

İNFORMASIYA SİSTEMLƏRİ VƏ ONLARIN NEFTMƏDƏN İŞLƏRİNDƏ TƏTBİQİ

UOT 517.11

**TƏKMİLLƏSDİRİLMİŞ SİYİRTMƏLƏRİN ETİBARLIĞININ QEYRİ-SƏLİS
ÇOXLUQLAR NƏZƏRİYYƏSİ ƏSASINDA PROQNOZLAŞDIRILMASI**

ASLANOV J.N, SULTANOVA A.B

Azerbaijan State Oil and Industry University

E.mail: tribo72@mail.ru.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ ЗАДВИЖЕК НА ОС-
НОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКОГО МНОЖЕСТВА**

АСЛАНОВ Дж.Н., СУЛТАНОВА А.Б.

Азербайджанский Государственный Университет

Нефти и Промышленности

**PREDICTING THE RELIABILITY OF IMPROVED GATE VALVES BASED ON THE
FUZZH SET THEORY**

Azerbaijan State Oil and Industry University

Xülasə. Məqalədə siyirtmələrin uzunömürlüyünün artırılmasında və baş verəcək istismar qəzalarının qarşısının alınmasında onların işinin və sıradan çıxma səbəblərinin proqnozlaşdırılma məsələlərinə baxılmışdır. Təkmilləşdirilmiş siyirtmələrin işçi rejimdə yeyilməyə davamlılığı tədqiq edilmiş, əldə olunmuş statistik məlumatlar hesabına qeyri-səlis nəzəriyyə əsasında onların işçi rejimini xarakterizə edən model qurularaq həll edilmişdir. Təkmilləşdirilmiş siyirtmənin statistik işdən çıxma ehtimalı təyin edilmişdir. Əldə olunmuş nəticə siyirtmənin uzunömürlüyünü proqnozlaşdırmaqla yanaşı onun işinə avtomatik nəzarətin yaradılmasına imkan vermiş olur.

Açar sözləri: fontan armaturları, düzaxınlı siyirtmə, etibarlılıq, proqnozlaşdırma, qeyri səlis model, qeyri səlis çoxluq.

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы увеличения продолжительности работы задвижек и задачи прогнозирования причины их отказа. Была исследована стойкость усовершенствованных задвижек при рабочем режиме, и полученные статистические данные были решены на основе нечеткой теории, основанной на модели, которая характеризует их режим работы. Были определены вероятность статистического отказа усовершенствованных задвижек. Полученный результат, прогнозируя долговечность задвижки, и позволяет автоматическое создание контроля ее работу.

Ключевые слова. Нефтепромысловое оборудования, усовершенствованные задвижки, прогнозирования, статистические данные, нечеткая множества.

Abstract. The article discusses the prospects for increasing the operating time of the valves and the task of predicting the reasons for their failure. The durability of the improved valves in the working mode was investigated, and the obtained statistics were solved on the basis of a fuzzy theory based on a model that characterizes their mode of operation. The likelihood of statistical failure of improved valves was determined. The result obtained, predicting the durability of the valve, and allows the automatic creation of control of its operation.

Keywords. Fountain valves, straight-through valve, reliability, prediction, fuzzy model, fuzzy sets.

Mövzunun aktuallığı. Müasir neft qaz sənayesinin inkişafı, sənayedə işlədilən avadanlıqlara istismar zamanı diaqnostik nəzarət, texniki xidmət və onların texniki təhlükəsizliyinin təminatını tələb edir. Avadanlıqların iş prosesinin sistemli yanaşma əsasında qurulması onların etibarlılıq göstəricilərinin proqnozlaşdırılmasını tələb edir. Bu cür yanaşmalar istismar şəraitinin mürəkkəb proseslərini əhatə etməklə yanaşı, avadanlıqlara təsir edən bütün xarici və daxili faktorlar haqqda dəqiq biliklər əldə edilməsi əsasında qurulur. Neft qaz sənayesinin əsas xarakterik xüsusiyyətlərindən biri neft qaz quyuları haqqında tam biliklərin olmamasıdır. Çünki neft-qaz çıxarma, qazma və neft emalı kimya sənayesində işlədilən avadanlıqlar müxtəlif fiziki və kimyəvi təsirlərə məruz qalmaqla qeyri müəyyən mürəkkəb istismar şəraitində istismar edilməkdədirlər. Əksər hallarda bu proseslər haqqda tam informasiya əldə etmək mümkün olmur və qeyri müəyyən şəraitdə qərarqəbul etmə zərurətində qalırıq [1,2].

Quyuların istismarı zamanı neft-qaz quyularının işinə nəzarəti, idarəetməni həyata keçirmək və nefti-qazı lazımı istiqamət yönəltmək üçün müxtəlif tip və ölçülərə malik, müxtəlif istehsalçılara aid elementlərdən

ibarət fontan armaturlarından (FA) istifadə olunur. Hal hazırda neft- qaz quyularında Fontan armaturlarının orta sayı təqribən 10 minlərdədir. Fontan armaturlarının elementləri mürəkkəb və potensial təhlükəli texniki avadanlıqlardır. Bu avadanlıqların etibarlılığı nəinki armaturunun etibarlılığına bütövlükdə müəssisənin etibarlılığına təsir edir. Müasir dövrdə Fontan armaturunun bir qismi layihədə nəzərdə tutulmuş istismar dövründən artıq fəaliyyət göstərir. Bu qurğuların istismar dövrünü artırmaq üçün təkrarən diaqnostika aparılır. Əldə olunmuş statistik nəticələrin təhlili göstərir ki, uzunmüddətli istismardan sonra (çox soyuq və isti iqlim şəraitinin təsirindən) fontan armaturunun hissə və düyünlərinin hazırlandığı metalın krekinqi və plastikliyinin aşağı düşməsi səbəbindən onun işləmə qabiliyyəti azalır və təhlükəliyi ortaya çıxır. Bu zaman insanların sağlamlığına, ətraf mühitə, obyektlərə ziyan vurulma riski yaranır. Fontan armaturlarının imtinası və təmirə dayanmaları müəssisələr üçün iqtisadi itkiyə səbəb olur. Neft qaz çıxarma müəssisələr üçün ən səmərəli üsul fontan üsuludur. Neftin qazın fontan üsulu ilə çıxarılmasında Fontan armaturlarının başlıca avadanlıq olduğunu nəzərə alsaq bu avadanlığın imtinasız işləmə müddətinin uzadılmasının və dayanmalarının qarşısının vaxtında alınmasının nə qədər əhəmiyyətli olduğu ortaya çıxır [7,8,9].

Mövcud müasir diaqnostika metodları Fontan armaturlarının istismar zamanı onun işini dayandırmadan hansı müddətdə işəyararlılığını proqnozlaşdırmağa imkan vermir. Fontan armaturlarının istismar zamanı onların işini dayandırmadan onun hissə və düyünlərində baş verəcək nasazlıqların istismar parametrlərindən asılı olaraq öncədən müəyyənləşdirilməsi və həmin nasazlıqların planlı şəkildə aradan qaldırılması müəssisənin iqtisadi itkilərinin və baş verən texniki təhlükəli halların aradan qaldırılmasına səbəb olacaqdır.

Bunu nəzərə alaraq, deyə bilərik ki, Fontan armaturunun imtinasız işləmə müddətini proqnozlaşdırmağa imkan verən yeni metodlarının işlənməsi aktualdır və bu məsələ onun ayrı –ayrı hissələrinin proqnozlaşdırılması metodikası əsasında qurulur. Məsələnin həlli Fontan armaturunun etibarlılığını və uzunömürlüyünü artırmağa, onun hissə və düyünlərinin yeyilmə və dağılmasının gedişatı barədə öncədən xəbərdarlıq etməklə obyektin təhlükəsizliyini və neftin qazın nəqlinin istismar sürətini artırmağa imkan verir.

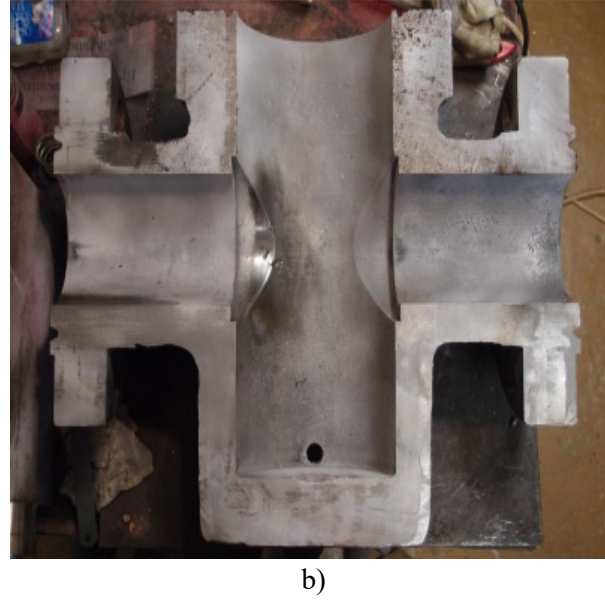
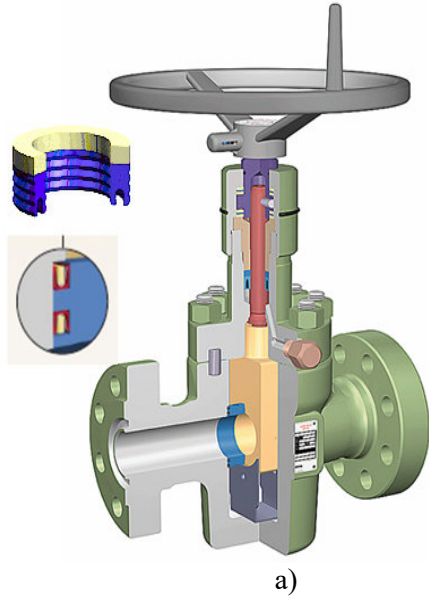
Fontan armaturunun istismar zamanı imtinası onun ayrı-ayrı elementlərinin imtina etməsindən asılıdır [8]. Deməli, fontan armaturunun istismar zamanı etibarlılığını proqnozlaşdırmaq üçün onun bilavasitə hissə və düyünlərinin imtinasız işləmə ehtimallarını proqnozlaşdırmaq lazımdır. Fontan armaturunun əsas düyünlərindən biridə siyirtmələrdir. Siyirtmələr fontan armaturunun əsas düyünü olmaqla yanaşı neft qaz sənayesinin müxtəlif qurğu və avadanlıqlarında geniş şəkildə istifadə edilməkdədir. İlk öncə Fontan armaturunun işinin proqnozlaşdırılması üçün onun ayrı-ayrı avadanlıqlarının işi proqnozlaşdırılmalıdır. Bu məqsədlə məqalədə fontan armaturunun əsas düyünlərindən biri olan siyirtmələrin etibarlılığının proqnozlaşdırılması məsələsinə baxılmışdır.

Məqalədə məqsəd yüksək təzyiq altında işləyən düzaxınlı siyirtmənin tıxayıcı qovşağında istismar faktorlarının təsirini nəzərə almaqla mexaniki yeyilmənin statik göstəricilərinə əsasən onun imtina etmə və qəza yaraqa biləcək vəziyyətini proqnozlaşdırmaqdır.

Aparılmış eksperimentlər [9] göstərir ki, mövcud konstruksiyalı siyirtmələrin işçi təzyiqin təsirindən dinamik qüvvələrə məruz qalan sipər-yəhər cütliyünün səthləri mexaniki və fretting yeyilməsinə də məruz qalır (şək.1). Bu da hissələrin materiallarının yorulması və köhnəlməsinin intensivliyini artırmaqla onların sıradan çıxmasına səbəb olur.

Müəyyən tələbləri nəzərə alaraq, mexaniki yeyilmənin, fretting-korroziyanın yaranmasının və artmasının qarşısını almaq üçün düzaxınlı siyirtmənin konstruksiyasının təkmilləşdirilməsinə ehtiyac olduğundan belə bir konstruksiyalar bizim tərəfimizdən işlənmiş və tədqiqatlar həmin siyirtmələr üzərində aparılmışdır [10].

Siyirtmənin etibarlılığı onun işqabiliyyətiyindən asılı olub, onun imtinasız işləmə müddəti ilə xarakterizə olunur. Bu müddət siyirtmənin ayrı-ayrı düyünlərinin etibarlılığından asılı olduğundan siyirtmənin imtinasız işləmə ehtimalı onun düyünlərinə daxil olan detallarının imtinasız işləmə ehtimallarından asılı olacaqdır.



Şək.1. Siper-yəhər cütliyündə baş verən yeyilmələr:
a) “Kameron” firması istehsal etdiyi ZMS-65x21 tipli siyirtmə [11]
b) fretting yeyilməsinə məruz qalmış düzaxınlı siyirtmə

Nəticədə söyləmək olar ki, siyirtmənin hissə və düyünlərinin işqabliyyəti və uzunömürlüüyü onun etibarlılığını təmin etdiyindən, onların işqabliyyətinin və uzunömürlüünün artırılması siyirtmənin etibarlılığın artırılmasıdır. Bu məsələ qarşıya qoyulmuş məqsədlərdəndir.

Aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, siyirtmələrin iki əsas düyünü olan şipindel-qayka və tıxayıcı düyünündən ən çox sıradan çıxarıcı tıxayıcı düyündür. Bu düyünün uzunömürlüünün artırılması üçün konstruksiya təkmilləşdirilməli və mümkün işqabliyyətlilik meyarlar təmin edilməlidir(1,2).

Siyirtmənin siper və yəhər cütliyünün təmas sahələri yüksək təmizlik sinifinə malik olduğundan yuxarı işçi təzyiqlərdə siyirtmənin bağlı halında sanki, bir-birlərinə yapışırlar(5). Bu hal siyirtmənin açılıb – bağlanmasına tələb olunan burucu momentin artmasına səbəb olmaqla yanaşı siper və yəhərin səthində qopmaların yaranmasına səbəb olur.

Həmçinin araşdırmalar nəticəsində müəyyən etdik ki, müxtəlif tip mövcud siyirtmələrin tıxayıcı düyünün konstruksiyasından aslı olaraq sıradan çıxmasına əsas səbəbləri ümumilikdə statistik olaraq aşağıdakılardır.

1. Siperin əyilməsindən yaranan sıyrılma hadisəsi
2. Tıxayıcı düyündə gərginliyin qeyri-bərabər paylanması
3. Kiçik rəqsi yerdəyişmələrdən yaranan Fretting yeyilməsi

Təklif etdiyimiz təkmilləşdirilmiş düzaxınlı siyirtmə konstruksiyasının tıxayıcı düyünü dəyişdirilmiş, siper və yəhər cütlləri arasında gərginliklərin bərabər paylanmasının təmin edilməsi, fretting yeyilməsinin aradan qaldırılması və kipləndirici düyünlərində öz-özünə kipləndirmə effektinin alınması üçün konstruksiyaya xüsusi konstruktiv formalı detallar əlavə edilmişdir. Təklif olunmuş yeni konstruksiya yuxarıda qeyd olunmuş halların(sıyrılma, tıxayıcı düyündə gərginliyin qeyri-bərabər paylanması, fretting yeyilməsi) aradan qaldırılması üçün işlənmişdir. Tıxayıcı düyündə işçi təzyiqin artıb azalmasına uyğun siperlə-yəhər cütliyü birgə əyilmə imkanına malikdir. Bu tipə uyğun konstruksiyaların bizim tərəfimizdən ixtira edilb patentlyləşdirilməsinə baxmayaraq [5,6] ., təklif etdiyimiz konstruksiya etibarlılıq göstəricisinə görə əvvəlkilərdən üstündür[4].

Tədqiqat işində qarşıya qoyulmuş məsələ təkmilləşdirilmiş siyirtmə konstruksiyasının etibarlılığının proqnozlaşdırılmasıdır.

Qarşıya qoyulmuş məsələnin həlli üçün tədqiqat üsulu olaraq qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında qeyri-səlis dəyişənlərdən istifadə etməklə baxaq. Təklif edilmiş metodik həll bütün siyirtmələrə tətbiq edilə bilər.

Məsələnin həlli. Mürəkkəb qeyri xətti, qeyri müəyyən obyektlərin modelləşdirilməsi üçün qeyri səlis çoxluqlardan geniş istifadə olunur[1,2]. Qeyri səlis modelləşdirmədə obyektin parametrləri arasında əlaqə

keyfiyyət münasibətləri ilə əvəz olunur. Bu münasibətlər obyektin giriş və çıxışlarının təcrübi verilənlərindən istifadə etməklə linqvistik qaydalar toplusu ilə ifadə olunur.

Təklif olunan metodla məsələni həll etmək üçün aşağıdakı məntiqi çıxarış mərhələləri aparılır[1,3,6]:

1. Qeyri səliss verilənlər formalaşdırılır (fazzifikasiya). Hər bir səliss verilən üçün termlərə uyğun mənsubiyyət funksiyası hesablanır;

$$\mu_T(T_0), \mu_{ST}(S_0), \mu_M(M_0), \mu_{KK}(K_0) \quad (1)$$

2. Giriş siqnallarının qaydalarına uyğun mənsubiyyət funksiyası tapılır;

$$\alpha_i = \mu_{T_i}(T_0) \cap \mu_{ST_i}(S_0) \cap \mu_{M_i}(M_0) \cap \mu_{K_i}(K_0) \quad (2)$$

Hər bir qaydaya uyğun nəticəvi mənsubiyyət funksiyası hesablanır

$$\mu_i(z) = \alpha_i \cap \mu_{c_i}(z_0) \quad (3)$$

3. Qeyri səliss kompozisiya –giriş dəyişənlərinin bütün qaydalar çoxluğu üçün mənsubiyyət funksiyası təyin edilir

$$\mu_\Sigma(z) = \mu_1(z) \cup \mu_1(z) \cup \mu_1(z) \cup \mu_1(z) \quad (4)$$

4. Nəticələr defazzifikasiya edilir

Modelin qurulması üçün ekspertlərin məlumatını formallaşdıran uyğun ekspert informasiyasından istifadə olunur. Ekspert informasiya şərti qeyri-səliss nəticələrin sistemi şəklində göstərilir, burada rəqəm dəyişənləri əvəzinə “linqvistik” dəyişənlərindən istifadə olunur. Linqvistik dəyişənlər $\langle \alpha_i, T(\alpha_i), X, XG, M \rangle$ məcmusu şəklində verilir [5,6]. Burada α_i – i-ci linqvistik dəyişənin adıdır; $T(\alpha_i)$ – α_i linqvistik dəyişənin term-çoxluğudur; X – hər bir $T(\alpha_i)$ elementinin təyinat sahəsidir; G – qeyri-səliss dəyişənlərdir -törəmiş sintaksik qaydadır (qrammatika) $\alpha_{ij} \in T(\alpha_i)$; M – hər bir qeyri-səliss dəyişənə ($\alpha_{ij} \in T(\alpha_i)$) uyğun olaraq qurulan semantik qaydadır, qeyri-səliss çoxluq $C(\alpha_{ij})$ – qeyri-səliss dəyişənin α_{ij} əsasıdır;

Dəyişənlər arasında sadə əlaqələr qeyri-səliss mülahizələrin köməyi ilə təsvir edilir.

Tutaq ki, giriş parametri ($X = \{x_1, x_2, x_3\}$) və çıxış parametri ($Y = \{y_1\}$) şəklində verilmişdir. Onda

$$\tilde{Y} = \tilde{f}(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3) \quad (5)$$

Verilmiş məsələ üçün (5) “ƏGƏR-ONDA” produksiya qaydalarından ibarət çoxluq kimi təyin ediləcək. Təklif olunan model aşağıdakı kimi olacaq: əgər x_i A_j -dirsə, onda $y = B_k$ – dir. $i = \overline{1,3}, j = \overline{1,9}, k = \overline{1,27}$.

Məsələnin həlli üçün 3 giriş dəyişəni və 1 çıxış dəyişəni götürülmüşdür. Qoyulmuş məsələnin həlli zamanı giriş və çıxış dəyişənləri linqvistik dəyişən kimi təqdim olunur və hər bir linqvistik dəyişən aşağıdakı term-çoxluqlar kimi təyin olunur:

- Birinci linqvistik dəyişən “siyirtmənin açılıb-bağlanma tsikli” $T1 = \{az, normal, çox\}$ term çoxluğu ilə;
- İkinci linqvistik dəyişən “səthin qeyri müstəviliyi”- $T2 = \{az, normal, çox\}$ term çoxluğu ilə;
- Üçüncü linqvistik dəyişən “kələkötürlük” - $T3 = \{az, normal, çox\}$ term çoxluğu ilə təyin olunur;
- Çıxış linqvistik dəyişəni “etibarlıq”- $T4 = \{aşağı, normal, yüksək\}$ term çoxluğu ilə təyin olunur;

Giriş dəyişənlərinin nominal qiymətləri cədv. 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1

Giriş dəyişənlərinin nominal qiymətləri	
Giriş parametrləri	Dəyişənlərin nominal qiymətləri

Siyirtmənin tsikli- x_1	[0 500]
Qeyri müstəvilik- x_2	[0.03 0.07]
Kələkötürlük- x_3	[0.08 0.32]

Cədvəl 2

№	Giriş dəyişənləri	Giriş dəyişənlərinin qiymətləri		
		az	norma	çox
1	Siyirtmənin tsikli - \tilde{T}_1	[0 185 250]	[235 410 435]	[435 455 500]
2	Qeyri müstəvilik - \tilde{T}_2	[0.03 0.04 0.05]	[0.05 0.06 0.065]	[0.065 0.07 0.75]
3	Kələkötürlük - \tilde{T}_3	[0.080 0.125 0.185]	[0.185 0.225 0.30]	0.30 0.32 0.325]

Cədvəl 3

№	Çıxış dəyişəni	Çıxış dəyişəninənin qiymətləri		
		Aşağı	Normal	Yüksək
1	Etibarlılıq- \tilde{T}_4	[0.75 0.78 0.79]	[0.796 0.85 0.90]	[0.88 0.93 0.99]

Qayda 1: əgər siyirtmənin tsikli az, qeyri müstəvilik az, kələkötürlük azdırsa, ONDA etibarlılıq yüksəkdir.

Qayda 2: əgər siyirtmənin tsikli az, müstəvilik normal, kələkötürlük çoxdursa, ONDA etibarlılıq normaldır.

Qayda 3: əgər kələkötürlük *normal*, siyirtmənin tsikli normal, qeyti-müstəvilik normaldırsa, ONDA etibarlılıq normaldır.

Qayda 4: əgər kələkötürlük *normal*, siyirtmənin tsikli çox, qeyri-müstəvilik çoxdursa, ONDA etibarlılıq aşağıdır.

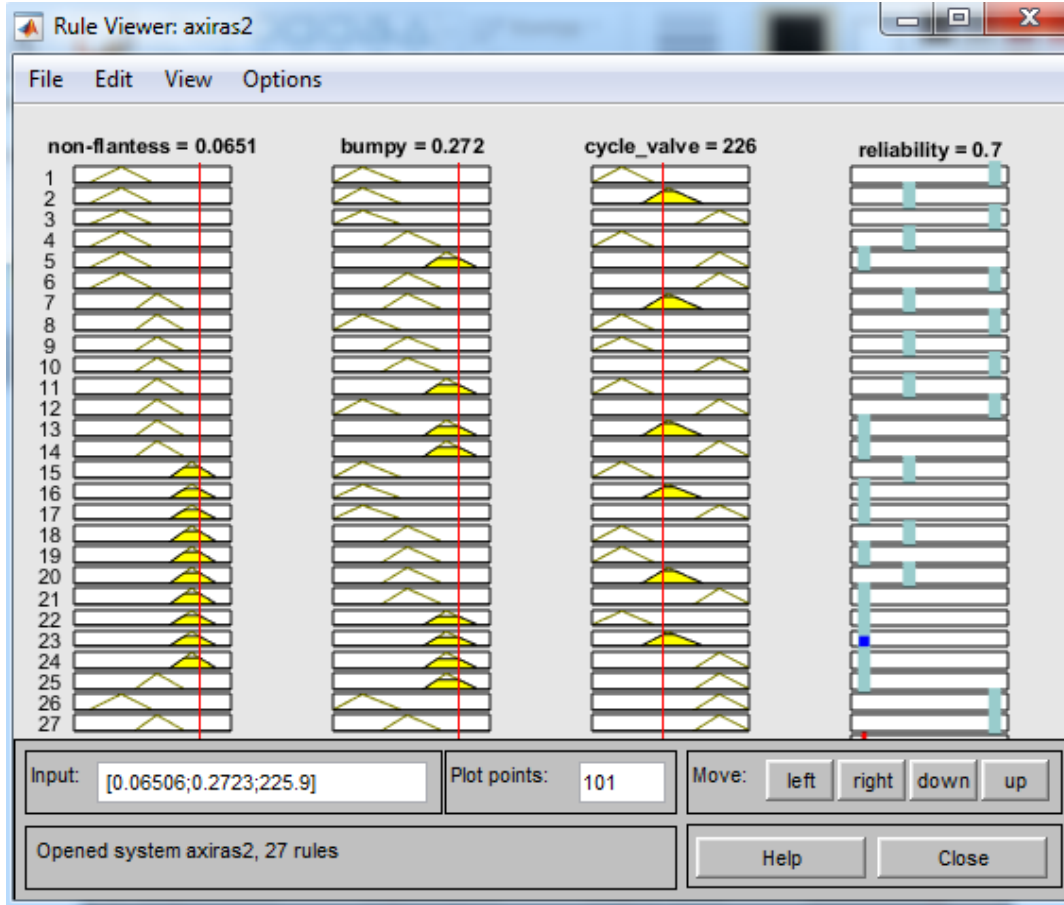
.....
Qayda27: (bilik bazasını əsasən 27 qayda təşkil edir.)

MATLAB / Fuzzy Logic Toolbox paketi vasitəsilə eyri səlissistemin işlənmə mərhələləri bitdikdən sonra qeyri səlissə çıxarış modeli alınmışdır [5].

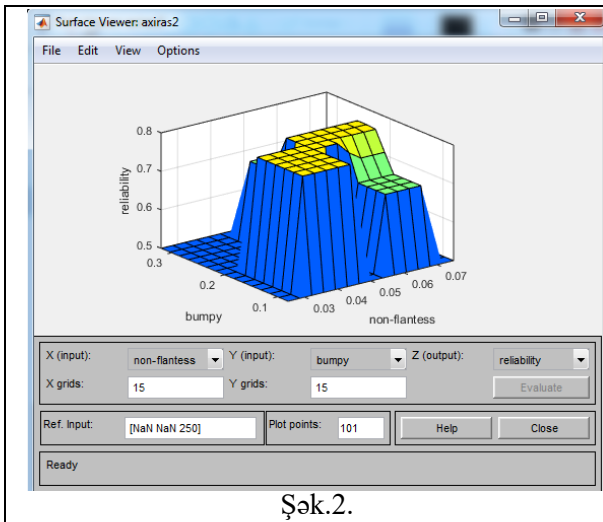
Alınmış nəticələrin təhlili göstərir ki, siyirtmənin açılıb –bağlanmasından asılı olaraq təmasda olan işçi səthlərində yaranan qeyri müstəvilinin və kələkötürlüyün elə qiymətləri mövcuddur ki, bu zaman sistem ən yüksək etibarlılığa malik olur. Matlab paketindən alınan nəticələr

1. “siyirtmənin açılıb-bağlanma tsikli”- 136
2. “səthin qeyri müstəviliyi” - 0.038
3. “kələkötürlük” - 0.133
4. nəticə-etibarlılıq $Y = 0.99$ bunu təsdiq edir (bax şəkl.2.)

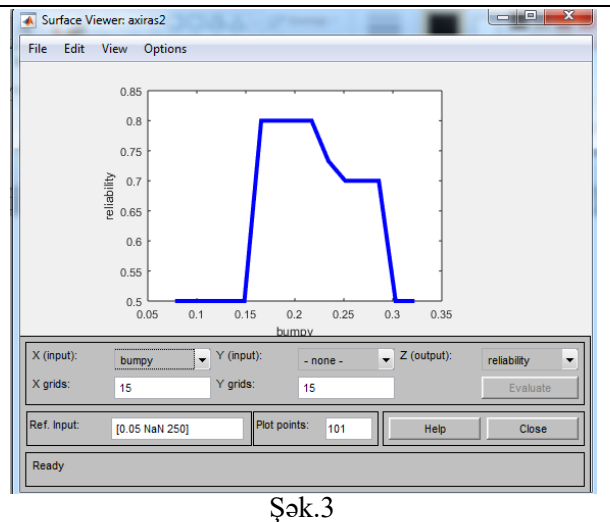
Matlab paketindən alınan nəticələr



Şək.1.



Şək.2.



Şək.3

Bu həll sistemli yanaşma tərzində siyirtmənin etibarlılıq göstəricisinə nəzarət etməklə onun imtina etmə ehtimalını və imtinasız işləmə müddətini qabaqcadan təyin etməyə imkan verir. Neyrotexnikadan istifadə etməklə modelin dəqiqliyini və adekvatlığını təyin etmək olar.

Nəticə. Beləliklə, apardığımız araşdırmalar aşağıdakı nəticələrin formalaşmasına əsas verir.

1. Siyirtmənin imtinasız işləmə ehtimalını proqnozlaşdırmaq üçün qeyri səliss çıxarış modeli təklif edilmişdir.

2. Təklif olunmuş modelin həlli təkmilləşdirilmiş siyirtmənin ən yüksək etibarlılığını təmin edən parametrləri təyin etməyə imkan verir. Alınmış nəticələrə uyğun siyirtmənin işini tənzimləməklə istənilən siyirmə konstruksiyasının etibarlılığının (imtinatsız işləmə ehtimalını və müddətini) proqnozlaşdırılması təyin edilə bilər.

Yekun nəticə. İlk dəfə olaraq təklif edilmiş təkmilləşdirilmiş siyirtmə konstruksiyasının etibarlılığının proqnozlaşdırılması məsələsinə qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında qeyri-səlis dəyişənlərdən istifadə etməklə baxılmışdır. Təklif edilmiş metodik həll bütün siyirtmələrə tətbiq edilə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Zadeh LA. The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning. New York: American Elsevier Publishing Company; 1974.
2. Zadeh LA. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. Trans. Systems, Man, and Cybernetics, no. 3; 1973. p. 28-44.
3. Zadeh L.A. Fuzzy sets: Inform, and Control. 1965, _8, pp. 338-353.
4. Castillo O, Melin P (1999a) A new fuzzy inference system for reasoning with multiple differential equations for modelling complex dynamical systems. In: Proceedings of CIMCA'99, IOS Press, Vienna, Austria, pp. 224–229
5. Leonenkov A. Nechetkoye modelirovaniye v srede MATLAB i fuzzy TECH [Fuzzy modeling in MATLAB and fuzzyTECH]. St.-Petersburg: BKhV; 2005 (in Russian).
6. Дьяконов В., Круглов В. Математические пакеты расширения MATLAB: специальный справочник. – СПб.: Питер, 2001. – 480 с.
7. Dubois D, Prade H (1980) Fuzzy sets and systems: theory and applications. Academic, New York
8. Kaufmann A, Gupta M.M (1988) Fuzzy mathematical models in engineering and management science. North-Holland, Amsterdam
9. Babanlı M.B., Mamedov G.A, Aslanov J.N., INCREASING RELIABILITY OF THE IMPROVED MACHINES AND EQUIPMENT. DETERMINATION OF PRODUCTIVITY CRITERIA, Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences. Bull. Envv. Pharmacol. Life Sci., Vol 5(12) 2016: Academy for Environment and Life Sciences, India Online ISSN 2277 – 1808 Journals [URL:http://www.bepils.com](http://www.bepils.com)
10. Асланов Дж.Н., Гусейнли З.С., Исследование процесса трения в усовершенствованных конструкциях задвижки, Нефтепромышленное дело №2, Москва 2013
11. Aslanov J.N. Valve, Useful model. State Standardization Metrology Agency for Patent, №2020 0018.2016
12. <https://cameron.slb.com/>.