nasosunun işinə və ümumilikdə neftçixarma prosesinə nəzarət etmək mümkün olur. Mancanaq dəzgahının başlığı periodik olaraq hərəkət etdiyindən, ölçülən qüvvənin və yerdəyişmənin zamandan asılılığı da periodik - sinusoidə yaxın olur. Qüvvənin yerdəyişmədən asılılığı isə ideal halda paraleloqram şəklində olur (şək. 3). İş prosesinin əvvəlində nasosun silindri boş olur və plunjer yuxarı hərəkət edərkən sorucu klapın açılır və laydan silindrə neft daxil olur. Silindir tamamilə dolduqdan sonra plunjer geriye - aşağıya doğru itələnir. Bu zaman maye sıxılmadığına görə sorucu klapın bağlanır, vurucu klapın isə açılır. Beləliklə, plunjerin aşağı vəziyyətində silindirdə olan neft plunjerin yuxarisına qalxmış olur.



Şək.3. Ştanqlı quyruq nasosu qurğusunun nəzəri dinamoqramı

Növbəti dövrdə plunjer yenidən yuxarı qalxmağa başlayır. Bu zaman mayenin ağırlığı ilə vurucu klapan bağlanır, sorucu klapan isə açılır. ŞQN-nin işində baş verən müxtəlif çatışmazlıqların yaranması nəticəsində dinamoqram öz normal vəziyyətindən, yəni paraleloqramdan fərqlənir. Alınan real dinamoqramların normal dinamoqramdan fərqli halları ŞQN-in işində baş verən qəza halları, yəni nasazlıqlar haqqında informasiya verir. Dinamoqramların formasından asılı olaraq nasosun nasazlığı barədə məlumat əldə etmək olur. Belə dinamoqram nümunələri şəkil 4-də göstərilmişdir.



Şək.4. Dinamoqram nümunələri

Nasosun normal işini xarakterizə edən dinamoqram 1, 2, 3 hallarına uyğundur. Əgər vurucu klapanın kipliyi pozulubsa, sızma nəticəsində neft sütununun uzunluğu dəyişir və dinamoqramın yuxarı tərəfinin xəttliliyi pozulur, yəni əyilmiş olur (4, 5, 6). Şəkildə göstərilən 7, 8, 9 halları isə sorucu klapanın nasaz vəziyyətdə olmasına uyğundur. Eyni zamanda həm vurucu, həm də sorucu klapanlarda nasazlıq olarsa real dinamoqramlar 10, 11, 12 hallarına uyğun olar. Əgər neft layında həm də qaz faktoru varsa sorucu klapanın nasosun silindirinə neft-qaz qarışığı daxil olur (13, 14, 31, 32), 15-ci hal isə qaz faktorunun olması ilə yanaşı, eyni zamanda vurucu klapanında da nasazlığın olmasını göstərir [2].

Nasosun normal işinin pozulmasının səbəblərindən biri də plunjerin silindirin divarına ilişməsi nəticəsində hərəkət edə bilməməsidir. Belə olan halda nasos neft hasil edə bilmir, mancaq dəzgahının başlığının dartması nəticəsində ştanqların uzanıb qısalması baş verir, bu zaman dinamoqram şəkildə göstərilən 16, 17 hallarına uyğun olur. Şəkildəki 19, 20 halları isə borularda sızma hadisəsinin baş verməsinə uyğun gəlir. Bu sızma nəticəsində neft sütununun hündürlüyü aşağı düşmüş olur və onun ağırlıq qüvvəsi də normal dinamoqramdakına nisbətən az olur, yəni paraleloqramın üst tərəfi təhrif olunur. Ola bilər ki, müəyyən hallarda layda təzyiq artmış olsun. Belə hallarda laydakı neft silindirə daxil olur və hər iki klapanı açıq vəziyyətdə saxlayaraq borudakı neft sütununu öz gücü ilə qaldırır. Bu halda ştanqlara düşən qüvvə xeyli dərəcədə azalmış olur və onlarda deformasiya baş vermir. Bu zaman real dinamoqram normal dinamoqramın aşağı hissəsində ensiz zolaq şəklində alınır (21, 22).

Cilalanmış ştokun ucu plunjerin silindirin daxilindəki orta vəziyyətində mancaq dəzgahının asılqanına bərkidilir. Mancaq dəzgahının balansirinin üfüqi vəziyyətində plunjerin vəziyyəti nasosun silindirin orta nöqtəsində olmalıdır. Belə olduqda balansirin başlığının aşağı-yuxarı hərəkətində plunjer silindirin uc nöqtələrinə çatmayaraq normal hərəkət edir. Əgər hər hansı səbəbdən cilalanmış ştokun ucu asılqana nəzərəcarpacaq dərəcədə xəta ilə bərkidilibsə, plunjerin hərəkəti silindirin orta nöqtəsinə nəzərən qeyri-simmetrik olacaqdır. Bu zaman plunjer yuxarıya doğru hərəkət etdikdə silindirin yuxarı səthinə çırpılacaqdır (plunjerin yuxarıya sürüşmüş halı), aşağıya doğru hərəkət etdikdə isə silindirin aşağı səthinə çırpılacaqdır (plunjerin aşağıya sürüşmüş halı). Bu vəziyyətlər şəkil 4-də 23, 24, 25, 26 hallarına uyğun gəlir.

Nasosun germetikliyinin pozulması hadisəsi isə şəkil 4-də 27, 28 hallarına uyğundur. İş prosesində ştanqların qırılması hadisəsi də baş verə bilər. Şəkildə 29 halı ştanqların quyunun ağzına nisbətən daha dərində qırılmasına, 30 halı isə ştanqların quyunun ağzına daha yaxında qırılmasına uyğundur.

Layda neftin səviyyəsi ilə nasosun girişi arasındakı məsafəyə dinamik səviyyə deyilir. Bu səviyyənin qiyməti neftin çıxarılması prosesində azala bilər. Dinamik səviyyənin qiyməti yuxarı olduqca nasos normal işləyir. Dinamik səviyyənin müəyyən kritik qiymətə qədər azalması nasosun işinə ziyanlıdır və real dinamoqramlar 33, 34 hallarına uyğun olur.

Beləliklə, dinamoqram üsulu nasosun diaqnostikası üçün yüksək effektivliyə malikdir. Bu üsulda əsas informasiya daşıyıcısı (informativ) nasosun plunjerinin gedişi və ondan asılı olaraq dəyişən plunjerə təsir edən qüvvədir [3].

Plunjerin gedişinin və ona təsir edən qüvvənin ölçülməsi müxtəlif üsullarla yerinə yetirilə bilər. Bu üsullardan biri mancaq dəzgahının balansirinin dönmə bucağının ölçülməsinə əsaslanır. Respublikanın mədənlərində bu məqsədlə DUP tipli vericilərdən geniş istifadə olunur. Bu çeviricinin iş prinsipi rotorun dönməsinə uyğun olaraq

induktivliyin dəyişməsinə əsaslanmışdır. Ştanqlara təsir edən qüvvənin ölçülməsi üçün hal-hazırda DУИ tipli induktiv qüvvə çeviricilərindən istifadə olunur. İnformativ parametrlərin daha dəqiq ölçülməsi üçün qüvvə və yerdəyişmə çeviricilərini birlikdə asılıqanda yerləşdirmək məqsədəuyğun olar. Bu halda qüvvə çeviricisi bilavasitə cıllanmış ştokun gərilmə qüvvəsini ölçür və bu plunjerə təsir edən qüvvəyə daha dəqiq uyğun gəlir.

Plunjerin gedişini ölçmək üçün onunla ştanqlar vasitəsilə bilavasitə mexaniki əlaqədə olan asılqanın yerin səthinə nəzərən məsafəsini ölçmək məqsədəuyğun ola bilər. Bu məqsədlə ultrasəs və ya lazer vasitəsilə məsafədən ölçmə üsulundan istifadə etmək olar. Asılıqanda yerləşdirilmiş məsafəölçən cihaz yerin səthinə yönəldilə və bu məsafə dəyişdikcə onu yüksək dəqiqliklə müntəzəm olaraq ölçmək mümkündür. Təklif olunan ölçü qurğusunu daha perspektiv hesab etmək olar. Ölçü qurğusunun qidalanması və çıxış siqnalının ötürülməsi üçün kabel vasitəsilə əlaqəyə ehtiyac yaranmır. Bu məqsədlə miniatur günəş batareyalarından istifadə edilə bilər. İnformasiyanın ötürülməsi isə naqilsiz üsulla internet şəbəkəsi vasitəsilə yerinə yetirilə bilər. Beləliklə, ölçü qurğusunun dəqiqliyi yüksək, istismar edilmə imkanı isə yaxşılaşdırıla bilər.

Adətən dinamogramlara görə nasazlığın təyin edilməsi mütəxəssislər tərəfindən vizual nəzarət etməklə həyata keçirilir. Bu proses isə mütəxəssisdən böyük təcrübə, vaxt və zəhmət tələb edir, subyektiv səhvlərə gətirib çıxara bilər. Bu işin avtomatik olaraq süni intellekt sistemləri vasitəsilə yerinə yetirilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Belə halda hər bir quyunun normal dinamogramını və nasazlığını əks etdirən real dinamogramlar haqqında geniş sayda məlumatların olması lazımdır. İlk növbədə quyuların ideal dinamogramını əldə etmək olduqca zəruridir və məsələnin həllinin müəyyən dərəcədə asanlaşmasına gətirib çıxara bilər. İdeal dinamogramı əldə etmək üçün quyuda ştanqlı dərinlik nasoslarının təmirindən sonra alınan qərarlaşmış dinamogramı əsas götürmək olar. Lazım gələrsə bu məqsədlə həmin dinamogramı ideal paraleloqramla approksimasiya etmək mümkündür. Ştanqlı quyuların nasoslarının diaqnostikası məqsədlə onların müxtəlif nasaz vəziyyətlərinə uyğun gələn real dinamogramları tanımaq lazımdır. Bu məqsədlə süni intellekt sistemləri sayəsində geniş yayılmış neyron sinir şəbəkələrindən istifadə etmək məqsədəuyğundur. Tanınma prosesinin uğurla yerinə yetirilməsi üçün sistemin yaddaşında minlərlə və daha çox dinamogramların yerləşdirilməsinə ehtiyac vardır, yəni bu məsələnin uğurlu həlli üçün çox miqdarda dinamogramların əldə olunması lazımdır. Şübhəsiz ki, tələb olunan sayda təcrübə olaraq dinamogramlar əldə etmək mümkün olmayacaqdır. Ona görə də alınmış hər bir təcrübəli dinamogramın nəzəri olaraq ehtimal oluna bilən variantlarının da hazırlanıb neyron sinir şəbəkəsinin yaddaşına daxil edilməsi və sistemin özünün həmin məlumatların araşdırılmasını yerinə yetirməsi və bununla da ŞQN-nin xarakterik nasazlığının təyin edilməsi mümkündür.

Mərkəzləşdirilmiş nəzarət sistemi vasitəsilə alınmış dinamogramları neyron sinir şəbəkələrindən istifadə etməklə təhlil olunmalı və ŞQN-lərin iş prosesi haqqında lazımi qərarlar qəbul edilməklə diaqnostika tam yerinə yetirilməlidir [4].

#### Ədəbiyyat siyahısı

1. Mirzəcanzadə A.X., İskəndərov M.Ə., Abdullayev M.Ə., Ağayev R.Q., Əliyev S.M., Əmirov Ə.C., Qasımov Ə.F. Neft və qaz yataqlarının istismarı və işlənməsi. Bakı, 2010. - 444s.

2. Mustafayev S.D. Quyuların ştanqlı dərinlik nasos üsulu ilə istismarı. Bakı, "Elm", 1960. - 678 s.

3. İsmayılov F.S., Nəşənov F.Q., Nəşənov İ.R. Neft-qaz kondensat yataqlarının istismarı. "Mars Print" firması, Bakı, 2019. - 230 s.

4. Ковшов В.Д., Емец С.В., Хакимьянов М.И., Светлакова С.В. Научно-производственное предприятие «Грант». "Датчики усилия для систем динамометрирования штанговых глубинных насосов добычи нефти". Нефтегазовое дело, 2007, s.1-16.

*А.М.Амиров, С.Ф.Ходаева, Н.И.Гашимова, Г.Й.Расулзада*

#### Применение искусственных интеллектуальных систем для контроля процесса работы скважинных насосов

##### Резюме

В статье рассматривается вопрос автоматического телевизионного контроля работы штанговых глубинных насосов. С учетом того, что несвоевременный ремонт (просрочка) штанговых глубинных насосов приводит к потерям нефти и неэффективному расходу электроэнергии, показано, что для их диагностики целесообразно использовать метод динамограммы. Искаженные формы реальных динамограмм относительно идеальных динамограмм исследованы с помощью системы искусственного интеллекта, что позволяет более объективно и быстро оценить работу штанговых глубинных насосов.

*A.M.Amirov, S.A.Khodayeva, N.I.Hashimova, G.Y.Rasulzadeh*

#### Application of artificial intellectual systems to control the work process of steel well pumps

##### Abstract

The article deals with the issue of automatic TV control of the operation of rod depth pumps. Taking into account the fact that untimely repair (delay) of rod pumps leads to oil loss and inefficient energy consumption, it is shown that it is rational to use the dynamogram method for their diagnostics. The distorted forms of real dynamometer charts relative to ideal dynamometer charts were studied using an artificial intelligence system, which makes it possible to more objectively and quickly evaluate the operation of rod pumps.