

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

MÖVZU: “FONTAN ARMATURLARININ BAĞLAYICI QURULUŞLARININ SÜRTÜNMƏDƏ YEYİLMƏYƏ DAVAMLILIĞININ ARTIRILMASININ VƏ LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİNİN ELMI ƏSASLARI”

İxtisas: 3313.02 – Maşınlar, avadanlıqlar və proseslər
Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: t.ü.f.d., dos. **Camaləddin Nurəddin oğlu Aslanov**

Elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

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

Bakı – 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin "Sənaye maşınları" kafedrasında, "NeftqazMaş" ASC-ində və Türkiyə Cumhuriyyəti Makvelsan şirkətində yerinə yetirilmişdir.

Elmi məsləhətçi:

Texnika elmləri doktoru, professor
Mustafa Baba oğlu Babanlı

Rəsmi opponentlər:

1. Akademik
Arif Məmməd oğlu Həşimov
2. Texnika elmləri doktoru,
Məzahir Həməzə oğlu Fərzəliyev
3. Texnika elmləri doktoru, professor
Elçin Barat oğlu İsgəndərzadə
4. Texnika elmləri doktoru, professor
Fariz Qaçay oğlu Əmirov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən **BED 3.18 Dissertasiya şurası**

Dissertasiya şurasının sədri:

Texnika elmləri doktoru, professor
Ağadadaş Mahmud oğlu Əliyev

Dissertasiya şurasının elmi katibi: Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Vaqif Məmmədhusəyn oğlu Məmmədov

Elmi seminarın sədri:

Texnika elmləri doktoru, professor
Vasif İzzət oğlu Əliyev

İmzaları təsdiq edirəm
- NƏGP və R. ETI-R
Elmi Katibi
V. Məmmədov



İŞİN ÜMUMİ X İLƏRİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və əylənmə dərəcəsi: Bağlayıcı quruluşlar sənaye avadanlığı dəstinə daxil olub, məhsulun axınını istiqamətləndirmək, qarşısını tam almaq və ya açmaq üçün təyinatlanmışdır. Yüksək təzyiqə icralanmış bağlayıcı quruluşlar (siyirtmələr və kranlar) həmçinin fontan armaturunun keçid diametrini bağlamaq və ya açmaq üçün təyinatlantırılmışdır. Bu avadanlıqların ən başlıca problemi tribotexniki düyünlərinin sürtünməsi və mexaniki yeyilməsidir. Onların tribotexniki düyünləri metal-metal və metal –rezin materiallardan təşkil olunmuşdur. Hal-hazırda baxılan avadanlıqların hər iki düyünündə yeyilmə problemi mövcuddur. Mövcud bağlayıcı quruluşların tribodüyünlərində yeyilməyə davamlılıq məsələlərinə müxtəlif istiqamətlərdə baxılmasına baxmayaraq, onların əylməyə işləyən detallarının işçi səthlərində nisbi təzyiqin əylmədən asılı olaraq paylanması, mühitin xarakteristikasını nəzərə almaqla mexaniki yeyilmənin sürtünmə qüvvəsindən asılı dəyişmə məsələlərinə baxılmamışdır. Həmçinin onların kipləndirici rezin elementlərinin kəskin soyuq və kəskin isti aqressiv mühit şəraitində yeyilməyə davamlılığı məsələləri hələ də tam öyrənilməmişdir. Hal-hazırda da bağlayıcı quruluşların işqabiliyyətliyinin itirilməsinin başlıca səbəbi onların işçi düyünlərinin (tıxayıcı, tıxac düyününün) və düyünlərə daxil olan rezin kipləndiricilərin mexaniki yeyilməsidir. Yüksək təzyiqlərdə avadanlığın hissə və düyünlərində yaranan müxtəlif növ mexaniki təsirlərin miqyasının artması və rezin elementlərdə temperatur amilinin dəyişməsi səbəbindən onların sıradan çıxması daha sürətlə həyata keçmiş olur. Təzyiq altında işləyən bağlayıcı quruluşlar mexaniki təsir əsasında hidroabraziv, abraziv, kavitasiya, erroziya, fretting və tutuşma yeyilməsinə məruz qalırlar. Tədqiqat işində qaldırılmış problemlər və onların həlli müasir elmin qarşısında duran aktual məsələlər olaraq qalmaqdadır.

Bağlayıcı quruluşlar sinfi əsasən siyirtmələr, kranlar və ventillərdən ibarət olmaqla üç növə ayrılırlar. Bağlayıcı quruluşların sənayedə yüksək təzyiqlərdə daha geniş istifadə edilən növü siyirtmələrdir. Siyirtmələrin tribodüyünləri işçi təzyiqin təsirindən əyilməyə işləyir (mikronlarla). Əyilməyə işləyən düyünlərin işçi səthində təzyiqin paylanması müxtəlif olduğundan, sürtünmədən yaranan mexaniki yeyilmənin intensivliyi, sürəti və miqdarının artması ilə yanaşı səthlərdə qeyri-paralel yeyilmə baş verir. Nəticədə, kiplik pozulduğundan bağlayıcı quruluş işqabiliyyətliyini itirmiş olur. Yüksək təzyiqlərdə (250MPa-dan çox) kranların və ventillərin istifadəsi texniki cəhətdən qeyri-mümkün olduğu üçün belə hallarda istismarda düzaxınlı siyirtmələrdən istifadə olunur. Yüksək təzyiqlərdə əsasən siyirtmələrdən istifadə edilməsinə baxmayaraq, yuxarıda qeyd olunan problem siyirtmələrin etibarlılığını da aşağı salır və işqabiliyyətliyinin itirilməsinə səbəb olur. Bağlayıcı quruluşlar sinfinə daxil olan siyirtmələrin imtina etmə səbəblərinin sistemləşdirilməsi göstərir ki, problemlər özünü siyirtmələrin tam açılıb-bağlanmamasında sipər və yəhərin işçi səthlərinin mexaniki yeyilməsi (25%), nimçəvari yayının sınması (18%), kipləndirici elementlərinin imtinası (30%) və şpindel və qapaq düyünündə baş verən imtinalar (27%) kimi biruzə verir. Göründüyü kimi, kipləndiricilərin sıradan çıxması halı daha çox baş verən hadisələrdəndir. Bu avadanlıqların metal-metal araquatında kipliyi təmin etmək üçün (-55°C və $+500^{\circ}\text{C}$) temperatur intervalında aqressiv mühit şəraitində işləyə bilən rezin kipləndiricilərə yüksək səviyyədə ehtiyac vardır. Qeyd edilən kipləndiricilərin rezin materiallarının konstruksiyasının yenilənməsi və strukturunun möhkəmləndirilməsi hal-hazırda elmi tədqiqat institutlarının qarşısında aktual məsələlərdən biri olaraq qalmaqdadır. Aşağı temperaturalarda və müxtəlif aqressiv mühitlərdə işləyə bilən kipləndiricilər üçün yeni rezin matris materialların işlənməsi zəruridir. Bu tip rezin matris materiallarla hazırlanmış siyirtmələrin mövcudluğu və sənayeyə tətbiqi böyük iqtisadi səmərə ilə nəticələnmiş olacaqdır. Yeni model rezin kipləndiricinin

konstruksiyasının yenilənməsi aqressiv mühitdə işləyən yüksək və aşağı temperatur intervalına davamlı yeni rezin materialların hazırlanmasını tələb edir. Rezin matrislərə bərk bağlayıcılar yeritməklə, yəni müxtəlif rezin matrisləri “Honeycomb Panel matrisi” üsulu ilə ikiqat matrisləməklə aşağı temperaturda yüksək təzyiqli aqressiv mühitdə donmaya və yeyilməyə davamlı yeni model rezin panel matrislərin alınmasını təmin etmək olar. Bu matrislərin texnologiyasının işlənməsi, hazırlanması təkcə siyirtmələr üçün deyil, sənayenin müxtəlif sahələrində dəyişən temperatur intervalındakı mühitdə işlədilən avadanlıqlar üçün tətbiq edilə bilər. Siyirtmələrin tribodüyünlərinin bir-birinin üzərinə təzyiq altında sıxılan hissələrinin sükunət halından hərəkət halına keçməsində sürüşmə sürtünmə qüvvəsi hesabına tutuşma yeyilməsi yaranır ki, bu yeyilmənin miqdarının dəyişməsi avadanlığın konstruktiv quruluşundan asılı olur. Sənayedə istifadə olunan siyirtmələrin konstruktiv quruluşunda olan əsas mənfi cəhət tıxayıcı düyündə nisbi təzyiqin qeyri-bərabər paylanmasıdır. Nisbi təzyiqin qeyri-bərabər paylanması bütün növ yeyilmə amillərinin təsir miqyasını böyüdərək, yeyilmə sürətini və intensivliyini artırmaqla tribodüyünün sıradan çıxmasını sürətləndirir. Qeyd edilən məsələlər siyirtmələrin etibarlılığının və işqabiliyyətliyinin yüksəldilməsində əsas prioritet məsələlərdir və həlli aktual olaraq qalmaqdadır. Mövcud siyirtmənin təzyiqə davamlılıq göstəricisinin artırılmasının yüksək nəticə verməsinə baxmayaraq onun işqabiliyyətliyinin artırılması istiqamətində elmi təcrübələr aparılmaqdadır. Apardığımız təcrübələr əsasında müəyyənləşdirilmişdir ki, quruluşların soyuq iqlim şəraitində işqabiliyyətliyinin artırılması üçün siyirtmələrin və kranların kipləndirici düyünləri yeni model rezin matrisli kipləndiricilərlə təmin olunmalıdır. Bununla yanaşı, onların konstruksiyalarının girişində və çıxışında məhsulun boğulması təmin edilməlidir. Bunun üçün bağlayıcı quruluşların konstruksiyası və kipləndiricilərinin konstruktiv materialları yenilənməlidir. Donmaya və istilikdən genişlənməyə davamlı rezin matrislərə bərk bağlayıcılar yeritməklə xüsusi tərtibatla yeni model kipləndiricilər almaq olar. Bu tip

kipləndiricilərin hazırlanması üçün iki qat rezin matrisli kipləndiricinin və bu kipləndiricilərlə təmin olunmuş yeni siyirtmələrin hazırlanmasının elmi ideyası işlənmişdir. Bu nöqteyi-nəzərdən dissertasiya işində qarşıya qoyulan məsələnin həllinin bir istiqaməti də təkmilləşdirmiş rezin matrisli kipləndiricilərlə təmin olunmuş yeni model siyirtmənin hazırlanma texnologiyasının işlənməsi, hazırlanması, sınaqlarının keçirilməsi, sertifikatlaşdırılması və sənayeyə tətbiqini nəzərdə tutur.

Tədqiqatın obyekti və predmeti: Tədqiqat obyekti olaraq yüksək təzyiqli bağlayıcı quruluşlar sinfinə daxil olan düzaxınlı siyirtmə və tıxaclı kran götürülmüşdür. Tədqiqat işində düzaxınlı siyirtmələrin tıxayıcı düyününün işçi səthlərini sıxan sıxıcı qüvvənin təsirindən əyilmiş sipərin minimum hərəkət verici qüvvə altında hərəkəti zamanı təmas səthində yaranan sürüşmə sürtünmə qüvvəsinin sipərin əyintisindən asılılığı müəyyənləşdirilmiş, təkmilləşdirilmiş tıxaclı kranın tıxac düyününün kipləndirici təmas səthində yaranan sıxıcı qüvvənin işçi təzyiqdən asılılığı, yeni tıxaclı kranın işqabiliyyətiyyətinin təmin olunması şərti müəyyənləşdirilmiş, təkmilləşdirilmiş siyirtmənin imtinasız işləmə ehtimalını proqnozlaşdırmaq üçün ilk dəfə olaraq qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında onların işqabiliyyətiyyətinin proqnozlaşdırılmasını təmin edən yeni qeyr-səlis modeli təklif olunmuş və statistik verilənlər əsasında qeyri-səlis modelin öyrətmə alqoritmı işlənmişdir.

İşin məqsəd və vəzifələri: Tədqiqat işinin yerinə yetirilməsi aşağıdakı məqsədlə həyata keçirilmişdir.

Bağlayıcı quruluşların tribotexniki düyünlərində yaranan mexaniki yeyilmənin işçi təzyiqdən və sürtünmədən asılılığını müəyyənləşdirməklə onların yeyilməyə davamlılığının artırılması, düzaxınlı siyirtmələrin istismar zamanı imtinasız işləmə prosesinə nəzarət modelinin yaradılması və yeni iki qat rezin matrisli kipləndiricilərlə təchiz olunmuş siyirtmə konstruksiyalarının işlənməsi, hazırlanması və sənayeyə tətbiqi.

Tədqiqat işi aşağıda qeyd edilən vəzifələri özündə ehtiva etmişdir.

- Bağlayıcı quruluşların tribodüyünlərində sürtünmə qüvvələrinin nisbi təzyiqdən asılı dəyişmə qanunauyğunluğunun müəyyənləşdirilməsi və nisbi təzyiqin bərabər paylanması təmin edilməsi metodikasının işlənməsi;

- Tribodüyünlərin təmas səthlərində yeyilmənin qeyri-bərabər paylanmasını yaradan mexaniki amillərin təyini və bu amillərin tribodüyünlərin qovuşan səthlərində yaranan sürtünməyə təsirinin müəyyənləşdirilməsi;

- Bağlayıcı quruluşların kipləndirici elementlərinin çox aşağı və yuxarı temperaturlarda yeyilməyə davamlılığının təmin edilməsi üçün ikiqat matris üsulu ilə yeni panel matrislərin alınması və bu material əsasında kipləndirici elementlərin konstruksiyasının işlənməsi, hazırlanması və triboloji sınağı;

- Bağlayıcı quruluşlarda işlədilən kipləndirici elementlərin (membran tipli) böyük deformasiyalarda gərginlikli halının hesablanması nəticəsində əldə olunan məlumatlara əsasən onların yüklənməyə dayanıqlığının müəyyənləşdirilməsi;

- B 14-tipli Rezin matrisinə “Honeycomb Panel matrisi” modeli əsasında bərk bağlayıcı yeritməklə ikiqat matrisləmə üsulu ilə donmaya və aqressiv mühitə dayanıqlı yeni rezin panel matrislərin işlənməsi;

- İki qat matrisli deformasiyaya uğradılmış manjetin kompüter simulyasiyası əsasında deformasiya dərəcəsinin yüklənmədən asılılığının qurulması və tədqiqi;

- Alınmış elmi nəticələr əsasında ikiqat rezin panel matrisli yeni siyirtmənin texnologiyasının işlənməsi, hazırlanması və sınağı;

- Rezin panel matrisli kipləndirici ilə təchiz olunmuş API standartlarına cavab verən siyirtmənin sənayeyə tətbiqi və sənayenin müxtəlif sahələrində tətbiqi üzrə tövsiyələrin işlənməsi.

Tədqiqat metodları: Tədqiqat işində qarşıya qoyulmuş məsələlərin həll edilməsində aşağıdakı üsullar tətbiq edilmişdir.

1. “Jinan Fangyuan Testing Machine” və beynəlxalq İPA test sınaq metodları;
2. “Solidworks”, “Matplotlib” və “Matlab” proqramları;
3. Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi, Rits metodu, Variasiya üsulu və “Tor üsulu”.

Elmi tədqiqat işinin strukturunun konkretləşdirilmiş ardıcılığı aşağıdakı kimidir:

- Müasir bağlayıcı quruluşların müqayisəli təhlili, kritik icmal və işqabiliyyətliyinin imtina səbəblərinin və etibarlıq göstəricilərinin artırılması metodlarının müəyyənləşdirilməsi;
- Mövcud bağlayıcı quruluşların tribodüyünlərində sürtünmə qüvvələrinin nisbi təzyiqdən asılı dəyişmə qanunauyğunluğunun və təmas səthlərində nisbi təzyiqin bərabər paylanması elmi nəzəri əsaslarının işlənməsi;
- Müxtəlif materiallı səthlərin birinin digəri üzərində sərbəst hərəkətinin təmin edilməsi üçün uyğun kələkötürlük sinfində sıxıcı qüvvənin təmas səthi boyunca bərabər paylanması təmin olunmasının və material seçiminin əsaslandırılması;
- Təmas səthləri buraxılabilən təmizlik sinfinə uyğun seçilmiş müxtəlif materiallı tribodüyünlərdə və kipləndiricilərdə sürtünmənin və yeyilmənin tədqiqi;
- İkiqat matrisləmə üsulu ilə yeni rezin panel matrislərin alınması, alınmış material əsasında yeni model rezin kipləndiricilərin konstruksiyasının işlənməsi və hazırlanması;
- Yeni model kipləndiricilərlə təchiz olunmuş yeni siyirtmə konstruksiyasının layihələndirilməsinin elmi metodikasının və hazırlanma texnologiyasının işlənməsi;
- API standartlarına uyğun siyirtmənin hazırlanması və sınağı;
- Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında siyirtmənin tribodüyünlərində yaranan yeyilmə miqdarından asılı olaraq onun etibarlılığının dəyişmə qanunauyğunluğunu ifadə edən işçi modelin qurulması və təyini;
- Tədqiqat işinin neft-qaz sənayesinə tətbiqi və sənayenin müxtəlif sahələrində tətbiq olunması üzrə tövsiyələrin işlənməsi.

Neft-qaz sənayesinin müxtəlif sahələrində istifadə olunan siyirtmələr əsasən neftin, qazın çıxarılmasında, nəqlində, müxtəlif istiqamətə yönəldilməsində və saxlanılmasında istifadə olunan qurğu və avadanlıqlar dəstinə daxil olaraq işlədilməklə, sənayenin bütün sahələrində maye-qaz axının nəqlində və qarşısının kəsilməsində istifadə edilməkdədir. Tədqiqat işində qarşıya qoyulan elmi məsələlər sənayenin müxtəlif sahələrində işlədilən maşın və avadanlıqların sürtünmədən yeyilməyə işləyən metal-metal və rezin tribodüyünlərində və yüksək kələkötürlük sinfinə malik sürtünən səthlərində, sürtünmə halının öyrənilməsinin və həmçinin avadanlıqların sürtünmədən yeyilməyə davamlılığının artırılmasının elmi əsaslarını özündə cəmləyir. Siyirtmələrdə işlədilməsi nəzərdə tutulmuş rezin kipləndiricilər üçün alınmış rezin panel matrislər (yeni material) məişət avadanlıqlarından tutmuş sənayenin bütün sahələrində işlədilən rezin materiallı konstruksiyalarda istiliyə, donmaya və yeyilməyə davamlı yeni material kimi istifadə oluna bilər. ((-55⁰C) –(+500⁰C)) temperaturda yüksək təzyiqli aqresiv mühitdə işləyə bilən yeni model rezin panel matrislərin alınması, bu matrislərin hazırlanma texnologiyasının işlənməsi, kipləndirici detalların hazırlanması təkcə bağlayıcı quruluşlar üçün deyil, sənayenin müxtəlif sahələrində soyuq və ya isti iqlim qurşağında işlədilən avadanlıqların qeyri-metal hissələrində yeyilməyə davamlı tərtibat kimi tətbiq edilə bilər. Qeyd edilənlərə əsasən söyləmək olar ki, görülmə işin nəticəsi sənayenin bütün sahələrində özünə məxsus təsir effektinə malikdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Bağlayıcı quruluşların əyilməyə işləyən düyünlərində yaranan mexaniki yeyilmə şəraitində sürtünmə qüvvəsinin sürtünən detalın əyilməsindən asılı dəyişməsinə müəyyənləşdirən qanunauyğunluğu;
2. Siyirtmənin sürtünən düyünlərində hərəkətverici qüvvə altında sürtünmə qüvvəsinin sürtünən detalın əyilməsindən asılı olaraq dəyişmə qanunauyğunluğunu ifadə edən analitik ifadə;

3. Sıxıcı qüvvənin təsirindən əyilmiş siyirtmə sipərinin minimum hərəkətverici qüvvə altında hərəkəti zamanı təmas səthində yaranan sürüşmə sürtünmə qüvvəsini ifadə edən analitik ifadə;
4. Təkmilləşdirilmiş tıxac kranın tıxac düyününün kipləndirici təmas səthində yaranan sıxıcı qüvvənin işçi təzyiqdən asılılığını təyin etmək üçün alınmış yeni ifadə;
5. Tıxac kranın tıxac düyününün kipliyini təmin edən təmas səthində yaranan nisbi təmas təzyiqini və nisbi təzyiqin buraxılabilən qiymətini təyin etmək üçün alınmış yeni ifadə;
6. Təkmilləşdirilmiş konstruksiya (tıxac kran və düzaxınlı siyirtmə) işqabiliyyətinin təmin olunması şərti;
7. Tıxayıcı detalların təmas səthində yaranan yeyilmə miqdarının sürtünmədən asılı dəyişmə qanunauyğunluğunu müəyyən edən analitik ifadə;
8. Təklif edilmiş qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında təkmilləşdirilmiş siyirtmənin işqabiliyyətinin proqnozlaşdırılmasını təmin edən yeni qeyri-səlis model və işlənmiş statistik verilənlər əsasında qeyri-səlis modelin öyrətmə alqoritmi;
9. Siyirtmənin sipərinin yeyilən işçi səthinin yeyilmə miqdarı ilə onun etibarlılığı arasında asılılığı müəyyən edən qeyri-səlis model;
10. İlk dəfə olaraq təkmilləşdirilmiş rezin kipləndiricilərdə yaranan radial gərginliklərin onun struktur həcmi daxilində paylanması qeyri-səlis məntiqlə nəticə çıxarma modeli;
11. Düzaxınlı siyirtmə kipləndiricilərinin uzunömürlüyünün artırılması üçün onların yeni material olan rezin panel matris əsasında hazırlanmış kipləndiricilərinin düzaxınlı siyirtməyə tətbiqi;

12. Müxtəlif istismar şəraitlərində işlədilməsi üçün yeyilməyə qarşı davamlı tıxayıcı düyünü təkmilləşdirilmiş bağlayıcı quruluşların sənayeyə tətbiqi.

Tədqiqatın elmi yenilikləri: Dissertasiya işində aşağıdakı yeniliklər əldə edilmişdir.

- Təkmilləşdirilmiş düzaxınlı siyirtmələrin tıxayıcı düyününün işçi səthlərində nisbi təzyiqin hesabına yaranan sıxıcı qüvvənin təsirindən əyilmiş sipərin hərəkəti zamanı təmas səthində yaranan sürüşmə sürtünmə qüvvəsini ifadə edəcək analitik ifadə alınmış və alınmış analitik ifadəyə əsasən məlum olmuşdur ki, sipərin əyintisinin $y < x$ (lövhənin səthinin nahamarlığının orta addımı uzunluğu) şərtində seçilməsi tıxayıcı düyündə yaranan sürüşmə sürtünmə qüvvəsinin və mexaniki yeyilmənin sürətinin minimuma enməsinə təmin etmişdir;
- Tıxac kranın tıxac düyününün kipliyini təmin edən təmas səthində yaranan nisbi təmas təzyiqini və nisbi təzyiqin buraxıla bilən qiymətini təyin etmək üçün yeni ifadə alınmış və tıxac düyününün kipləndirici təmas səthində yaranan sıxıcı qüvvənin işçi təzyiqdən asılılığı təyin edilmiş və alınmış ifadələrə əsasən təkmilləşdirilmiş tıxac kranın işqabiliyyətliyinin təmin olunması şərti müəyyənləşdirilmişdir;
- İlk dəfə olaraq tıxayıcı detalların təmas səthində yaranan yeyilmə miqdarının sürtünmədən asılı dəyişmə qanunauyğunluğunu müəyyən edən analitik ifadə alınmışdır;
- Siyirtmənin imtinasız işləmə ehtimalını proqnozlaşdırmaq üçün ilk dəfə olaraq qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında yeni qeyri-səlis model təklif edilmiş və statistik verilənlər əsasında qeyri-səlis modelin öyrətmə alqoritmi işlənmişdir;
- İlk dəfə olaraq siyirtmənin etibarlılığının onun tribodüyünlərində yaranan yeyilmə miqdarından asılı olaraq dəyişmə qanunauyğunluğunu müəyyən edən qeyri-səlis model işlənmiş və model əsasında imtinasız işləmə ehtimalının yeyilmə miqdarından asılılığı təyin edilmişdir;

- Siyirtmə kipləndiricilərinin uzunömürlüliyünün artırılması üçün onların konstruksiyasında istifadəsi üçün yeni material olan rezin panel matris təklif edilmişdir;
- Potensial enerjinin minimumlaşdırılması şərtinə əsasən yüksək təzyiq altında aqressiv mühit şəraitində işləyən bağlayıcı quruluşların dairəvi kipləndirici elementlərinin gərginlik vəziyyətini ifadə edən analitik ifadə təyin edilmişdir;
- Rezin kipləndiricilərinin işçi parametrlərindən asılı olaraq qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında radial gərginliyin onun həcmi boyunca paylanması nisbi deformasiyadan asılılığını ifadə edən qeyri-səlis model işlənmişdir;
- Müxtəlif istismar şəraitlərində işlədilməsi üçün yeyilməyə qarşı davamlı tıxayıcı düyünü təkmilləşdirilmiş bağlayıcı quruluşlar təklif edilmiş, yeni matrisli kipləndiricilərlə təhciz olunmuş təkmilləşdirilmiş siyirtmə konstruksiyası hazırlanmışdır;
- Yeni siyirtmələr API standartlarının tələblərinə uyğunluğunun müəyyənəşdirilməsi Hydrasun şirkəti tərəfindən həyata keçirilmiş və siyirtmə sınaq prosesinə uğradılaraq İSO keyfiyyət nişanı üzrə sertifikatlaşdırılmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti:

- Tədqiqatda qarşıya qoyulmuş məsələlərin həlli, sürtünmə və yeyilmənin tribodüyünün materialından və təmas səthlərində işçi səthin xarakteristikasından asılılığının müəyyənəşdirilməsindən əldə edilmiş elmi yeniliklər və alınmış yeni materialın təkrar deformasiyalara dayanıqlığının tədqiqindən alınan elmi nəticələrin tətbiqi Tribologiya elminin inkişafına xidmət edəcəkdir;
- Tribodüyünlərin yeyilməyə işləyən səthlərində, detalların materialından asılı olaraq sürtünmədən (sükunət və sürüşmə) yaranan mexaniki yeyilmə sürətinin, miqdarının və intensivliyinin sürtünmə qüvvəsindən asılı olaraq təyin edilməsi;
- Alınmış statik məlumatlar hesabına qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında siyirtmənin etibarlılığının onun imtina parametrlərindən asılılığının proqram təminatını işləməklə onun işinə nəzarətin təşkili;

- İkiqat matrisləmə üsulu ilə ikiqat rezin panel matris əsasında yeni model müxtəlif tipli kipləndiricilərin hazırlanaraq müxtəlif maşınlara tətbiqi;
- Tribodüyünlərində nisbi təzyiqin bərabər paylanması təmin edilmiş və yeni model kipləndiricilərlə təchiz olunmuş yeni bağlayıcı quruluşların hazırlanması və sınağı;
- Təklif olunmuş metodika əsasında layihə edilmiş yeni konstruksiyaların təklifi və müxtəlif mühitlərdə etibarlılıq göstəriciləri yüksək olan siyirtmənin sənayedə işlədilməsi ilə iqtisadi səmərənin əldə edilməsi;
- Hazırlanmış API və ISO keyfiyyət nişanlı təkmilləşdirilmiş siyirtmənin neft-qaz sənayesinə tətbiq edilməsi və həmçinin donmaya, qızmaya və yeyilməyə davamlı rezin matrislərin qeyri-metal avadanlıqların düyünlərində keyfiyyətli material kimi istifadəsi nəticəsində iqtisadi səmərənin əldə edilməsi;
- Nəzəri həllərin bilavasitə neftin, qazın çıxarılmasında, həmçinin neft emalı və kimya istehsalının maşın və avadanlıqlarında işlədilən bağlayıcı quruluşların layihələndirilməsində, etibarlı və uzunömürlü bağlayıcı quruluşların yeni konstruksiyalarının hazırlanaraq sənayenin müxtəlif sahələrində istifadə edilməsi, sənayenin hər bir sahəsində, o cümlədən məişətdə istifadə olunan tribotexniki avadanlıqlarda tətbiqi.
- Neft qaz sənayesində keyfiyyət nişanlı siyirtmənin işlədilməsi ilə iqtisadi səmərənin əldə edilməsi.

Aprobasiyası və tətbiqi: Dissertasiya işinin əsas nəticələri 65 elmi işdə o cümlədən, 56 məqalə və tezislərdə, 2 patent, 1 ixtira və 6 faydalı modeldə öz əksini tapmışdır. 2005–2023-ci illərdə dissertasiya işinin əsas müddəaları ölkədə və xaricdə WOS və SCOPUS bazalarına daxil olan müxtəlif konfrans və seminarlarda məruzə olunmuş və müzakirə edilmişdir.

- Babanlı, M.B. Cracks in hybrid fiber metal laminated nanocomposites under uniaxial tension / M.B.Babanli, R.K.Mekhtiyev, N.A.Gurbanov [et al.] // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics, - USA - 2022. №63(5), - p. 876–

883., Mehtiyev, R.K. Modeling of a fibrous composite reinforced with unidirectional fibers, weakened by adhesion cracks during longitudinal shear / R.K. Mehtiyev, J.N.Aslanov, K.H. Ismayilova [et al.] // COIA 2022 Proceedings, - Baku: - 2022. №2, - p. 339-341., Aslanov, J.N. Model design for predicting the efficiency of improved valve constructions during statistical data based exploitation / J.N.Aslanov, A.B.Sultanova, İ.A.Habibov // IFAC-PapersOnline, - Austria: - 2019. №52(25), - p. 547-550., Mammadov, K.S. Frictional wear of improved valve hermetic elements caused by heat transfer / K.S.Mammadov, J.N.Aslanov // Jurnal Tribologi, -Kuala Lumpur: - 2022. №35, - p. 134–149., Aslanov, J.N. Development of packer mounting in repair wells / J.N.Aslanov, Z.S.Hüseynli, S.M.Abasova [et al.] // «EUREKA: Physics and Engineering», - Tallinn: - 2022. №6, - p. 99–105., Aslanov, J.N. Durability study of specialized sealing elements / J.N.Aslanov, Z.S.Hüseynli, N.M Abbasov [et al.] // International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, - Bucharest: - 2022. №14(3), - p. 8-13., Aslanov, J.N. Design and performance analysis of improved valve construction being used in oil and gas industry / J.N.Aslanov, K.S.Mammadov // International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, - Bucharest: - 2022. №14(2), - p. 98–103., Aslanov, J.N. Selection of structural materials for improved Liner motion gate valves based on friction correlation method / J.N.Aslanov, K.S.Mammadov, N.A.Zeynalov // International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration, -: - 2022. №9(87), - p. 155-166., Mamedov, V.T. Stress-Strain State of Sealing Rubber Membranes at Large Deformations /V.T.Mamedov, G.A. Mamedov, J.N.Aslanov // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics, - New Dehli: - 2020. №61(2), - p. 152-157., Aslanov, J.N. Forecasting of improved straightforward valves technical condition using fuzzy inference models / J.N.Aslanov, A.B.Sultanova // IFAC-PapersOnLine, - Austria: - 2018. №51(30), - p. 12-14., Aslanov, J.N. Increasing ball valve workability by changing the design of its hermetic element / J.N.Aslanov, Kh.S. Mammadov, N.A. Zeynalov

[et al.] // International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, - Bucharest: - 2023. №15(2), - p. 1-6., Aslanov, J.N. The management of characteristics of the new two-layer rubber matrix seals / J.N.Aslanov, S.M.Abasova, Z.S.Huseynli // EUREKA, Physics and Engineering, - Estonia: - 2020. №5, - p. 60-68., Aslanov, J.N. New model rubber matrix for connectors application of sealers // - Baku: Equipment. Technologies. Materials, - 2020. №3(1), - p. 15-17., Aslanov, J.N. Investigation of magnetic equipment in ball valve / J.N.Aslanov, M.E.Rzayev // Equipment. Technologies. Materials, - Baku: - 2022. №11(3), - p. 31-38., Aslanov, J.N. Study of physical processes created by sand grains in the working nodes of adjustable throttle / J.N.Aslanov, T.U.Khankishiyeva, L.T.Huseynova // International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, - Bucharest: - 2023. №15(1), - p. 171-177., Aslanov, J.N., Sultanova, A.B., Huseynli, Z.S., Mustafayev, F. F. Determination of Radial Strains in Sealing Elements with Rubber Matrix Based on Fuzzy Sets // 11th international Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perceptions and Artificial Intelligence- ICSCCW-2021 - Antalya: SpringerLink, -26 Avqust -27 Avqust,

- İSO keyfiyyət nişanlı MMS100x65 siyirtməsi Ümid Babək Beynəlxalq Əməliyyat Şirkətində istismar edilərək Sənayeyə tətbiq edilmişdir;

- MMS100x65 siyirtməsinin Türkiyənin Makvelsan şirkəti tərəfindən seriya ilə istehsal olunması üçün, Makvelsan şirkəti ilə ADNSU arasında müqavilə imzalanmış və fiziki model istehsal olunaraq beynəlxalq sertifikatlaşdırılmışdır.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi ADNSU-nun “Sənaye maşınları” kafedrasında, “NeftqazMaş” ASC-ində, Hydrasun Rapid Solutions LLC Şotlant şirkətinin Azərbaycan filialında və Türkiyə Cumhuriyyətinin Makvelsan şirkətinin laboratoriyalarında yerinə yetirilmişdir.

Aparılan tədqiqatda iddiaçının şəxsi töhvəsi. Dissertasiya işi iddiaçının şəxsi əməyinin məhsulu olub, bu iş Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin daxili layihəsi və Azərbaycan Elm fondunun elan etdiyi qrant müsabiqəsi çərçivəsində (EIF-MQM-ETS-2020-1(35)) müsabiqənin qalibi olmuşdur.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, 6 fəsildən, nəticə və ədəbiyyat siyahısından ibarət olmaqla əlavələrdən təşkil olunmuşdur. Dissertasiya 353 səhifə kompüter yazısında təqdim olunur, işdə 152 şəkil, 29 cədvəl, istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısında 206 adda ədəbiyyat mənbəyi vardır.

İŞİN MƏZMUNU

Dissertasiya işinin girişində mövzunun aktuallığı, işin məqsəd və vəzifələri, tədqiqat məsələləri verilmiş, elmi yeniliklər, nəticələrin praktik əhəmiyyəti, müdafiəyə çıxarılan əsas nailiyyətlər, istehsalatda tətbiqin vəziyyəti və dissertasiya işinin aprobasiyası göstərilmişdir.

Birinci fəsildə ölkəmizdə işlədilən fontan armaturları API6A, API14D, API17D, ISO 10423 və DÜST 13846-84-ə müvafiq olaraq əsasən üçboğazlı və ya dördboğazlı sxemlərində yığılan (şəkil 1.) və müxtəlif təzyiqlərə müvafiq hazırlanmış fontan armaturları tədqiq edilmişdir. Fontan armaturlarının əsas düyünü onun bağlayıcı quruluşlarıdır (şəkil 2.). Fontan armaturunun bağlayıcı quruluşlarının konstruktiv quruluşları, çatışmamazlıqları, imtina səbəbləri və etibarlılıq göstəriciləri geniş şəkildə təhlil edilmiş və onların yeni konstruksiyalarının layihələndirmə metodikası işlənmişdir.

Quyuların fontan üsulu ilə istismarında işlədilən quyuüstü avadanlıqlar kompleksinə daxil olan bağlayıcı quruluşlar yüksək işçi təzyiqlə yanaşı, aqressiv mühit və işçi materialın tərkibində olan abraziv və mexaniki hissələrin zərbələri altında, yüksək dərəcədə duzlaşmış lay suları ilə təmasda olaraq dəyişən temperaturlu mürəkkəb iş şəraitində işləyirlər.

Bu proseslər, bəzən laydan çıxarılan məhsulun anormal və yüksək tempertur göstəriciləri ilə (200...250°C) bir daha mürəkkəbləşirlər. Ümumilikdə bağlayıcı quruluşlar fontan armaturlarında istifadə olunduqları ərazidən asılı olaraq $\pm 60^{\circ}\text{C}$ temperatur rejimində istismar olunurlar [16]¹.

Çıxarılan neft və qazın çeşidli kimyəvi tərkibli, işçi təzyiqi və hasilat həcmnin geniş diapazonlu, temperatur dəyişmələri fontan armaturlarında bağlayıcı quruluşların universal hazırlanmasının

mürəkkəbliyi, xüsusiləşdirilmiş icrada hazırlanmasına istiqamətlənir. Yüksək təzyiq altında işləyən bağlayıcı quruluşların istismar şəraitindən asılı olaraq, baş verən sıradan çıxma səbəblərini öyrənmək məqsədi ilə müşahidəyə götürülmüş məlumatlar düzaxınlı

¹ Tıxaclı kranların tıxac düyünün sürtünməsinin tədqiqi. Aslanov, C.N.

siyirtmə ilə təchiz olunmuş fontan armaturunun imtina səbəblərinin böyük əksəriyyəti siyirtmələrin bağlayıcı düyününün payına düşmüşdür. Fontan armaturlarının imtinaya qədər işləmə müddəti 2520÷3430 gün arasında dəyişir.

Apardığımız araşdırmalardan görünür ki, bağlayıcı quruluşların imtinalarının ən çoxu bağlayıcı düyünlərin payına düşür. Həmçinin baş verən imtinaların səbəbləri əsasən bağlayıcı quruluşların kipləndiricilərinin sıradan çıxması ilə də əlaqədardır. Hər iki tədqiqat istiqaməti üzrə təhlillər göstərir ki, bağlayıcı quruluşlarda imtinalar müxtəlif tipdə və tezlikdə baş verməklə, bütövlükdə fontan armaturunun etibarlığını aşağı salmış olur. Ən çox da işqabiliyyətiyin itirilməsi fontan armaturunun əsas lüləsində quraşdırılmış bağlayıcı quruluşlarda baş verir. Fontan armaturunun qollarında və buferində quraşdırılmış bağlayıcı quruluşların sıradan çıxma intensivliyi aşağıdır.

Bağlayıcı quruluşlar sinfinə daxil olan siyirtmələrin imtina etmə səbəblərinin sistemləşdirilməsi göstərir ki, problemlər özünü əsasən siyirtmələrin tam açılıb-bağlanmamasında sipər və yəhərin işçi səthinin yeyilməsi (26%), sipərin yayının sınması (38%) və kippəc elementlərinin sıradan çıxması (36%) kimi biruzə verir.

Siyirtmələrin uzun müddət bağlı qalması səbəbindən onların idarə olunması bu və ya digər səviyyədə pozulur. Bu qisimdən siyirtmələrin istismara buraxılması zamanı onlarda hərəkət qaykasının, bəzən isə sipərin "T" şəkilli paz yuvasının dağılması müşahidə olunur. Sıradan çıxan hissələrin tədqiqi göstərir ki, paz yuvasının dağılmasının əsas səbəblərindən biri də mühitin aqressivliyidir. Siyirtmələrdən keçən fasiləli maye və qaz axını onun hissələrini erroziyaya uğradaraq yeyilməyə məruz qoyur [17]².

Siyirtmənin təzyiq altında sükunətdə və hərəkətdə olan hissələrinin təmas səthində yaranan sürtünmə hesabına onun hissə və düyünləri yeyilmədən imtina etmiş olur. Təsirə məruz qalan hissələrdə nisbi təzyiq qeyri-bərabər paylanmadıqda işçi səthlərə təsir edən kənar yeyilmə amillərinin miqyası dəfələrlə böyüyərək onun

² Təkmilləşdirilmiş tıxac kranın işqabiliyyətinin yüksəldilməsi. Aslanov, C.N. sürətli imtinasına səbəb olur. İşçi məhsulun tərkibində abraziv hissəciklər siyirtmənin uzunömürlülyünə ciddi təsir göstərir. Məhsulun tərkibindəki abrazivlərdən asılı olaraq siyirtmələrin iş müddəti bir neçə həftədən bir neçə ilə qədər dəyişə bilər.

Qeyd edilənlərin emalı göstərir ki, hissələrin uzunömürlülyünün az olması əsasən işçi səthlərdə yaranan mexaniki yeyilmələrin nəticəsində baş verir. Mexaniki yeyilmənin meyarı sürtünmədir. Bu istiqamətdə aparılan hər bir elmi tədqiqat işi aktual hesab edilə bilər.

Hal-hazırda bağlayıcı quruluşların işqabiliyyətinin yüksəldilməsi ilə bağlı tədqiqat işləri əsasən üç istiqamətdə aparılır:

- mühitin təsirini nəzərə almaqla təmas səthlərinin fiziki-mexaniki xassələrinin cütlərarası sürtünmə və yeyilməyə təsirinin tədqiqi;
- tıxayıcı düyün hissələrinin metal səthləri arasındakı təmas posesinə polimer materialların tətbiqi və təmas sahələrində nisbi təzyiqin bərabər paylanmasının təmin edilməsi;
- təmas səthlərinə maye sürtkü və bərk sürtkü materialların verilməsi vasitəsilə.

İlişmə yeyilməsinin kontakt səthlərinin emal üsulundan asılılığı ilə bağlı tədqiqatların nəticələri göstərir ki, yeyilmənin qiyməti təmas səthlərinin kimyəvi-termiki üsulla möhkəmləndirilməsindən və kontakt təzyiqindən asılı olaraq dəyişir [2]³. Yeyilmənin qiyməti işçi mühitin aqressivliyindən də asılıdır. Siyirtmələrin daxilindən keçən məhsulun korroziya xüsusiyyətindən asılı olaraq yeyilmənin sürəti dəyişir. Abşeron yarımadasında

yerləşən 125 ədəd çox sulaşmış quyulardan çıxan məhsulun siyirtmələrin davamlılığına təsiri ilə bağlı apardığımız müşahidələr göstərmişdir ki, siyirtmələrin orta xidmət müddəti (t_{or}), quyudan çıxarılan məhsulun tərkibindəki suyun həcmindən (Q_s) asılıdır.

³ Təkmilləşdirilmiş siyirtmə konstruksiyalarının tıxayıcı düyünlə işlənməsi.
Aslanov, C.N

Bu xüsusilə tərkibində H_2S olan məhsulun nəqlində müşahidə olunur. Hazırlanma texnologiyasından asılı olaraq bağlayıcı quruluşlarda genetik qüsurlar (çatlar, boşluqlar, məsamələr) yarana bilər. Belə səthlərdə cüzi yeyilmə nəticəsində qüsurlar aşkarlanaraq səthin sürətlə dağılmasına səbəb olurlar. Texnoloji səbəbdən yaranan belə mənşəli qüsurların aradan qaldırılması siyirtmələrin etibarlılığının artırılmasına və tıxayıcı düyünün uzunömürlüliyünün yüksəldilməsinə əsas zəmin yarada bilər [42]⁴.

Tıxayıcı düyünün işqabiliyyətinə təsir edən və həlli texnoloji nöqteyi-nəzərdən əldə edilən digər amil təmas səthlərinin kələ-kötürlüliyünün və onların müstəviliyinin təmin olunmasıdır.

Aparılmış elmi tədqiqat işlərinin nəticələri göstərmişdir ki, siyirtmələrdə mayenin təzyiqi artdıqca tıxayıcının səthlərində kələ-kötürlük və qeyri-müstəvilik ciddi nəzarətdə olmalıdır.

(70 – 140) MPa işçi təzyiqli siyirtmələrdə təmas səthlərinin qeyri-müstəviliyi 5...8 mkm-dan çox olmamalı və kələ-kötürlük 0,32...0,08 mkm arasında əldə edilməlidir. Siyirtmələrin tıxayıcı düyünlərinin yeyilməyə davamlılığı ilə bağlı aparılmış araşdırmalar göstərdi ki, kiyləndirici səthlərdə yeyilməyə davamlılıq mürəkkəb, çox faktorlu proses olub, təmasda iştirak edən hissələrin konstruksiyasının düzgün həllindən, istismar şəraiti nəzərə alınmaqla materialın seçilməsindən, hazırlanma texnologiyasından, mühitin aqressivlik və abrazivlik dərəcəsindən asılıdır.

Hal-hazırda istismar olunan siyirtmələrin tıxayıcı düyününün təmas səthlərində kiplik üç prinsip əsasında əldə edilir. Bunlar aşağıdakılardır:

– metal – metal;

- metal – metal arasına kipləndirici sürtkü yağının verilməsi;
- metal – rezin (elastik element).

Bu prinsiplərin seçimindən asılı olmayaraq tıxayıcı düyününə daxil olan hissələrdə bu və ya digər yeyilmə prosesləri baş verir. Bunların içərisində abraziv yeyilmə önəmlidir.

⁴ Təkmilləşdirilmiş siyirtmə konstruksiyalarının hissə və düyünlərinin seçilməsi. Aslanov, C.N.

Neft-qaz-mədən avadanlıqlarının böyük əksəriyyəti, o cümlədən fontan armaturları istismar zamanı işçi məhsulun təsirindən abraziv yeyilməyə məruz qalırlar. Buna səbəb işçi məhsulun tərkibində qum dənəciklərinin və digər bərk cisimlərin olmasıdır.

Siyirtmələrin tıxayıcı düyününün təmas səthləri arasına düşən abraziv dənəciklər sürtünmə prosesində iştirak edərək bir hissədən digərinə qüvvə ötürməklə səthlərdə cızıqlar əmələ gətirir. Sonradan bu cızıqlar sürüşmə istiqamətində novcuqlara çevrilərək siyirtmələrin tıxayıcı düyününün kipliyini pozaraq imtinaya səbəb olur [5]⁵.

Abraziv yeyilmə işçi məhsulun (qaz, neft, kondensat, lay suları və s.) iştirakı ilə getdiyindən yeyilmənin intensivliyi maye və ya qazın fiziki-kimyəvi xassələri ilə müəyyən edilir. Bu istiqamətdə aparılan işlərin nəticələri göstərir ki, müxtəlif neft mühitlərində abraziv yeyilmənin intensivliyi və mexanizmi fərqlidir. Müəlliflər tərəfindən sınaqlar üçün müxtəlif özlülüyə malik neft və tərkibində geniş diapazonda dəyişən lay suları olan neft emulsiyaları qəbul edilmişdir. Tədqiqatların nəticələri ilə müəyyən olunmuşdur ki, neftin özlülüyü artdıqca təmas səthlərində əmələ gələn cızıqların dərinliyi və yonqar əmələgəlmə əmsalının qiyməti azalır. Neft emulsiyalarında lay sularının miqdarı yüksəldikcə cızıqların dərinliyi artır.

Analoji hal sürtünmə qüvvəsinin və sürtünmə əmsalının tədqiqi zamanı da müşahidə olunur. Qumlu quyularda siyirtmələrin etibarlılığı və davamlılığının tədqiqi nəticəsində onların işqabiliyyətinin çox aşağı olduğu müəyyən edilmişdir. Onların əksəriyyəti kipləndirici işçi səthlərin yeyilməsi nəticəsində işdən çıxaraq imtina etmişlər.

İstismardan sonra siyirtmələrin təftişi göstərir ki, işçi səthlərdə abraziv yeyilmə baş vermişdir. Siyirtmələrin açılıb bağlanması zamanı sipərlə yəhərin arasına düşən qum dənəcikləri sipəri və ya yəhərin işçi səthini cızmış olur. Zaman keçdikcə bu cızıqlar kanallara çevrilmiş olur. Bu səthlərin tam bir-birinə uyuşmasında kanallar səthlər arasındakı boşluqlar yaradır və bu boşluqlar məhsulun çıxış boğazına sızmasına səbəb olacaqdır.

⁵ Siyirtmələrdə nisbi təzyiqin bərabər paylanması tədqiqi. Aslanov, C.N.

Yüksək təzyiqli maye bu boşluqları genəldərək siyirtmənin imtinasına səbəb olacaqdır. Bu hal abraziv və hidroabraziv yeyilmədir ki, qumlu quyularda bağlayıcı quruluşları tez bir zamanda sıradan çıxarmış olur. Belə hallar vaxtında aşkar edildikdə, iş dayandırılır, bağlayıcı quruluş sökülərək təmir edilir. Tıxayıcı düyün bərpa olunduğundan iş davam etdirilir.

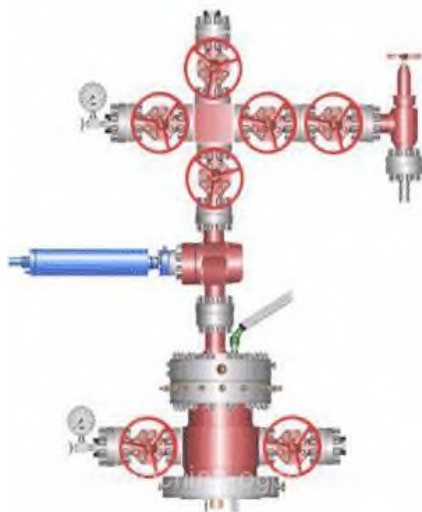
Siyirtmələrin və onun tıxayıcı düyünün işqabiliyyətliyi onların material təminatının optimal həllindən və iş şəraitindən asılı olaraq istismar parametrlərinin düzgün müəyyən olunmasından çox asılıdır. Material təminatının optimal həlli dedikdə, təmasda olan hissələrin (sipər-yəhər, lövhə-üzük və s.) materiallarının möhkəmliyinin, bərkliyinin və digər fiziki-mexaniki xassələrinin düzgün seçilməsi nəzərdə tutulur.

Şəraitdən asılı olaraq istismar parametrlərinin müəyyənəşdirilməsi dedikdə, korroziya şəraitinin, titrəmələrin və zərbələrin, eləcə də temperatur və təzyiq dəyişmələrinin təsiri göz önünə gətirilir [6]⁶. API-standartlarına əsasən siyirtmələrin tıxayıcı düyününün hissələri üçün korroziya mühitindən asılı olaraq material seçimi müəyyənəşdirilir. Belə ki, tərkibində 25mq/l qədər mexaniki qarışıqlar və 6%-ə qədər H₂S və CO₂ olan işçi məhsulun nəqlində istifadə olunan siyirtmələrin tıxayıcı düyününün hissələri polad 38XMFOA, polad 20X13 və polad 30X13-dən hazırlanmalıdır. Hissələr (yəhər və sipər) karbonlu və aşağı legirli poladlardan da hazırlana bilərlər.

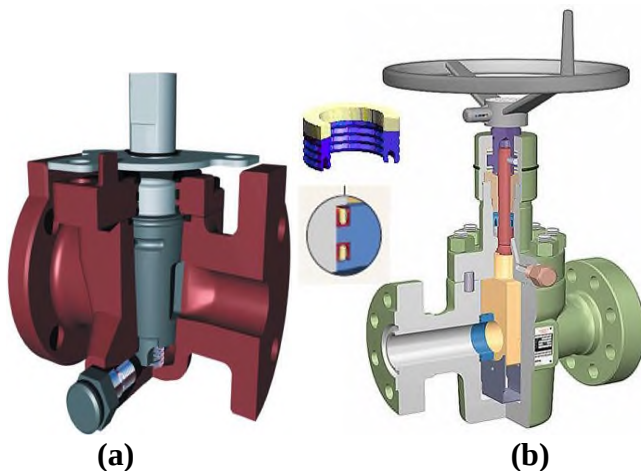
Bu halda onların işlək səthləri yeyilməyə və korroziyaya davamlı materiallarla örtülməlidir.

Siyirtmələrin istismar göstəricilərini yüksəltmək məqsədilə, elmi tədqiqat işində sipər və yəhərin səthlərini yeyilməyə qarşı davamlı metal tozla örtmək, eləcə də bu səthlərin texnoloji cəhətdən yeni üsulla pardaqlanması təklif olunur. Nəticədə siyirtmənin tıxayıcı düyününün tribotexniki xassələrinin yüksəldilməsi və istismar müddətinin 1,4...1,5 dəfə artmasına nail olunmuşdur.

⁶ Neft-mədən avadanlıqlarının əyilməyə işləyən düyünlərində yaranan sürtünmə halının tədqiqi. Aslanov, C.N.



Şəkil 1. Fontan armaturunun ümumi görünüşü



Şəkil 2. Fontan armaturunun bağlayıcı quruluşları

(a)-tıxacılı kran, (b)- siyirtmə

Tıxayıcı düyünün hissələri üçün tövsiyə olunmuş materialların müxtəlif mühit şəraitində aparılmış tədqiqatlarının nəticələri göstərmişdir ki, isti zərbə yolu ilə sipərin səthinə hopdurulmuş Al_2O_3 təbəqəsi korroziyaya davamlığına görə yalnız stellitdən geri qalır. Tərkibində H_2 olan mühitdə Al_2O_3 örtüyü stellitdən də davamlıdır. Lay suyunda davamsız olan karbonitridlənmiş səth, turşu qarışığında və tərkibində H_2 olan mühitdə polad 20X13-ə nisbətən korroziyaya davamlıdır.

Alüminium oksidi ilə stellit materialının kontaktlı korroziyaya davamlığı digər materiallara nisbətən yüksəkdir. Karbonitridlənmiş nümunələr kontaktlı korroziyaya davamsızdır. Lakin bu halda korroziya sürəti ümumi korroziya sürətindən 280–290 dəfə azdır [5]⁷. Siyirtmələrdə baş verən yeyilmələrin səbəblərindən biri də quyuda baş verən təzyiq dəyişmələri ilə bağlıdır. Bu tip şəraitdə işləyən siyirtmələrin təftişi göstərir ki, sipər-yəhər düyünündə – fretting yeyilməsi baş verir. Təzyiq dəyişmələri tıxayıcı düyünün hissələrində nisbətən kiçik amplitudlu titrəmələrin yaranmasına səbəb olur və bu titrəmələrin tezliyi 3 – 273 hs arasında dəyişir. Aparılmış stend təcrübələri nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, təzyiq

dəyişmələrinin tsiklindən asılı olaraq, siyirtmələrdə kiplik pozulur. Tsiklin qiyməti $2,2 \cdot 10^5$ həddini keçdikdən sonra təmas səthlərinin həndəsi formalarının dağılması nəticəsində işçi məhsul siyirtmənin gövdəsinin daxili səthinə dolmağa başlamışdır.

Tıxayıcı düyünün hissələrinin vizual müşahidəsi zamanı müəyyən olunmuşdur ki, sipərin işçi səthi üzərində yəhərin izləri görünür. Bu fretting korroziya yeyilməsinin baş verməsi ilə izah olunur. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, aqressiv neft və neft-qaz məhsulları şəraitində tıxayıcı düyünün hissələrinin davamlılığı ilə bağlı sınaqlarda 40X, 38X2MİOA və 20X13 materiallarından 20X13 poladından hazırlanmış nümunələr fretting yeyilməsinə yüksək davamlılıq göstərmişdirlər. Fontan armaturlarının

⁷ Tribodüyünlərdə yeyilməyə davamlılığın artırılması. Aslanov, C.N.

və manifoldlarının dəstləşdirilməsində istifadə olunan bağlayıcı quruluşların işqabiliyyətini yüksəltmək üçün zəruri konstruktiv həllər qəbul etməklə, bütövlükdə fontan armaturunun etibarlığını artırmaq və iş rejiminin asanlaşdırılmasını təmin etmək olar. Bu istiqamətdə layihələndirmə prosesində siyirtmə və kranların iş şəraitinə uyğun onların düzgün material təminatının təmin edilməsi önəmli məsələlərdəndir [12]⁸.

Bağlayıcı quruluşların düyünlərinin oturdulmuş yuvalarında metal –metal səth arxasında, birləşmələr arasında və sonluqlarda hermetikliyin təmin edilməsi bilavasitə elastomer kipləndiricilərin vasitəsi ilə həyata keçirilmiş olur. Kipləndiricilər əsasən rezin materialdan hazırlanmaqla müxtəlif konstruksiyalara malikdir. Bağlayıcı quruluşlarda əsasən en kəsiyi dairəvi, düzbucaqlı, trapesli, üçbucaqlı və Y–şəkilli kipləndirici halqalardan istifadə olunur. Dairəvi enkəsikli və Y–şəkilli kipləndiricilər ən çox istifadə olunan kipləndiricilərdir.

Qeyd edilən kipləndiricilər metal-metal səthlər arasında, həmçinin arxasında və yiv birləşmələrin yuvasında tam hermetiklik yaratmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Ümumiyyətlə, maşın və avadanlıqların kipləndirici düyünlərində və dizaynında işlədilən ən yaxşı kipləndirici en kəsiyi dairəvi olan halqalardır. API standartlarına əsasən dairəvi enkəsikli kipləndirici halqaların materiallarında Etilen Propilen (EPM, EPDM, EP, EPR), Florosilikon (FVMQ), Nitril (NBR veya Buna-N), perfloroelastomer (Kalrez ® (FFKM), Silikon (VMQ), Poliuretan (AU, EU) Florokarbon (Viton, FKM), Neopren (CR, Kloropren) -lardan istifadə edilir. Dairəvi enkəsikli kipləndiricilər texniki göstəricilərinə görə BS1806 standartı və DÜST 14896-84 üzrə texniki parametrləri standartlaşdırılmışdır.

Başqa sözlə, həm rezin, həm də metal elementlər iş mühitinin təsirinə və təzyiqinə məruz qalır. Bu baxımdan bir çox tədqiqat

⁸ Neft-mədən avadanlıqlarının bağlayıcı qurğularının tribotexniki düyünlərində yeyilməyə davamlığın tədqiqi. Aslanov, C.N.

işlərində sürtünmə problemləri və yorulma bu düyünün imtinasının əsas səbəbi olub, iki əsas təsir xarakterindən asılı olduğu aşkar edilmişdir:

I. Quruluşun strukturunda nisbi təzyiqin qeyri-bərabər paylanması;

II. Onun hissələrinin və birləşmələrinin materialının sürtünməsinə və aşınmasına qarşı müqavimət.

Araşdırmalarımız göstərir ki, təzyiqin bərabər paylanmasını təmin etmək, kranın kipləndiricilərinin strukturunu və onların konstruksiyalarını yeniləmək lazımdır. Yeni kipləndiricilər elə konstruksiyaya malik olmalıdırlar ki, onların kipləndirici səthində işçi təzyiqin yaratdığı sıxıcı qüvvənin paylanması bərabər olsun. Belə bir kipləndiriciyə malik bağlayıcı quruluşlar konstruksiya edilmişdir və Azərbaycan Respublikasının patentləri ilə təsdiq edilmişdir. Bu siyirtmələrin konstruksiyasının xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, işçi təzyiqindən asılı olaraq onun tıxayıcı bölməsi mikromillimetrlər hesabı ilə sağa və sola əyilmə qabiliyyətinə malikdir. Tıxayıcı düyünün dizaynına daxil olan hissələrdən birinin sərt müqaviməti, digərinin isə yuxarıdakı daxili boşluğa mikronlarla əyilməsi struktur daxilində təzyiqin qeyri-bərabər paylanmasının səbəbidir. Beləliklə,

yəhərin oturacağına yerləşdirilən sipər yüksək təzyiq altında oturacağın daxili boşluğuna bükülür. Nəticədə, sipər-oturacaq cütliyündə təzyiq qeyri-bərabər paylanır. Təklif olunan konstruksiyaların tıxayıcı düyününə daxil olan sipərin yəhərlə birlikdə əyilməsi səthlər arasında nisbi təzyiqin mümkün qədər bərabər paylanmasını təmin etməklə yanaşı, həmçinin təmas səthlər arasında uyuşmanı yaratmış olacaqdır.

Nəticədə, səthlər arasında sürtünmə nəticəsində yaranan yeyilmə səth boyunca bərabər yaranacaqdır. Bu da kipləndirmə təsirinin uzun müddət saxlanmasını təmin etmiş olacaqdır.

Aparılmış nəzəri və eksperimental tədqiqatlar göstərdi ki, yeni bağlayıcı quruluşları hazırlayarkən aşağıdakı parametrlər nəzərə alınmalıdır.

- 1) struktur bölmənin işçi səthlərində təzyiqin bərabər paylanmasının təmin olunması;
- 2) işçi səthlərdə paralel yeyilmənin yaranmasının təmin edilməsi üçün cütlər arasındakı uyuşmanın yaradılması;
- 3) hissələrin materialının seçilməsinin sürtünmə korrelyasiya əsasında həyata keçirilməsi.

İşqabiliyyətli və etibarlı bağlayıcı quruluşların layihələndirilməsi üçün konstruksiyanın layihələndirmə parametrlərinin müəyyən edilərək əsaslandırılması lazımdır.

Bağlayıcı quruluşların konstruksiya parametrləri aşağıdakılardır:

- a) detalların həndəsi ölçüləri;
- b) detallarda yaranan mexaniki gərginliklər;
- c) detalların materiallarının xassələri;
- d) işçi səthlərinin möhkəmlik və bərklik səviyyələri;
- k) detalların konstruksiya daxilində yerləşdirilmə strukturu;
- d) tələb olunan ergonomik göstəricilər.

Bağlayıcı quruluşların layihələndirilməsində mühitin işçi parametrləri layihələndirilmənin əsas tələb olunan parametrləridir. Belə ki, mühitin işçi təzyiqi konstruksiyanın detallarında yaranan

mexaniki gərginliyin yaranma səbəbi olub, onun qiymətinin artması gərginliyin qiymətinin artmasına səbəb olacaqdır.

Hissələrin uzunömürlü fəaliyyəti onlara təsir edən hidrostatik təzyiqdən və onların təzyiqə qarşı dayanıqlığından bilavasitə asılıdır. Detalların konstruktiv quruluşu elə seçilməlidir ki, onlar öz vəzifələrini yerinə yetirməklə bərabər, işçi təzyiqin təsiri hesabına uğradıqları gərginliklərə tab gətirsinlər. Bu zaman ən başlıca məqsəd detalların işçi səthində nisbi təzyiqin bərabər paylanmasıdır.

Siyirtmənin tıxayıcı düyünü onun imtina səbəbinin qaynağıdır. Onun sipər və yəhər cütüyü bir-birinin üzərində yüksək təzyiqlə bir-birinə sıxılaraq kipliyi təmin etmiş olurlar. Düzbucaqlı formalı sipər halqavari yəhər üzərində oturaraq işçi mayenin yaratdığı qüvvə altında təmasdadır. Burada iki detal arasındakı təmasın eni 12...32 mm arasında dəyişməklə buraxıla bilən təzyiqin qiymətindən asılı olaraq təyin edilir. Təzyiq altında sipər yəhərin halqavari səthi üzərində əyilir. Bu əyilmənin miqdarı sipərlə yəhər arasında kipliyin təmin olunmasının əsas şərtlərindən biridir. Siyirtmənin işqabiliyyətliyinin təmin olunması üçün əyilmənin miqdarı 5mkr-dan artıq olmamalıdır.

Bu zaman sipərin qalınlığı əyilməni xarakterizə edən əsas parametrlərdəndir. Onun qalınlığı, siyirtmənin qapalı halında, işçi təzyiqdən yaranan buraxıla bilən əyilmənin qiymətindən asılı olaraq təyin edilir.

Bu cütliyin təmasında onların imtinalarının sürətlənməsinin əsas səbəblərindən biri də onların təmas səthində nisbi təzyiqin qeyri-bərabər paylanmasıdır. Nisbi təzyiqin qeyri-bərabər paylanması cütlər arası uyuşmanın tamlanmasının qarşısını alaraq qeyri-paralel yeyilmənin yaranmasına səbəb olur. Bu məsələ də tədricən siyirtmənin imtinasına səbəb olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, nisbi təzyiqin qeyri-bərabər paylanması istismar zamanı mexaniki yeyilmənin miqyasını dəfələrlə artırdığından səthlər arası uyuşmanı təmin etməklə nisbi təzyiqin bərabər paylanılmasını təmin etmək tədqiqat işində qarşıya qoyduğumuz əsas məsələlərdəndir.

- tıxayıcı düyünündə nisbi təzyiqin bərabər paylanması;
- mexaniki yeyilməyə qarşı davamlılıq;
- mühitin təsiri nəzərə alınmaqla təmas səthlərində möhkəmliyin təmin olunması;
- gövdə və detalların materiallarının mexaniki gərginliklərə dayanıqlığı;
- az metal sərfiyyatına malik olması;
- hazırlanma texnologiyasının asanlığı;
- hissələrin materiallarının aşağı və ya yüksək temperaturlara dayanıqlığı.

Aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, işçi təzyiqdən və məhsul daxilində olan xırda hissəciklərdən asılı olaraq siyirtmənin giriş boğazında və birləşən boru daxilində erroziya yaraları mövcud olur. Bu yaralar işçi resursları aşağı salmaqla imtina risklərini artırmış olur. Yaraların təzyiqdən asılı dəyişmə dərinliyinin araşdırılmasında məlum oldu ki, materialın xassəsindən asılı olmayaraq xarakterik nəticə təzyiq artdıqca yaraların dərinliyinin və uzunluğunun artmasıdır.

Siyirtmələrin uzunömürlü işqabiliyyətliyi onun tribotexniki düyünlərində işçi təzyiqdən yaranan sıxıcı qüvvənin təmas səthi boyunca bərabər paylanmasının təmin edilməsi ilə ilkin təmasda cütlərarası uyuşmanın əldə edilməsindən və hər hissənin iş prinsipinə uyğun materiallarının seçilməsindən asılıdır. Siyirtmələrin imtinasına səbəb olacaq yeyilmə növlərindən biri də Fretting yeyilməsidir. Bu yeyilmə sipər yəhər cütlüyünün təmas səthlərində dinamiki qüvvələrin hesabına yaranır. Siyirtmələrdə Fretting yeyilməsinin aradan qaldırılması bu gün də aktual məsələ olaraq qalmaqdadır.

Fontan armaturlarının tıxacı kranlarının işqabiliyyətliyi başlıca olaraq onun tıxacının kipliyinin təmin edilməsindən asılıdır. İstismar zamanı mayenin işçi təzyiqindən yaranan qüvvə hesabına tıxacı kranın tıxacının kipliyi təmin edən təmas səthi və qovuşan hissələri deformasiyaya məruz qalır. Məhsulun daxilində olan kükürlü birləşmələr sipər və yəhərin metal-metal səthini tədricən erroziyaya məruz qoyacaqdır. Mayenin daxilində olan abraziv

hissəciklər sipər yəhər cütlüyünün arasına daxil olaraq onların işçi səthlərini deformasiya etdirməklə yanaşı açılıb bağlanmalarını çətinləşdirmiş olacaqdır.

Nəticədə dinamiki qüvvələrdən doğan mexaniki gərginliklərdən, təkrarlanan deformasiyalardan material yorulur və tıxacın detallarının işçi səthində çatlar və ya cızıqların əmələ gəlməsi hesabına tıxayıcı düyünü tədricən dağılmış olacaqdır.

Tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, tıxayıcının tədricən sıradan çıxmasına rəvanc verən amillər aşağıdakılardır:

1. Məhsulun işçi təzyiqindən asılı olaraq işçi səthlərin deformasiyaya uğraması;
2. Dinamiki qüvvələrin hesabına uzunmüddətli gərginliklərin yaranması;
3. Abraziv və hidroabraziv yeyilmələrin hesabına səthin dağılması;
4. İşçi səthlərdə yaranan mexaniki yeyilmələr.

Qeyd edək ki, avadanlıqların tribotexniki düyünlərinin metal-metal kipləndiricilərinin arxa səthlərində kipləndirmənin təmin edilməsi rezin kipləndiricilərin tətbiqi ilə həyata keçirilir. Kipləndirici manjetlər və halqalar ANQ tipli rezin elementlərin tətbiqi ilə həyata keçirilir. Rezin elementlər avadanlığın zəif düyünü olduğundan və sızdırmazlıq işini həyata keçirdiyindən onların sıradan çıxması bağlayıcı quruluşların imtinasına səbəb olur.

İstismar zamanı bağlayıcı quruluşların kipləndirici düyünləri dinamiki yükün təsirindən deformasiya etmiş olur. Zamandan asılı olaraq dəyişən deformasiyalar və uzun müddətli mexaniki gərginliklər materialı yoraraq, onlarda daxili çatların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Kipləndirici düyündə yaranan titrəmələrin, sürtünmənin və qismən yeyilən səthlərin zərbə ilə görüşməsinin və fiziki rezonansların yaranması hesabına rezin elementlər dağılmış olur.

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində kipləndirici düyünün imtinasına səbəb olacaq amillər müəyyənləşdirilmişdir və aşağıdakı kimidir:

1. Tsiklik (dövrü) hərəkətverici qüvvənin hesabına təmas səthi boyunca qeyri-bərabər daxili gərginliyin yaranması;
2. Manjetlərdə fəza müstəvi üzrə gərginliklərin və nisbi deformasiyaların yaranması;
3. Düyün daxilində dinamik qüvvələrdən yaranan fiziki rezonanslardan və təkrar deformasiyalardan rezin materialın yorulması;
4. Yorulma nəticəsində rezin elementlərin daxilində mikroçatların yaranması.

Sadalananlara əsasən söyləmək olar ki, tıxac və ya tıxayıcı düyünlərin sıradan çıxması bağlayıcı quruluşların imtinasına səbəb olduğu kimi, rezin elementlərin imtinası kipləndirici düyünlərin imtinasına səbəb olacaqdır. Bu imtinalar bütövlükdə fontan armatürünün imtina etməsini təmin etmiş olacaqdır.

Tədqiqatın ilkin nəticəsi yeni bağlayıcı quruluşların layihələndirilməsi tələbini gündəmə gətirmiş olur. Bu göstəricilərə əsasən tədqiqatın əsas istiqamətləri və obyekt olaraq təkmilləşdirilmiş siyirtmə və kran konstruksiyaları seçilmişdir.

İkinci fəsil tədqiqat işinin əsas istiqamətlərinin, tədqiqat obyektinin və üsullarının icra metodlarının təyininə həsr edilmişdir.

Mövcud siyirtmələrin hal-hazırkı konstruktiv quruluşlarının, işqabiliyyətlik meyarlarının və onların sıradan çıxma səbəblərinin araşdırılması və təhlili nəticəsində yeni siyirtmələrin işlənməsinin elmi əsaslarını xarakterizə edən elmi tədqiqat işləri barədə toplanmış materiallar əsasında işçi prosesi saxlamadan şpindel qayka düyünü təzyiqdən azad olunmuş, kipləndirici elementləri yüksək öz-özünə kipləndirmə qabiliyyətinə malik, yeyilməyə davamlı, asan idarə olunan siyirtmə və tıxac kran konstruksiyalarının elmi ideyası işlənməmişdir. Bu quruluşlar fontan armaturları, fontan və qazma manifoldları, mərkəzi bloklar və boru kəmərləri üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Tədqiqat obyektini olaraq MMS 100x70 (şəkil 3) tipli yeni siyirtmə konstruksiyası seçilmişdir. Yeni siyirtmə konstruksiyasının üstünlükləri onun şpindel qayka düyününün mayenin işçi

təzyiqindən azad olması, tıxayıcı düyünündə təzyiqin bərabər paylanması, tıxayıcı düyünündə hər iki tərəfli tam kiplik yaradılmasının təmin edilməsi üçün yeni konstruksiyalı öz-özünə kipləndirmə effektivə malik rezin kipləndiricilərlə təchiz olunması və sürtünməyə, sıyrılmaya və yeyilməyə davamlılığının artırılmasıdır.

Tədqiqat obyektini seçilmiş siyirtmə konstruksiyasının ümumi yığım cizgisi işlənmiş və onun ayrı-ayrı detallarının işçi çertyojları hazırlanmışdır. Konstruksiyanın tıxayıcı düyünündə təzyiqin bərabər paylanması prinsipini təmin etmək üçün konstruksiyaya əlavə olunmuş birinci və ikinci yəhərin və sipərin qalınlıqları müəyyən olunmuş metodika əsasında işlənmiş və praktik olaraq siyirtmə konstruksiyasına tətbiq edilmişdir. Həmçinin müəyyən olunmuşdur ki, birinci və ikinci yəhərin arasında oturdulması nəzərdə tutulmuş kipləndiricinin ölçülərinin seçilməsi prinsipial məsələdir və onun materialı mühitdən asılı olaraq təyin edilmişdir. Həmin trapes şəkilli kipləndirici həlqələrin və hazırlanması üçün lazım olan qəliblərin işçi çertyojları işlənmişdir. Qeyd edilmiş texnoloji proseslər əsasında yeni növ siyirtmə konstruksiyası və texniki pasportu hazırlanmışdır [Bax əlavələrə].

Yeni siyirtmə konstruksiyasının ümumi işçi çertyojları yuxarıda qeyd edilmiş metodik hesablamalar nəticəsində mənim tərəfimdən işlənmiş və “Neftqazmaş ASC”-də MMS 100x70 (şəkil 3) və MMS 65x35 tipli siyirtmələr hazırlanmışdır.

MMS100x70 siyirtməsi 70MPa işçi təzyiqdə aqressiv mühit şəraitində neftin, qazın çıxarılmasında istifadə olunan fontan armaturlarında və neft-qaz quyularının qazılmasında işlədilən qazma manifoldlarında, neft emalı və kimya sənayesi qurğularında və həmçinin müxtəlif sənaye sahələrində yüksək təzyiqli mayelərin borudaxili daşınmasını, istənilən istiqamətə yönəldilməsini təmin etmək və qarşısını almaq üçün nəzərdə tutulmuşdur [4]⁹.

17.06.2021-ci il tarixdə Hydrasun Ltd şirkətinin Azərbaycan filialında mənim iştirakım ilə siyirtmənin işqabiliyyətlik sınağı müvəffəqiyyətlə həyata keçirilmişdir. ISO 102423 (API 6A) tələblərinə uyğunluğunu təsdiq edən sertifikatın alınması üçün

mükəmməl şəkildə siyirtmənin bütün düyünlərinin 8 saat ərzində sınağı aparılmışdır. 23.06.2021-ci il tarixdə MMS100x70 siyirtməsinə beynəlxalq standartlara uyğunluq sertifikatı verilmişdir.

Həmçinin yeni model MMS100x70 tipli Siyirtmənin API Beynəlxalq standartlarına uyğunluğunun yoxlanılması əsasında onun hissələrinin materialının təzyiqə davamlılığı və dayanıqlığı 105 MPa təzyiqdə yoxlanılmış və işqabiliyyətliyə yararlığı üzrə İSO keyfiyyət nişanı Hydrasun Rapid Solutions LLC tərəfindən siyirtmə üzərinə vurulmuşdur. 23.06.2021-ci il tarixdə Hydrasun şirkəti tərəfindən Beynəlxalq keyfiyyət Sertifikatları ADNSU -ya təqdim edildi.

Yeni siyirtmələrdə əldə ediləcək yeniliklərin aşağıdakı məsələlərin həllində istifadə edilməsi məqsədə uyğundur.

⁹ Düzaxınlı siyirtmə, Faydalı model U2007 0006. Aslanov, C.N.

- maşın və avadanlıqların düyünlərinin konstruksiyasının təkmilləşdirilməsində;
- idarə olunmasının avtomatlaşdırılmasında;
- özünə nəzarət (diagnostika) sistemlərinin üst səviyyədə yaradılmasında (işqabiliyyətinin təminatı barəsində əldə olunan məlumatların proqnozlaşdırılmasında) və sair.

Bizim ümumi məqsədimiz maşın və avadanlıqların hissələrinin konstruksiyasının təkmilləşdirilməsi məsələsində yeni prinsipləri müəyyənləşdirmək və bu prinsip əsasında neft-qaz sənayesində işlədilən siyirtmə konstruksiyasının təkmilləşdirilməsidir.

Təzyiq altında işləyən maşın və avadanlıqların hissə düyünləri təzyiq qüvvəsi hesabına gərginlikli deformasiya vəziyyətinə uğrayır. Bu deformasiyalar mənfi effektlər yaradaraq maşın və avadanlığın uzunömürlüyünü azaltmış olur. Bu səbəbdən gərginlikli vəziyyətlərin yaratdığı fəsadların aradan qaldırılması üçün müəyyən üsullardan istifadə etməyimizlə yanaşı biz bu deformasiyaların maşın və avadanlıqların başqa bir düyünü üçün müsbət effektin əldə edilməsində istifadə edə bilərik.

Belə bir effekti yəni, maşın və avadanlıqların hissə və detallarının hər hansı birinin hərəkətindən (detalın əyilməsindən, deformasiya etməsindən, qaçış məsafəsi qət etməsindən və sair) onun başqa bir düyünündə yararlı faydalı effektin alınmasına kombinə edilmiş effekt adlandırmaq olar.

Yeni siyirtmə konstruksiyalarının layihələndirilməsində əsas məsələ mövcud siyirtmə konstruksiyalarının çatışmayan cəhətlərinin ümumiləşdirilməsidir. Mövcud siyirtmə konstruksiyalarında başlıca problem yaradacaq amil onun kipləndirici düyünlərində nisbi təzyiqin qeyri-bərabər paylanmasıdır. Bu problemin yaratdığı fəsad siyirtmə sipərinin yəhər üzərində əyilməsi hesabına yaranan sıyrılma hadisəsidir. Fəsil 1- də nisbi təzyiqin qeyri-bərabər paylanmasının səbəbləri tam şəkildə izah olunmuşdur. Nəticə etibarı ilə deyə bilərik ki, sıyrılma hadisəsinin yaratdığı işçi təmas səthin kəsilib götürülməsindən qurtulmaq üçün sipərin yəhər üzrə əyilməsinin



**Şəkil 3. Hazırlanmış MMS 100x70 tipli
siyirtmənin ümumi görünüşü**

3-5 mkron arasında dəyişməsinin təmin olunması qəbul edilmişdir.

Əyilmənin qeyd edilən miqdarda qəbul edilməsi sıyrılmanın qarşısını almış olsa belə işçi səthdə nisbi təzyiqin qeyri-bərabər paylanması qarşısını almış olmur. Bununla belə sipərlə yəhər arasında yaranan təmasda mərkəzi hissələrdə nisbi təzyiqin qiyməti maksimum, kənarlarda isə minimum qiymətə malik olur. Bu hal qeyri-paralel yeyilmənin başlanğıcı olmaqla yanaşı siyirtmənin kipləndirici düyünündə yaranan müxtəlif yeyilmələrin miqyasını böyüdərək siyirtmənin imtinasına səbəb olur. Bu məsələ mövcud siyirtmələrin imtina etməsinin birinci problemidir. Mövcud siyirtmələrin ikinci bir problemi kipləndirici elementlərinin sızdırma hallarıdır. Əsasən şpindel-qayka düyünündə yerləşdirilmiş rezin manjetlərin sızdırması praktikada çox rast gələn hala çevrilmişdir. Manjetlərin materiallarının yorulmasından və mühitin təsirinə olan dayanıqsızlığından bu hallar müntəzəm olaraq baş verməkdədir. Bu məsələdə başlıca amil mühitin temperaturu və aqressivliyidir.

Həmçinin kipləndirici elementlərin yuvasında düzgün oturdulması və ya tərs məsələ kimi qeyd etsək yuvasının konstruksiya parametrlərinin düzgün seçilməməsi hesabına onların oturma səthlərində çatların yaranmasıdır.

Üçüncü problem isə neft-qaz məhsullarının tərkibində olan xırda bərk hissəciklər və kükürlü birləşmələrin kipləndirici düyünlərin metal –metal və metal-rezin təmas səthlərində yaratdığı abraziv, hidroabraziv və qazoabraziv yeyilmələrdir. Bir sözlə siyirtmələrin hissə və düyünlərinin materialının mühitin temperaturuna və mexaniki yeyilmələrə qarşı hələ də müəyyən dərəcədə davamsız olmasıdır. Buna görə də, yeni konstruksiyaların layihələndirilməsində material seçiminə düzgün riayət olunması tələb olunur.

Qeyd olunan problemlərin həllini həyata keçirmək üçün yeni siyirtmələrin layihələndirilməsi aşağıdakı elmi-metodik ardıcılıqla həyata keçirilmişdir.

- Siyirtmənin sipər və yəhər cütünü arasında nisbi təzyiqin bərabər paylanması təmin edilmişdir;
- Onun manjet və rezin elementləri panel rezin matrislərdən hazırlanmışdır;

- Kipləndiricilərin yuvasının konstruksiya parametrlərinin seçilməsində kipləndiricilərin nisbi deformasiya etmə dərəcəsi nəzərə alınmışdır;
- Siyirtmənin hissə və düyünlərinin materialının seçilməsində beynəlxalq təcrübələrə əsaslanaraq material seçimi təmin edilmiş və xüsusi termiki emal prosesinə uğradılmışdır.

Siyirtmə hissələrinin termiki emalı aşağıdakı kimi aparılmışdır:

Siyirtmənin hazırlanmasında material seçimini elə aparmaq lazımdır ki, material həm lazım olan tələbləri ödəsin və həm də iqtisadi cəhətdən sərfəli qiymətə malik olsun. Gövdə Polad 20XTC markalı materialdan tökmə üsulu ilə hazırlanır. Tökmədən sonra normallaşma prosesi keçərək mexaniki emal edilir. Normallaşma prosesində gövdə elektrik və ya qaz sobasında $860^0 - 880^0\text{C}$ temperaturda 5 saat müddətində saxlanılır. Sonra soba söndürülür və gövdə soba ilə birlikdə 500^0C temperatura qədər sobada, daha sonra sobadan çıxarılaraq havada soyudulur. Bərklik 216... 255HB olduqda gövdə emala yatımlı olur.

Rezin elementlər: Kipləşdirici həlqə (iki yəhər arası kipləşdirici). ИПІ 1293 markalı rezin xüsusi hazırlanmış pressforma (qəlib) vasitəsilə bişirilərək hazırlanır və xüsusi metodla panel matrisa şəklində hazırlanır. Kipləşdirici həlqə 118 -124 -36. ИПІ 1293 markalı rezin xüsusi hazırlanmış pressforma (qəlib) vasitəsilə bişirilərək hazırlanır.

Üçüncü fəsil bağlayıcı quruluşlarda yaranan sürtünmənin tədqiqinə həsr edilmişdir. Müxtəlif sənayelərdə işlədilən avadanlıqların etibarlılığı və uzunömürlüyü sürtünməyə işləyən detalların yeyilməyə davamlığından asılıdır. Bağlayıcı quruluşların tipindən asılı olaraq onların tribotexniki düyünləri müxtəlif konstruktiv formaya malik olurlar. Bağlayıcı quruluşların ən geniş yayılmış növü olan siyirtmələrin tıxayıcı düyünləri əyilməyə işləyən tribotexniki düyündür. Sipərin yəhərin həlqəvari səthi üzərində oturaraq təzyiq qüvvəsi hesabına əyilməsi və bu əyilmə altında sipərin hərəkətə gəlməsi nəticəsində sipərlə yəhər arasında yaranan

sürtünmə qüvvəsinin səthlərin yeyilməsinə təsiri öyrənilmişdir (şəkil 4, şəkil 5, şəkil 6 və şəkil 7).

Sürtünmə qüvvəsinin sipərin əyilməsindən asılılığı təyin edilmişdir.

$$F_{sür} = \frac{3d^4}{1024Exh^3} \cdot P_i^2 \cdot \frac{(1-\gamma^2)(5+\gamma)}{(1+\gamma)} \cdot \pi\mu \quad (1)$$

burada h-lövhənin qalınlığı ; E-Yunq modulu; P_i -işçi təzyiqdir. y-lövhənin maksimum əyintisi; x- sürüşmə sürtünməsi zamanı lövhənin səthinin nahamarlığının orta addımı uzunluğu qədər getdiyi yol; β -təzyiq qüvvəsinin istiqaməti ilə lövhənin əyintisi istiqaməti arasındakı bucaq; α -lövhənin hərəkət istiqaməti ilə onu hərəkətini təmin edən qüvvə istiqaməti arasındakı bucaqdır.

(1.)-ifadəsi lövhənin sükunət sürtünmə halından sürüşmə sürtünmə halına keçməsində minimum hərəkətə gətirici qüvvə hesabına yaranan sürüşmə sürtünmə qüvvəsini ifadə edəcəkdir. (1)-ifadələrini qarşılıqlı təhlil etsək, sabit qüvvə altında səthin təmizlik sinfini dəyişmədən lövhənin müxtəlif əyintisində lövhəni hərəkətə gətirmək üçün tələb olunan minimum qüvvə $y=x$ olduqda $F_h=F_{six}$, $y < x$ olduqda $F_h < F_{six}$, $y > x$ olduqda $F_h > F_{six}$ doğruluğunu ifadə etmiş olur. Bu isə o deməkdir ki, eyni ardıcılıqla sürüşmə sürtünmə qüvvəsinin də qiyməti dəyişmiş olacaqdır. Minimum hərəkət verici qüvvə altında lövhənin əyintisi $y < x$ olduqda, sürüşmə sürtünmə qüvvəsi minimum hədddə, $y=x$ olduqda, sürüşmə sürtünmə qüvvəsi orta hədddə və $y > x$ olduqda isə maksimum hədddə dəyişmiş olacaqdır. Deməli avadanlığın düyünün sürtünməyə işləyən detallarının əyintisinin $y < x$ şərtində təmas səthlərində sürüşmə sürtünmə qüvvəsi minimum hədddə dəyişmiş olacaqdır.

Sürüşmə sürtünməsi isə,

$$F_{sür} = \frac{12d^2}{1024Exh^3} \cdot \frac{(1-\gamma^2)(5+\gamma)}{(1+\gamma)} \left(\pi \frac{D_k^2}{4} \cdot P_i + F_{kq} \right) \mu, \quad (2)$$

burada metal-metal təmas üçün sürüşmə sürtünmə əmsalı $\mu = 0,1$ qəbul edilmişdir.

(1)-düsturu siyirtmənin tıxayıcı düyünündə sıxıcı qüvvənin təsirindən əyilmiş sipərin minimum hərəkət verici qüvvə altında hərəkəti zamanı təmas səthində yaranan sürüşmə sürtünmə qüvvəsini ifadə edəcəkdir.

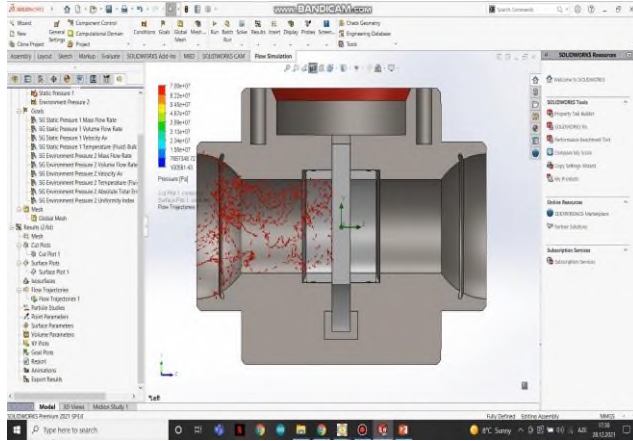
Mövcud siyirtmə konstruksiyası üçün minimum hərəkət verici qüvvə altında sipərin əyintisi $y < x$ olduqda (1)-ifadəsinə əsasən sürüşmə sürtünmə qüvvəsi hərəkətə gətirici qüvvədən asılı olaraq minimum həddə dəyişəcəkdir.

Siyirtmənin tıxayıcı düyünün sipərinin parametrlərinin seçilməsində onun əyintisinin $y < x$ şərtində dəyişməsinin təmin edilməsi təmas səthlərində mexaniki yeyilmənin sürətinin minimuma enməsinə təmin etmiş olacaqdır.

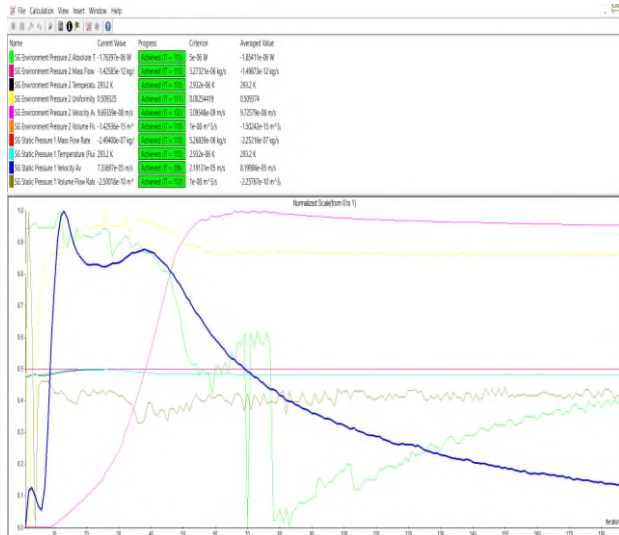
Göstərilən səbəblərin həlli üçün tıxayıcı düyünün yeni konstruksiyalarının işlənməsində aşağıda göstərilən şərtlər nəzərə alınmışdır.

- yəhərin konstruksiyası elə seçilməlidir ki, sipərin maksimum əyilməsi zamanı yəhərin işçi səthi də eyni dərəcədə əyilmiş olsun;
- kipləndirici düyünlər bu əyilmə əsasında yenidən işlənməlidir;
- tıxayıcı düyün detallarının material seçimi yeniləşdirilməli və yeniləşmə konstruksiyasının iş prinsipinə uyğun aparılmalıdır;
- pazlı siyirtmə konstruksiyalarında tıxayıcı düyünün işlənməsində mayenin düz axmasını təmin etmək üçün sipərin irəli-geri hərəkətində paz bucağının sıxması və açması anında yəhərin irəli-geri hərəkəti təmin edilməlidir.

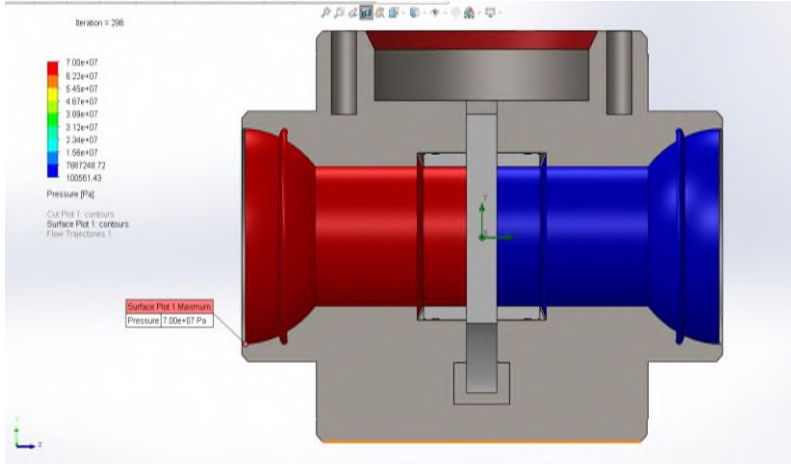
Təklif olunan konstruksiyanın iş qabiliyyətinin təmin olunması üçün sipərin maksimum əyintisinə uyğun tıxayıcının işqabiliyyətliyini təmin edən qalınlığı aşağıdakı şərti ödəməlidir [6]⁶.



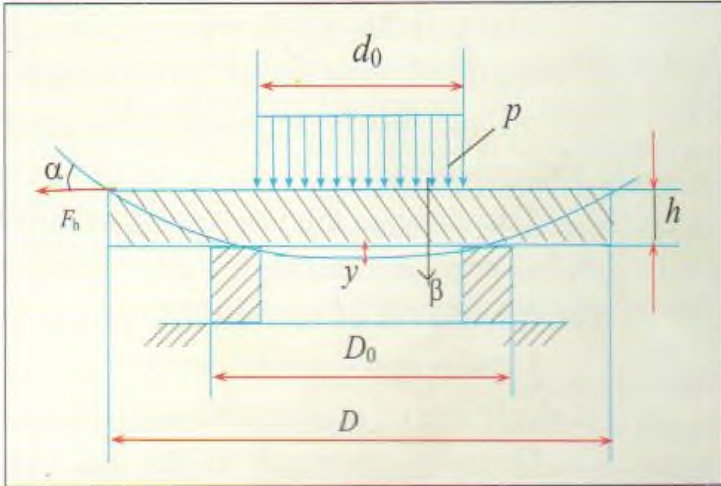
Şəkil 4. Qapalı vəziyyətdə mayenin axın trayektoriyası.



Şəkil 5. Qapalı vəziyyətdə mayenin axımının analizinin nəticələri.



Şəkil 6. Qapalı vəziyyətdə maye təzyiqinin daxili səth boyu paylanması.



Şəkil 7. Əyilmənin xarakteristikası

$$h \in \left[\sqrt[3]{\frac{12 \cdot P \cdot D_0^4 \cdot (5 + \gamma)(1 - \gamma)}{1024(1 + \gamma) \cdot y_{\min}}}; \sqrt[3]{\frac{12 \cdot P \cdot D_0^4 \cdot (5 + \gamma)(1 - \gamma)}{1024(1 + \gamma) \cdot y_{\max}}} \right] \quad (3)$$

Sipərin təyin olunmuş qalınlığı sipərin mövcud qalınlığından 1,5 dəfə kiçik qiymət alır, bu da material sərfinin azalmasına gətirib çıxarır. Sipərin təyin olunmuş qalınlığında siyirtmənin etibarlı iş qabiliyyətliyini təmin etmək üçün siyirtmənin açılıb-bağlanma mexanizminin yeni konstruksiyaları işlənməlidir. Bu mənada sipərin mövcud qalınlığı saxlanılaraq hazırlanmış təklif olunan siyirtmə konstruksiyası təcrübə zamanı yüksək etibarlıq və davamlılıq nümayiş etdirmişdir. Sipərin irəli-geri hərəkəti 1,2 dəfə asanlaşmışdır.

Tədqiqat göstərir ki, yüksək təzyiqli tıxaclı kranların işqabiliyyətliyi əsasən onun tıxacının kiçikliyinə necə təmin edilməsindən asılıdır. İstismar zamanı işçi mayenin yaratdığı təzyiqdən tıxaclı kranın tıxac düyününün hissələrinin təmas səthi və qovuşan yuvaları nisbi təzyiqə məruz qalır. Bununla yanaşı mayenin daxilində maye ilə birgə hərəkət edən qum dənəcikləri və kükürlü birləşmələr metal səthi yeyərək eroziyaya uğradır. Maye ilə bərabər abraziv hissəciklər işçi sahəyə daxil olaraq tıxacın səthini deformasiya etməklə yanaşı onun açılıb-bağlanmasını çətinləşdirir.

Bu çətinləşmənin səbəbi sürtünmə qüvvəsidir.

Təkmilləşdirilmiş kranlarda sürtünmə qüvvəsi

$$F_{sük} = \pi D_k^2 \cos \alpha \rho \mu \quad (4)$$

ifadəsi ilə müəyyən ediləcəkdir.

(4) – ifadəsi tıxacın gövdə ilə təmas sahəsində meydana çıxan sükunət sürtünmə qüvvəsinin tıxacın yan səth bucağından asılılığını təyin etmiş olacaqdır.

(4) - ifadəsinin analizindən müəyyən olur ki, yan səth bucağının dəyişməsi tıxacın gövdə ilə təmas səthlərində meydana gələn sükunət sürtünmə qüvvəsinin dəyişməsinə səbəb olur. Bucağın artması sürtünmə qüvvəsinin artmasına səbəb olduğundan mexaniki yeyilmənin miqdarını da artırmış olur.

Çevirmələrdən sonra

$$Y = \pi k \mu P D_k^2 \sigma_k^m \frac{\omega R_t}{F_{sük}} \quad (5)$$

yeyilmə sürətinin sürtünmədən asılılığını ifadə edən düstur almış oluruq.

Təkrar çevirmələrdən sonra yeyilmə miqdarının sürtünmə qüvvəsindən asılı dəyişmə qanununa uyğunluğunu təyin edəcəyik.

$$U = \pi k \mu t P D_k^2 \sigma_k^m \frac{\omega R_t}{F_{sük}} \quad (6)$$

(6) ifadəsi yeyilmə miqdarının sürtünmədən asılı qanunauyğunluğunu ifadə etmiş olacaqdır.

Yeni təkmilləşdirilmiş tıxacly kranın konstruktiv quruluşunun siyirtmə konstruksiyasına yaxınlaşması və tıxac cütlüyündə ilk kipliyn yaradılması tələbi onun işqabiliyyətiyinin təmin olunması üçün aşağıdakı şərt ödənməlidir.

$$q_m \leq q_s \leq [q_s]. \quad (7)$$

Burada q_m - kranın çıxışında yaranan nisbi təzyiqin minumum qiyməti (bağlı halda) təcrübə vasitəsi ilə müəyyənləşdirilir.

q_s – işçi təzyiqin çıxış tərəfdə tıxacın kipləndirici təmas səthində yaratdığı nisbi təmas təzyiqidir, nəzəri yolla müəyyənləşdirilir.

q_s – kranın çıxışında (bağlı halda) əmələ gələn nisbi təzyiqin buraxıla bilən qiyməti olub, nəzəri yolla müəyyənləşdirilir.

Dördüncü fəsilə rezin matrisalı kipləndiricilərdə radial gərginliklərin qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında təyini və yuvasında düzgün oturdulması məsələlərinə baxılmışdır.

Kipləndiricilərin nisbi deformasiyasının ənənəvi üsullardan istifadə etməklə təyini kifayət qədər dəqiq nəticə əldə etməyə imkan

vermir. Müasir informasiya texnologiyaları üsullarından istifadə edərək (süni intellekt və qeyri-səlis məntiq) zəruri analitik proqnozların verilməsi və simulyasiyası məsələlərin dəqiq qiymətləndirilməsini mümkünləşdirir.

Qeyri-müəyyənliyi nəzərə almaq, real problemlərə aid olan məlumatlarla işləmək üçün müasir texnologiyalardan istifadə zəruridir. Biz bu işdə də qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsindən istifadə edilməsini zəruri bilirik. Bu məqsədlə qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında rezin kipləndiricilərin yuvasında nisbi deformasiyaların təyini məsələsinə baxılmışdır.

Əldə olunmuş məlumatlar əsasında nisbi deformasiyaların təyin olunması üçün qeyri-səlis Modeli qurulmuşdur.

Qərar 1. Tip-1 qeyri-səlis çoxluqlar. X ümumi elementləri x ilə işarələnən klassik obyektlər toplusu olsun. X -in klassik A alt çoxluğuna üzvlük çox vaxt $[0,1]$ -dən $\{0,1\}$ -ə qədər μ_A xarakterik funksiyası kimi baxılır ki,

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \in A \\ 0 & \text{if } x \notin A \end{cases}$$

burada $\{0, 1\}$ qiymətləndirmə çoxluğu adlanır; 1 və 0 üzvlüyü göstərir. Qiymətləndirmə çoxluğunun $[0, 1]$ real intervalında olmasına icazə verilirə, onda A qeyri-səlis çoxluq adlanır, x -in A -da üzvlük dərəcəsidir: $X \rightarrow [0, 1]$.

Qeyri-səlis çoxluq A , X -in alt çoxluğudur və aşağıdakı kimi müəyyən edilir.

$$A = \{(x, \mu_A(x), |x \in X)\}$$

Qərar 2. Üçbucaqlı qeyri-səlis ədəd üçlüklə müəyyən edilə bilər, burada üzvlük aşağıdakı tənlik kimi müəyyən edilə bilər:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \in [-\infty, a_1] \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & x \in [a_1, a_2] \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & x \in [a_2, a_3] \\ 0, & x \in [a_3, +\infty] \end{cases}$$

Qeyri-səlis məntiq nəticə çıxarma modeli kimi, Mamdani tipli modeldən istifadə edəcəyik. Fuzzy Toolbox Matlab paketi Simulyasiya vasitəsi kimi seçilmişdir.

Mamdaninin çıxarılması üçün qeyri-səlis qaydalar müəyyən giriş və çıxış dəyişənləri əsasında qurulmuşdur. Üç giriş və bir çıxış modelləri təklif edilmiş, qaydalardan bəziləri aşağıda göstərilmişdir. Qarşıya qoyulmuş məsələ “ƏGƏR-ONDA” produksiya qaydalarından təşkil olunmuş çoxluq kimi müəyyən ediləcəkdir. Qəbul edilənlər əsasında model aşağıdakı kimi ifadə olacaqdır.

IF x_i A_j -dırsa, **THEN** $y = B_k$ - dir.

Qeyri-səlis məntiqi nəticə çıxarma Mamdani modelinə əsasən aşağıdakı qeyri-səlis bilik bazasına əsasən həyata keçirilir [32]¹⁰.

Qayda 1. Əgər kipləndiriciyə təsir edən səpələnmiş qüvvə az və kipləndiricinin qalınlığı dəyişməz VƏ kipləndiricinin diametri dəyişməzdirsə ONDA radial gərginlik 0 –a yaxındır.

Qayda 2. Əgər kipləndiriciyə təsir edən səpələnmiş qüvvə normadan aşağı VƏ kipləndiricinin qalınlığı normadan aşağı VƏ kipləndiricinin diametri normadan çoxdursa ONDA radial gərginlik aşağıdır.

Qayda 3. Əgər kipləndiriciyə təsir edən səpələnmiş qüvvə normaya yaxındırsa VƏ kipləndiricinin qalınlığı normadan çox aşağı VƏ kipləndiricinin diametri normadan çox yuxarıdırsa ONDA radial gərginlik bir qədər az aşağıdır.

Qayda 4. Əgər kipləndiriciyə təsir edən səpələnmiş qüvvə normadadırsa VƏ kipləndiricinin qalınlığı normadan çox aşağı VƏ kipləndiricinin diametri normadan çox yuxarıdırsa ONDA radial gərginlik normadadır.

Qayda 5. Əgər kipləndiriciyə təsir edən səpələnmiş qüvvə normadan böyük VƏ kipləndiricinin qalınlığı normadan çox aşağı VƏ kipləndiricinin diametri normadan çox- çox yuxarıdırsa ONDA radial gərginlik normadan çoxdur.

¹⁰ Forecasting of improved straightforward valves technical condition using fuzzy inference models. J.N.Aslanov, A.B.Sultanova.

Qayda 6. Əgər kipləndiriciyə təsir edən səpələnmiş qüvvə normadan çox-çox böyük VƏ kipləndiricinin qalınlığı normadan çox aşağı VƏ kipləndiricinin diametri normadan çox-çox yuxarıdırsa ONDA radial gərginlik təhlükəli çoxluğa malikdir.

Model 3 giriş və 1 çıxış dəyişənli qeyri-səlis çoxluqlar əsasında qurulmuşdur.

Rezin kipləndiricilərdə yaranan radial deformasiyanın onun struktur həcmi daxilində paylanmasının analizi göstərir ki, doyma anında yaranan deformasiya daxili gərginliyin maksimum qiymətinə uyğundur. Bu andan etibarən verilmiş artıq yük elementin dağılmasına səbəb olacaqdır. Nəticələrin emalı göstərir ki, həddi yüklənmədə doyma anında qalıq deformasiya yalnız kipləndiricinin xarici konturunda mövcudur. Əlavə yüklənmə yenidən həcm boyunca kipləndiricini yenidən deformasiya olunmağa məcbur etdiyindən kipləndirici daxilində fiziki rezonansın yaranmasına səbəb olur.

Nəticədə rezin kipləndirici dağılır. Deməli rezin kipləndiricilərin dağılmasının qarşısının alınması üçün onun həndəsi ölçülərinin doyma anındakı deformasiyası dəyişmə miqdarına uyğun təyin edilməlidir. Rezin kipləndiricinin konstruksiyada nəzərdə tutulmuş yuvasının xarici diametri onun xarici diametirindən 2% artıq götürülməlidir [37]¹¹. Nəticə cədvəl 1 də verilmişdir (şəkil 8, şəkil 9 və şəkil 10).

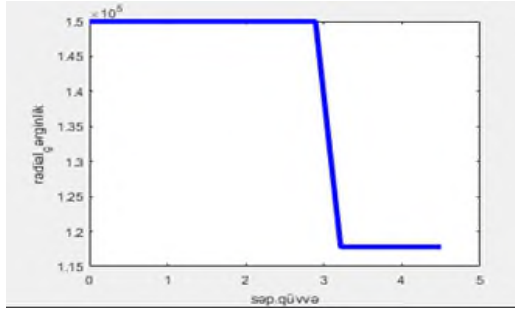
Beşinci fəsil Qeyri-səlis çoxluqlar və linqvistik dəyişənlər əsasında imperfekt informasiya şəraitində təkmilləşdirilmiş düzaxınlı siyirtmənin etibarlılığının proqnozlaşdırılmasına və onların etibarlılığının təyin olunmasına həsr edilmişdir.

İnkişaf edən sənaye müəssisələri təhlükəsiz maşın və avadanlıqların yaradılması zəruriyyətini tələb edir. Sənaye müəssisələrində işlədilən avadanlıqların işinə nəzarət sisteminin yaradılması, onların etibarlılıq göstəricilərinin proqnozlaşdırılması qarşıda duran inovativ məsələlərdəndir.

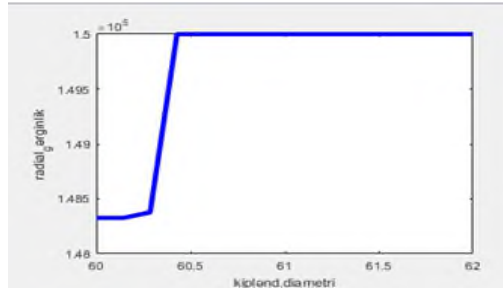
¹¹ Model design for predicting the efficiency of improved valve constructions during statistical data based exploitation. J.N.Aslanov, A.B.Sultanova, İ.A.Habibov.

Tədqiqatın nəticələri

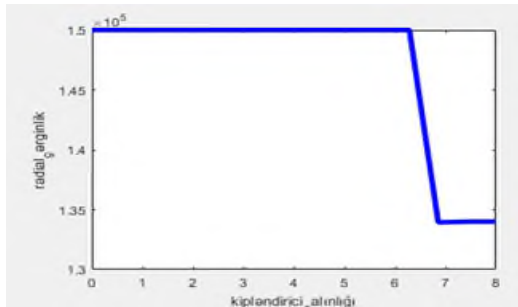
F; səp. Qüvvə $10^6 N$	δ ; mm Kipləndiricinin qalınlığı	r;mm Kipləndiricinin diametri	σ ; Pa, Radial gərginlik
0	8	60	1,5e+05
1	7,74	60,1	1,87e+05
1,5	7,4	60,3	1,84e+05
1.6	7,35	60,35	1,84e+05
1.7	7,32	60,4	1,47e+05
1.8	7,3	60,4	1,47e+05
2	7,15	60,6	1,34e+05
2,5	6,88	61,00	1,34e+05
3	6,5	61,2	1,18e+05
3,5	6,3	61,5	1,16e+05
4	6,2	62,00	1,5 e+05
4,5	0,00	Doyma	-



Şəkil 8. Radial gərginliyin səpələnmiş qüvvədən asılılığı.



Şəkil 9.Radial gərginliyin kipləndiricinin diametrindən asılılığı.



Şəkil 10.Radial gərginliyin kipləndiricinin qalınlığından asılılığı.

Çətin və mürəkkəb iş şəraitində işləyən bağlayıcı quruluşların təhlükəsiz iş rejiminin, qəza anlarında və qəzanın baş vermə ehtimalında işçi armaturların söndürülməsinin təmin edilməsi və prosesin proqnozlaşdırma əsasında avtomatlaşdırılması ilə həyata keçirilməsi baş verəcək təhlükəli hadisələrin çox böyük ehtimalda qarşısının alınmasını təmin etmiş olacaqdır. Qeyd edilən proseslərin avtomatlaşdırılmasının təmin edilməsi üçün bizə mexaniki hadisənin baş vermə məlumatlarının müxtəlif ölçüdə statistik məlumatlarının əldə olunması tələb olunur. Bir çox hallarda proseslər haqda informasiya ya qismən, ya da 70% əhatəsində əldə olunur və qərar qəbul etməni qeyri-müəyyən şəraitdə aparırıq. Təhlükəli şəraitdə işləyən bağlayıcı quruluşların əsasən siyirtmə növündən istifadə edilir. Siyirtmələrdə yeyilmədən baş verən sızmalar neft və neft məhsulları olduqda ətraf mühitin çirklənməsinə və yanğınların yaranmasına səbəb olur. Yüksək təzyiqdə işləyən fontan armaturlarının əsas bağlayıcı quruluşu siyirtmələrdir. Təhlükəli rejimdə quyunun söndürülməsi siyirtmələrlə həyata keçirilir. Siyirtmələrin işinə nəzarətin yaradılması üçün onun etibarlılıq göstəricisinin tıxayıcı düyünün detallarında yaranan yeyilmədən asılı olaraq dəyişməsinə öncədən bilməyimizi tələb edir.

Təkmilləşdirilmiş siyirtmənin etibarlılığının proqnozlaşdırılmasını qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında qeyri-səlis dəyişənləri tətbiq etməklə həyata keçirək. Qeyd edilən metodik həll istənilən siyirtmə konstruksiyasına tətbiq oluna bilər.

Bildiyimiz kimi, mürəkkəb qeyri-xətti və qeyri-müəyyən obyektlərin modelləşdirilməsində qeyri-səlis çoxluqlardan geniş şəkildə istifadə olunur. Obyektin işinin qeyri-səlis modelləşdirməsində onun parametrləri arasında əlaqə keyfiyyət münasibətləri əsasında dəyişdirilir. Bu dəyərlər obyektin giriş və çıxış parametrlərinin statistik verilənlərdən istifadə etməklə linqvistik qaydalar çoxluğu ilə təyin olunur.

Qoyulmuş məsələni ifadə edən model aşağıdakı məntiqi çıxarış mərhələləri ilə qurulur:

1.Qeyri-səlis verilənlər formalaşdırılır (fəzəffikasiya). Hər bir səlis verilən üçün termlərə uyğun mənsubiyyət funksiyası hesablanır:

$$\mu_T(T_0), \mu_{ST}(S_0), \mu_M(M_0), \mu_{KK}(K_0). \quad (8)$$

2.Giriş siqnallarının qaydalarına uyğun mənsubiyyət funksiyası tapılır:

$$\alpha_i = \mu_{Ti}(T_0) \cap \mu_{STi}(S_0) \cap \mu_{Mi}(M_0) \cap \mu_{Ki}(K_0). \quad (9)$$

Hər bir qaydaya uyğun nəticəvi mənsubiyyət funksiyası hesablanır:

$$\mu_i(z) = \alpha_i \cap \mu_{ci}(z_0) \quad (10)$$

3. Qeyri-səlis kompozisiya –giriş dəyişənlərinin bütün qaydalar çoxluğu üçün mənsubiyyət funksiyası təyin edilir:

$$\mu_{\Sigma}(z) = \mu_1(z) \cup \mu_1(z) \cup \mu_1(z) \cup \mu_1(z). \quad (11)$$

Qeyd edilənləri nəzərə alaraq qoyulmuş məsələnin həll edilməsi üçün 3 giriş dəyişəni olaraq sipərin irəli-geri hərəkət tsiklini, səthlərin kələ-kötürlüyünü və təmas səthlərinin qeyri-müstəviliyini götürərək, çıxış dəyişəni isə etibarlıq parametri (saz işləmə ehtimalı) qəbul edilmişdir.

Giriş dəyişənlərinin nominal qiymətləri aşağıdakı cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2

Dəyişənlərin nominal qiymətləri

Giriş parametrləri	Dəyişənlərin nominal qiymətləri
Siyirtmənin tsikli- x_1	[0 , 500]
Qeyri-müstəvilik- x_2	[0.03, 0.07]
Kələ-kötürlük- x_3	[0.08, 0.32]

Qoyulmuş məsələnin həlli zamanı dəyişənlərin qeyri-səlis qiymətlərindən istifadə olunduğu üçün hər bir dəyişən üçün linqvistik termlərdən istifadə olunur. Giriş dəyişənləri cədvəl 2- də və çıxış dəyişənləri isə cədvəl 3.3-də verilmişdir.

Cədvəl 3

Giriş dəyişənləri

	Giriş dəyişənləri	Giriş dəyişənlərinin lingvistik qiymətləri		
		Az	Normal	Çox
1	Siyirtmənin tsikli- x_1	[0 185 250]	[235 410 435]	[435 455 500]
2	Qeyri-müstəvilik- x_2	[0.03 0.04 0.05]	[0.05 0.06 0.065]	[0.065 0.07 0.75]
3	Kələ-kötürlük- x_3	[0.080 0.125 0.185]	[0.185 0.225 0.30]	0.30 0.32 0.325]

Cədvəl 4

Çıxış dəyişəni

	Çıxış dəyişəni	Çıxış dəyişəninə lingvistik qiymətləri		
		Aşağı	Normal	Yüksək
1	Etibarlılıq – y_1	[0.704, 0.752, 0.796]	[0.796, 0.86, 0.93]	[0.93, 0.98, 1.0]

Matlab paketindən alınmış nəticələr

$$x_1 = 249 \quad x_2 = 0.0521 \quad x_3 = 0.128 \quad Y = 0.932$$

deyiləni təsdiq edir (şəkil 10, şəkil 11).

Sipərin qalınlığı, qeyri-müstəvilik və kələ-kötürlülük arasında asılılıq qiymətləri cədvəl 4-də verilmişdir.

Yuxarıdakıları nəzərə alaraq, sipərin qalınlığı, qeyri-müstəvilik və kələ-kötürlüyü arasında xüsusi asılılıq və bu asılılığın sistemin effektivliyinə təsirini, sistemin imtinasız işləmə parametrlərini təyin

etmək üçün qeyri-səlis məntiq elementləri ilə riyazi modelin qurulması təklif olunur.

Məsələnin həlli: Təklif olunan üsulla məsələni həll etmək üçün aşağıdakı alqoritmi təklif olunur:

1. Giriş və çıxış linqvistik dəyişənlərin sayının təyini. Hər bir linqvistik dəyişən üçün qiymətlər çoxluğunu termlərin sayının təyini;
2. Linqvistik dəyişənlərin adlarının və onların termlərinin təyini (mənsubluğun)
3. Linqvistik dəyişənlərin termləri üçün mənsubiyyət funksiyasının növünün və universumunun təyini;
4. Məntiqi qaydaların strukturunun «Əgər.....Onda» kimi təyini.

Giriş linqvistik dəyişənləri kimi sipərin qalınlığını, qeyri-müstəviliyi və kələ-kötürlüyü əks etdirən göstəricilər, çıxış linqvistik dəyişəni kimi effektivlik qəbul olunmuşdur [47]¹².

Giriş linqvistik dəyişənləri:

ρ -sipərin qalınlığı $\rightarrow$ ($< az, normal, çox > [31.8-31.97 \text{ mkm}]$),

γ -kələ-kötürlük $\rightarrow$ ($< az, normal, çox > [0.25-1.65 \text{ mkm}]$),

ξ -Qeyri-müstəvilik $\rightarrow$ ($< az, normal, çox > [0.05-0.065 \text{ mm}]$).

Çıxış linqvistik dəyişəni:

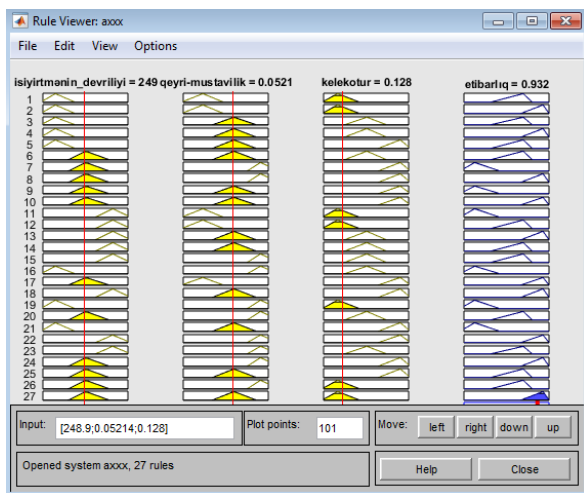
(12)

E-effektivlik $=$ ($< yaxşı, normal, pis > [0.9-1]$).

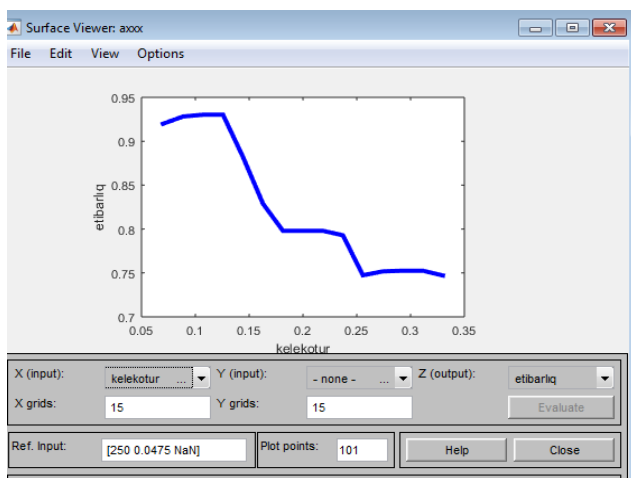
Məntiqi qaydalar bazası əsasında modelləşdirmə təklif olunan alqoritmə uyğun qeyri-səlis məntiq riyazi aparatından istifadə etməklə həyata keçirilmişdir. Giriş və çıxış linqvistik dəyişənlərinin qiymətlərinin (termlər) təsviri zamanı üçbucaq şəkilli mənsubiyyət funksiyasından istifadə olunmuşdur.

Alqoritmin kompüter realizasiyası Matlab mühitində (FİS-redaktor-Fuzzy Inference System Editor) aparılmış və nəticələr əldə edilmişdir. Nəticələr cədvəl 5-də verilmişdir (şəkil 11, şəkil 12 və şəkil 13).

¹² Təkmilləşdirilmiş siyirtmələrin etibarlığının qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında proqnozlaşdırılması. C.N.Aslanov, A.B.Sultanova



Şəkil 11. Matlab paketindən alınan nəticələr



Şəkil 12. Etibarlığın yeyilmədən yaranan kələ-kötürlükdən asılılıq əyrisi

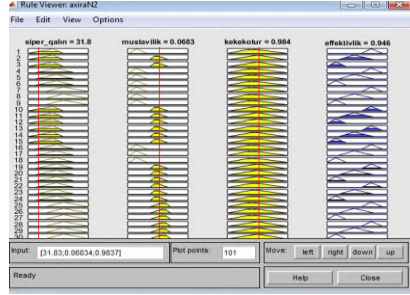
Altıncı fəsil təkmilləşdirilmiş siyirtmə konstruksiyasının layihələndirilməsi və sənayeyə tətbiqinə həsr edilmişdir.

MMS100x70 siyirtməsi: MMS100x70 siyirtməsi 2021-ci ildə “Neftqazmaş” ASC –ilə də müqavilə əsasında istehsal edilmişdir. Siyirtmənin texniki şərtləri və texniki pasportu hazırlanmış və Azərbaycan Respublikasının qanunvericiliyinə uyğun standartlar üzrə “Neftqazmaş” ASC-də təsdiq edilmişdir. İlk işqabiliyyətlik sınaqları “Neftqazmaş” ASC-də aparılmışdır. Siyirtmənin müəllif hüquqları AzPatent tərəfindən qorunur.

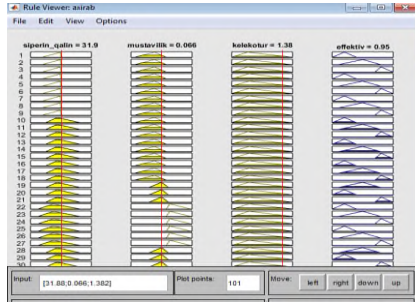
Cədvəl 5

Alqoritmin kompüter realizasiyası

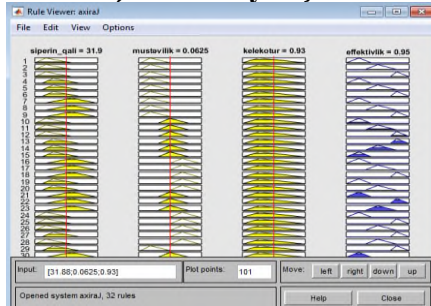
Kəsm- lər	sipərin qalınlığı- ρ (mkm)	kələkötürlük- γ (mkm)	Qeyri- müstəvilik- ξ (mm)	Effektivlik- E (--)
A-A	31.83	0.9837	0.06834	0.946
B-B	31.88	1.382	0.066	0.95
J-J	31.88	0.93	0.0625	0.93



a) A-A kəsiyi üçün



b) B-B kəsiyi üçün



c) J-J kəsiyi üçün

Şəkil 13. Matlab proqramından (qeyri-səlis çıxarış mexanizmi) alınmış nəticələr a)-A-A kəsiyi üçün; b)B-B kəsiyi üçün c) J-J kəsiyi üçün

Bu siyirtmənin birinci ilkin fiziki modeli MMS olaraq 35MPa təzyiqə və 65 mm keçid diametrə hazırlanmış (MMS65x35) və 105 MPa işçi təzyiqə davamlı siyirtmə konstruksiyasının hazırlanmasının texnoloji şərtləri işlənmişdir.

Yeni MMS100x70 siyirtməsi 70MPa işçi təzyidə aqressiv mühit şəraitində neftin qazın çıxarılmasında istifadə olunan fontan armaturlarında və neft-qaz quyularının qazılmasında işlədilən qazma manifoldlarında, neft emalı və kimya sənayesi qurğularında və həmçinin müxtəlif sənaye sahələrində yüksək təzyiqli mayelərin borudaxili daşınmasını, istənilən istiqamətə yönəldilməsini təmin etmək və qarşısını almaq üçün nəzərdə tutulmuşdur.

MMS siyirtmənin API beynəlxalq standartları uyğunluq sertifikatlaşması Hydrasun Rapid Solutions LLC və tərəfindən aparılmışdır. 23.06.2021-ci il tarixdə MMS100x70 siyirtməsinə beynəlxalq standartlara uyğunluq sertifikatı verilmişdir (şəkil 14).

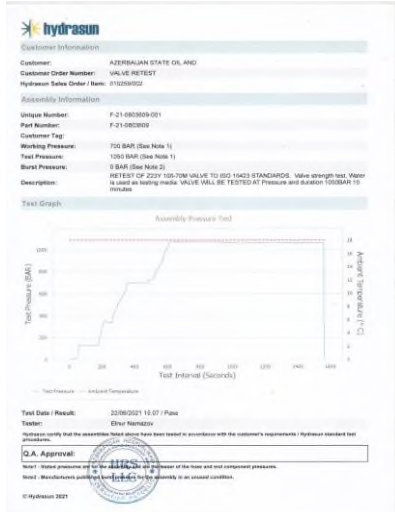
Yeni model MMS100x70 tipli Siyirtməsinin API Beynəlxalq standartlarına uyğunluğunun yoxlanılması əsasında onun hissələrinin materialının təzyiqə davamlılığı və dayanıqlığı 105 MPa yoxlanılmış və işqabiliyyətliliyə yararlığı üzrə ISO keyfiyyət nişanı Hydrasun Rapid Solutions LLC tərəfindən siyirtmə üzərinə vurulmuşdur.

MMS100x70 siyirtməsinin üstünlükləri aşağıdakılardır.

- asan yığım və yüksək təzyiq altında yüksək idarə olunma qabiliyyətinə malik olması;
- məhsulun siyirtmənin giriş və çıxışında iki tərəfli tam boğulmasının təmin edilməsi nəticəsində yüksək hermetikliyə malik olması;
- tıxayıcı detalların işçi səthlərində nisbi təzyiqin bərabər paylanması təmin olunması və onların işçi mühitdən asılı olaraq möhkəmləndirilməsi hesabına işçi səthlərinin (tutuşma, aşınma, korroziya, hidroabraziv, qazoabraziv və abraziv yeyilməyə qarşı) yeyilməyə davamlılığının artırılması;
- yüksək keyfiyyətə və sərfəli qiymətə malik olması;
- beynəlxalq bazar qiymətindən 30% aşağı qiymətə təklif olunması.

İSO 102423 (API 6A) tələblərinə uyğunluq sertifikatlı MMS100x65 siyirtməsi 14.07.2021-ci ildə "Ümid-Babək Operating Company"sında platformada manifold xəttinin üzərində istismara qoyulmuşdur. MMS100x70 siyirtməsində 3 aylıq istismar müddətində heç bir sızma və imtina halları müşahidə edilməmişdir. İstismar testi uğurla başa çatmışdır.

Siyirtmə konstruksiyası müqavilə əsasında Türkiyənin Makvelsan şirkəti tərəfindən hazırlanmış və sertifikatlaşdırılmışdır(şəkil 15).



Şəkil 14.Sınaq testi



EN 10204 – 3.1 MUAYENE SERTİFİKASI
 INSPECTION CERTIFICATE

TEST RAPORU / TEST REPORT

Sertifika No./Certificate No.:		2022-2178-03		Sertifika Tarih./Date:		29.05.2023	
Müşəri/Client:		KİMLİK LİMİTİD		Şəxsi İmtahın		Bəy/Recipient	
Rəport No./Form No.:		923_KİMLİK_TST_1		Müəssisə/Institution		28090204	
Sınaqın Tərkib/Exam Item:		1		Sınaq No./Exam Number:		1	
Ölçü Növləri/Exam Item:		ISO 1462-1:2014		Çap/Print:		10/100	
Çapın Tipi/Type:		Kəmiyyət / Quantity		Sınaqın Nəticəsi/Exam Result:		10/100	
Təp No.:		1		Adət/Quantity:		1. pç.	
Sınaqın Nəticəsi:		1					

1. Kimlik Analizi/Inspection Analysis (1 İTQ 120 120 120)												
Sınaq No.	C	SL	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	W	V	Bn
1												

2. Kimlik Testləri/Inspection Tests (120 120 6000-1)						
Sınaq No.	Adət/Quantity	Çapın Nəticəsi/Exam Result	Çapın Nəticəsi/Exam Result	Çapın Nəticəsi/Exam Result	Çapın Nəticəsi/Exam Result	Sınaqın Nəticəsi/Exam Result
1	1	10/100	10/100	10/100	10/100	10/100

3. Müəssisə Testləri/Institution Tests						
3.1. Ölçü Növləri/Exam Item						
Sınaq No.	TAG No.	Sınaqın Nəticəsi/Exam Result	Sınaqın Nəticəsi/Exam Result	Sınaqın Nəticəsi/Exam Result	Sınaqın Nəticəsi/Exam Result	Sınaqın Nəticəsi/Exam Result
1	1	10/100	10/100	10/100	10/100	10/100

3.2. Sınaq Növləri/Exam Item						
Sınaq No.	Sınaqın Nəticəsi/Exam Result	Sınaqın Nəticəsi/Exam Result	Sınaqın Nəticəsi/Exam Result	Sınaqın Nəticəsi/Exam Result	Sınaqın Nəticəsi/Exam Result	Sınaqın Nəticəsi/Exam Result
1	10/100	10/100	10/100	10/100	10/100	10/100

Test Növləri/Exam Item		1	
ÜRETMİN BÖLÜMÜ/PRODUCTION DEPARTMENT		KALİTE YÖNETİMİ/QUALITY MANAGEMENT	

MAKVELSAN Elektromekanik LTD. ŞTİ.
 İMƏS Sən. Səhəsi C. Bldk 302 Sok. No.12, 34770 Ümrəngəy, İstanbul
 Tel: (076) 990 0362 Fax: (055) 225 1819 www.makvelsan.com

Şəkil 15. Sınaq testi

Nəticə

1. Bağlayıcı quruluşların əyilməyə işləyən düyünlərində yaranan mexaniki yeyilmə şəraitində sürtünmə qüvvəsinin sürtünən detalın əyilməsindən asılı dəyişmə qanunauyğunluğu müəyyənləşdirilmişdir.
2. Siyirtmənin sipər və yəhər cütliyündə hərəkətverici qüvvə altında yaranan sürtünmə qüvvəsinin sürtünən sipərin əyilməsindən asılı olaraq dəyişmə qanunauyğunluğunu ifadə edən analitik ifadə alınmışdır.
3. Alınmış analitik ifadə sıxıcı qüvvənin təsirindən əyilmiş sipərin minimum hərəkətverici qüvvə altında hərəkəti zamanı təmas səthində yaranan sürüşmə sürtünmə qüvvəsini ifadə etməklə yanaşı məlum olmuşdur ki, sipərin əyintisinin $y < x$ şərtində hərəkətverici qüvvədən asılı olaraq sürüşmə sürtünmə qüvvəsi minimum hədddə dəyişəcəkdir. Əyintinin bu qiyməti tıxayıcı düyünün təmas səthlərində mexaniki yeyilmənin sürətinin minimuma enməsinə təmin etmiş olacaqdır.
4. Təkmilləşdirilmiş tıxac kranın tıxac düyününün kipləndirici təmas səthində yaranan sıxıcı qüvvənin işçi təzyiqindən asılılıq ifadəsi təyin edilmişdir.
5. Tıxac kranın tıxac düyününün kipliyini təmin edən təmas səthində yaranan nisbi təmas təzyiqini və nisbi təzyiqin buraxıla bilən qiymətini təyin etmək üçün yeni ifadə alınmışdır.
6. Alınmış ifadələrə əsasən təkmilləşdirilmiş tıxac kranın işqabiliyyətinin təmin olunması şərti müəyyənləşdirilmişdir.
7. Siyirtmənin tıxayıcı detallarının təmas səthində yaranan yeyilmə miqdarının sürtünmədən asılı dəyişmə qanunauyğunluğunu müəyyən edən analitik ifadə alınmışdır;
8. Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında təkmilləşdirilmiş siyirtmənin işqabiliyyətinin proqnozlaşdırılmasını təmin edən yeni qeyri-səlis model təklif edilmiş və statistik verilənlər əsasında qeyri-səlis modelin öyrətmə alqoritmi işlənmişdir.

9. Siyirtmənin sipərinin yeyilən işçi səthinin yeyilmə miqdarı ilə onun etibarlılığı arasında asılılığı müəyyən edən qeyri-səlis model işlənmişdir.
10. İlk dəfə olaraq rezin kipləndiricilərdə yaranan radial deformasiyanın onun struktur həcmi daxilində paylanmasının qeyri-səlis məntiq nəticə çıxarma modeli qurulmuşdur, model əsasında simulyasiya analizi göstərir ki, doyma anında yaranan deformasiya daxili gərginliyin maksimum qiymətinə uyğundur.
11. Rezin kipləndiricilərin dağılmasının qarşısının alınması üçün onun həndəsi ölçüləri doyma anındakı deformasiyalarının dəyişmə miqdarına uyğun təyin edilməlidir. Rezin kipləndiricinin konstruksiyada nəzərdə tutulmuş yuvasının xarici diametri onun xarici diametirindən 2% artıq götürülməlidir.
12. Siyirtmə kipləndiricilərinin uzunömürlüliyünün artırılması üçün onlar yeni material olan rezin panel matris materialı işlənmiş və kipləndiricilərin hazırlanmasında bu materialdan istifadə olunması təklif edilmişdir.
13. Müxtəlif istismar şəraitlərində işlədilməsi üçün yeyilməyə qarşı davamlı tıxayıcı düyünü təkmilləşdirilmiş bağlayıcı quruluşlar təklif edilmişdir.
14. Yüksək təzyiq altında aqressiv mühit şəraitində işləyən MMS100x70 tipli siyirtmə konstruksiyası hazırlanmış, sınaq prosesinə uğradılmış və API standartlarına uyğunluq sertifikatı ilə (Hydrasun şirkəti tərəfindən) sertifikatlaşdırılmışdır. İSO keyfiyyətli siyirtmə Sənayeyə tətbiq edilmişdir. MMS100x70 siyirtməsi Ümid Babək Beynəlxalq Əməliyyat Şirkətində istimar edilərək sənayeyə tətbiq edilmişdir.
15. Təkmilləşdirilmiş siyirtmənin Türkiyənin Makvelsan şirkətində seriya ilə istehsalə buraxılması barədə qərar verilmiş və şirkətin satış kataloquna əlavə edilmişdir.

Dissertasiya mövzusu üzrə çap edilmiş işlərin siyahısı

1. Aslanov, C.N., Düzaxınlı siyirtmə, İxtira Azərbaycan Respublikası/Azərbaycan Respublikası Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Agentliyi, - 2005, - a2004 0056
2. Aslanov, C.N. Təkmilləşdirilmiş siyirtmə konstruksiyalarının tıxayıcı düyünlə işlənməsi // - Bakı: Azərbaycan ali texniki məktəblərinin xəbərləri, - 2007. №1 (47), - s. 25-27.
3. Aslanov, C.N., Tıxaclı kran, Faydalı model U2007 0007, Azərbaycan Respublikası / Azərbaycan Respublikası Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Agentliyi, - 2007, - U2007 0007
4. Aslanov, C.N., Düzaxınlı siyirtmə, Faydalı model U2007 0006, Azərbaycan Respublikası / Azərbaycan Respublikası Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Agentliyi, - 2007, - U2007 0006
5. Aslanov, C.N. Tribodüyünlərdə yeyilməyə davamlılığın artırılması // - Bakı: Azərbaycan ali texniki məktəblərinin xəbərləri, - 2008. №1 (53), - s. 35-39.
6. Aslanov, C.N. Neft-mədən avadanlıqlarının əyilməyə işləyən düyünlərində yaranan sürtünmə halının tədqiqi // - Bakı: Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, - 2009. №6, - s. 32-35.
7. Aslanov, C.N. Siyirtmələrdə nisbi təzyiqin bərabər paylanması tədqiqi / C.N.Aslanov, A.C.Süleymanova // - Bakı: "Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya" Elmi-Tədqiqat İnstitutu, Elmi Əsərlər, - 2012. №13, - s. 114-119.
8. Aslanov, C.N. Təkmilləşdirilmiş siyirtmə konstruksiyalarında sürtünmə hadisəsinin analitik tədqiqi / Z.S.Hüseynli // - Bakı: "Azərbaycan Texniki Universiteti" Elmi Əsərlər, - 2012. №11 (4), - s. 3-6.
9. Асланов, Дж.Н. Исследование процесса трения в усовершенствованных конструкциях задвижки / Дж.Н.Асланов, З.С.Гусейнли // - Москва: Нефтепромышленное дело, Техника и технология добычи нефти - 2013. № 2, - с. 50-52.

10. Aslanov, C.N. Fontan armaturlarının tıxaclı kranlarının kipləndirici düyünlərində kipləndirmə effektinin tədqiqi / C.N.Aslanov, E.N.Poluxov // - Bakı: "Azərbaycan Texniki Universiteti" Elmi Əsərlər, - 2013. №1 (4), - s. 62-67.
11. Aslanov, C.N. Siyirtmə konstruksiyalarının tıxayıcı düyünündə nisbi təzyiqin bərabər paylanması tədqiqi / C.N.Aslanov, S.Ə.Qasımova, Z.M.Adıgözəlova // - Bakı: Nəzəri və tətbiqi mexanika, - 2013. №1, - s. 40-42.
12. Aslanov, C.N. Neft-mədən avadanlıqlarının bağlayıcı qurğularının tribotexniki düyünlərində yeyilməyə davamlılığın tədqiqi / C.N.Aslanov, T.Ü.Xankişiyeva // - Bakı: Azərbaycan ali texniki məktəblərinin xəbərləri, - 2013. №15 (1), - s. 41- 45.
13. Асланов, Дж.Н. Исследование непараллельного изнашивания задвижек на задирающих узлах / Дж.Н.Асланов, Т.У.Ханкишиева // - Москва: Нефтепромысловое дело, Техника и технология добычи нефти - 2013. № 5, - с. 33-36.
14. Aslanov, C.N. Fontan armaturunun tribodüyünlərində sürtünmənin tədqiqi / C.N.Aslanov, E.M.Hüseynov // - Bakı: "Azərbaycan Texniki Universiteti" Elmi Əsərlər, - 2014. №1 (4), - s. 129-133.
15. Aslanov, C.N., Babaxanova, L.T. Qazma manifoldunun düzaxınlı siyirtməsinin tıxayıcı düyünündə sürtünmə hadisəsinin tədqiqi // "Əsrin Müqaviləsi" Heydər Əliyevin yeni neft strategiyası mövzusunda keçirilən Respublika Elmi konfransının materialları, - Sumqayıt: SDU, - 22 sentyabr- 23 sentyabr, - 2014, - s. 185-186.
16. Aslanov, C.N. Tıxaclı kranların tıxac düyünün sürtünməsinin tədqiqi // - Bakı: Azərbaycan ali texniki məktəblərinin xəbərləri, - 2014. №16 (4), - s. 48-51.
17. Aslanov, C.N. Təkmilləşdirilmiş tıxaclı kranın işqabiliyyətiyyətinin yüksəldilməsi // - Bakı: Azərbaycan ali texniki məktəblərinin xəbərləri, - 2015. №17 (3), - s. 54-57.
18. Aslanov, C.N., Babaxanova, L.T. Maşınqayırmada texnika və texnologiyaların inkişafı təkmilləşdirilmiş pəzli siyirtmə konstruksiyaları // "Kreativ sənaye texnologiyalarının tədrisi və

tətbiqi” mövzusunda keçirilən Beynəlxalq elmi-praktiki konfransın materialları, - Gəncə: ATU, - 19 fevral -20 fevral, - 2015, - s. 274-275.

19.Асланов, Дж.Н. Исследование трения запорного узла пробковых кранов / Дж.Н.Асланов, Ф.Г.Байрамов // - Москва: Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, - 2015. №11 (82), -с. 62-64.

20.Асланов, Дж.Н. Определение упругой деформации-прогиба пружины уплотнительного узла фонтанных задвижек // - Москва: Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук - 2015. №7 (1), - с. 45-47.

21. Aslanov, J.N., Mammadov, Kh.S. Increasing improved plug valve's efficiency // Materials of the ix international research and practice conference, - Westwood, Canada: Accent Grapichs communications, -14 October -15 October, -2015, - p. 235-239.

22.Aslanov, J.N. Best calculation for stress field of sealing arrangement from rubber-composition materials of wellhead equipment // International Conference on European science and technology, - Munich, Germany: Accent Grapichs communications,- 29 December -30 December, -2015, - p. 31-35.

23. Mammadov, V.T., Aslanov, J.N., Gajieva, L.S., Bagirova, M.N. Impact of thermoelastic deformation on work of rotating preventers sealing // Science and Education: Materials of the xii international research and practice conference, - Munich, Germany: Science and Education, -1ST july -2ND july, -2016, - p. 95-102.

24. Babanlı, M.B., Mamedov,G.A., Mammadov, V.T., Aslanov, J.N. Features of the calculation while nonstationary dynamic loadings for the downhole packer sealing // Science and Education: Materials of the xii international research and practice conference, - Munich, Germany: Accent Grapichs communications, -1ST july -2ND july, - 2016, - p.42-54.

25.Асланов, Дж.Н. Определение критериев повышения надежности усовершенствованных задвижек / Дж.Н.Асланов,

- А.С.Ахмедов, З.С.Гусейнли // - Москва: Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук - 2016. №10 (93), - с. 48-50.
- 26.Асланов, Дж.Н. Механические процессы соприкасаемых участках узлов и детал при соприкосновении. Теория соприкосновения // - Москва: Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук - 2016. №4 (87), - с. 8-11.
27. Aslanov, C.N. Diskli siyirtmələrdə etibarlılığın təyini və müqayisəli təhlili / C.N.Aslanov, X.S.Məmmədov // - Bakı: "Azərbaycan Texniki Universiteti" Elmi Əsərlər, - 2017. №4, - s. 48-50.
28. Асланов, Дж.Н. Обеспечение герметичность во фланцевых соединениях запорных задвижек / Дж.Н.Асланов, З.С.Гусейнли // -Екатеринбург: Междугородний научно- исследовательский журнал - 2018. № 1 (11), - с. 38-41.
- 29.Асланов, Дж.Н., Аббасов, Ф.Г. Конструкции усовершенствованных пробковых кранов // Достижения вузовской науки 2018, - Пенза: Наука и Просвещение, - 05 марта, -2018, -с. 32-35.
- 30.Асланов, Дж.Н., Зейналов, Н.А. Усовершенствование конструкции задвижек высокого давления // Лучшая научная статья 2018, - Пенза: Наука и Просвещение, - 30 апреля, -2018, - с. 77-81.
31. Aslanov, J.N. Forecasting of improved straightforward valves technical condition using fuzzy inference models / J.N.Aslanov, A.B.Sultanova // IFAC-PapersOnLine, - Austria: - 2018. №51(30), - p. 12-14.
32. Aslanov, C.N. Təkmilləşdirilmiş siyirtmələrin etibarlığının qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında proqnozlaşdırılması / C.N.Aslanov, A.B.Sultanova // - Bakı: "Avadanlıqlar. Texnologiyalar. Materiallar.", - 2019. №1 (1), - s. 71-78.
- 33.Асланов, Дж.Н., Гусейнли, З.С. Задачи конструирования новой конструкции задвижки // Педагогика и современное образование: традиции, опыт и инновации, - Пенза: Наука и Просвещение, - 5 Декабря, -2019, -с. 251-253.

34. Гамидзаде, А.Х., Асланов, Дж.Н. Повышение работоспособности шарового крана // Теоретические и практические аспекты научных исследований”, Материалы межвузовской научно-практической конференции, - Нефтекамск: Научно-издательский центр "Мир науки", 19 апреля, -2019, -с. 67-71.
35. Асланов, Дж.Н. Уплотнительный узел запорных устройств / Дж.Н. Асланов, К.С.Гасанов, Ф.Г.Байрамов; – Пенза: Наука и Просвещение, - 2019. – 10 с
36. Aslanov, J.N. Research of the operability of the plate-shaped springs used in improved direct gate valves / J.N.Aslanov, Z.S.Hüseynli // Journal of multidisciplinary Engineering Science Studies, - Berlin: - 2019. №5(11), - p. 2911-2913.
37. Aslanov, J.N. Model design for predicting the efficiency of improved valve constructions during statistical data based exploitation / J.N.Aslanov, A.B.Sultanova, İ.A.Habibov // IFAC-PapersOnline, - Austria: - 2019. №52(25), - p. 547-550.
38. Aslanov, J.N. The management of characteristics of the new two-layer rubber matrix seals / J.N.Aslanov, S.M.Abasova, Z.S.Huseynli // EUREKA, Physics and Engineering, - Estonia: - 2020. №5, - p. 60-68.
39. Aslanov, J.N. New model rubber matrix for connectors application of sealers // - Baku: Equipment. Technologies. Materials, - 2020. №3(1), - p. 15-17.
40. Dyshin, O.A. Fractal analysis of structural and mechanical characteristics of an interfacial region in epoxy polymer nanocomposites / O.A.Dyshin, I.A.Gabibov, J.N.Aslanov [et al.] // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics, - USA: - 2020. №61(4), - p. 669-675.
41. Mamedov, V.T. Stress-Strain State of Sealing Rubber Membranes at Large Deformations /V.T.Mamedov, G.A. Mamedov, J.N.Aslanov // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics, - USA: - 2020. №61(2), - p. 152-157.

42. Aslanov, C.N. Təkmilləşdirilmiş siyirtmə konstruksiyalarının hissə və düyünlərinin seçilməsi // - Bakı: “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” Elmi-Tədqiqat İnstitutu, Elmi Əsərlər, - 2021. №21, - s. 325-330.
43. Aslanov, C.N. Təkmilləşdirilmiş siyirtmə konstruksiyasının dayanıqlığının tədqiqi / C.N.Aslanov, N.A.Zeynalov // - Bakı: “Equipment. Technologies. Materials”, - 2021. №8 (4), - s. 41-45.
44. Aslanov, C.N. Tribotexniki düyünlərdə mexaniki proseslər // - Bakı: “Equipment. Technologies. Materials”, - 2021. №8 (4), - s. 4-9.
45. Aslanov, C.N. Yüksək təzyiqli düzaxınlı siyirtmələrin təkamül prosesinin təhlili / C.N.Aslanov, Z.H.Abiyeva // - Bakı: “Avadanlıqlar. Texnologiyalar. Materiallar.”, - 2021. №6 (2), - s. 40 - 48.
46. Асланов, Дж.Н. Молекулярное взаимное прикосновение поверхностей с высшим классом чистоты / Дж.Н.Асланов, М.А.Исмаилов // -Украина: Молодий вчений - 2021. №10 (98), - с. 1-4.
47. Aslanov, J.N., Sultanova, A.B., Huseynli, Z.S., Mustafayev, F. F. Determination of Radial Strains in Sealing Elements with Rubber Matrix Based on Fuzzy Sets // 11th international Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perceptions and Artificial Intelligence- ICSCCW-2021 - Antalya: SpringerLink, -26 Avqust -27 Avqust, -2021, - p. 765-773.
48. Aslanov, C.N. Bağlayıcı quruluşlarda sürtünmənin tədqiqi // - Bakı: “Equipment. Technologies. Materials”, - 2022. №12 (4), - s. 76-80.
49. Babanlı, M.B., Düzaxınlı siyirtmə, Patent F2022 0009, Azərbaycan Respublikası / Məmmədov Q.A., Aslanov C.N.: Azərbaycan Respublikası Əqli Mülkiyyət Agentliyi, - 2022, U2017 0020 (a 2017 0123)
50. Aslanov, C.N., Tənzimlənən drosselin tıxac düyünü, Patent F2022 0013, Azərbaycan Respublikası / Babaxanova L.T.: Azərbaycan Respublikası Əqli Mülkiyyət Agentliyi, - 2022, - U 2017 0023 (a 2015 0146)

51. Aslanov, C.N., Düzaxınlı sıyirtmə, Faydalı model U2018 0013, Azərbaycan Respublikası / Məmmədli F.S.: Azərbaycan Respublikası Əqli Mülkiyyət Agentliyinin tabeliyində olan Patent və Əmtəə Nişanlarının Ekspertizası Mərkəzi, - 2022, - U2018 0013
52. Асланов, Дж.Н. Подбор деталей и узлов усовершенствованных конструкций задвижек / Дж.Н.Асланов, Р.Т.Алиева // - Баку: "Equipment. Technologies. Materials", - 2022. № 10 (02), - с. 67-71.
53. Babanli, M.B. Cracks in hybrid fiber metal laminated nanocomposites under uniaxial tension / M.B.Babanli, R.K.Mekhtiyev, N.A.Gurbanov [et al.] // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics, - USA - 2022. №63(5), - p. 876–883.
54. Mehtiyev, R.K. Modeling of a fibrous composite reinforced with unidirectional fibers, weakened by adhesion cracks during longitudinal shear / R.K. Mehtiyev, J.N.Aslanov, K.H. Ismayilova [et al.] // COIA 2022 Proceedings, - Baku: - 2022. №2, - p. 339-341.
55. Mammadov, K.S. Frictional wear of improved valve hermetic elements caused by heat transfer / K.S.Mammadov, J.N.Aslanov // Jurnal Tribologi, -Kuala Lumpur: - 2022. №35, - p. 134–149.
56. Aslanov, J.N. Development of packer mounting in repair wells / J.N.Aslanov, Z.S.Hüseynli, S.M.Abasova [et al.] // «EUREKA: Physics and Engineering», - Tallinn: - 2022. №6, - p. 99–105.
57. Aslanov, J.N. Durability study of specialized sealing elements / J.N.Aslanov, Z.S.Hüseynli, N.M Abbasov [et al.] // International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, - Bucharest: - 2022. №14(3), - p. 8-13.
58. Aslanov, J.N. Design and performance analysis of improved valve construction being used in oil and gas industry / J.N.Aslanov, K.S.Mammadov // International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, - Bucharest: - 2022. №14(2), - p. 98–103.
59. Aslanov, J.N. Selection of structural materials for improved Liner motion gate valves based on friction correlation method / J.N.Aslanov, K.S.Mammadov, N.A.Zeynalov // International Journal

- of Advanced Technology and Engineering Exploration, -: - 2022. №9(87), - p. 155-166.
60. Babanlı, M.B., Düzaxınlı siyirtmə, Faydalı model U2023 0023, Azərbaycan Respublikası / Aslanov C.N.: Azərbaycan Respublikası Əqli Mülkiyyət Agentliyinin tabeliyində olan Patent və Əmtəə Nişanlarının Ekspertizası Mərkəzi, - 2023, - U2023 0023
61. Babanlı, M.B., Düzaxınlı siyirtmə, Bildiriş Faydalı model U2023 0033, Azərbaycan Respublikası / Aslanov C.N., Həmidova G.Ə.: Azərbaycan Respublikası Əqli Mülkiyyət Agentliyi, - 2023, - U2023 0033
62. Aslanov, C.N., Düzaxınlı siyirtmənin tıxayıcı düyünü, Faydalı model U2021 0028, Azərbaycan Respublikası / Məmmədov X.S.: Azərbaycan Respublikası Əqli Mülkiyyət Agentliyinin tabeliyində olan Patent və Əmtəə Nişanlarının Ekspertizası Mərkəzi, - 2023, - U2021 0028
63. Aslanov, J.N. Increasing ball valve workability by changing the design of its hermetic element / J.N.Aslanov, Kh.S. Mammadov, N.A. Zeynalov [et al.] // International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, - Bucharest: - 2023. №15(2), - p. 1-6.
64. Aslanov, J.N. Investigation of magnetic equipment in ball valve / J.N.Aslanov, M.E.Rzayev // Equipment. Technologies. Materials, - Baku: - 2022. №11(3), - p. 31-38.
65. Aslanov, J.N. Study of physical processes created by sand grains in the working nodes of adjustable throttle / J.N.Aslanov, T.U.Khankishiyeva, L.T.Huseynova // International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, - Bucharest: - 2023. №15(1), - p. 171-177.

Həmmüəlliflərlə yerinə yetirilən işlərdə iddiaçının şəxsi əməyi:

[1],[2],[3],[4],[5],[6],[16],[17],[20],[22],[26],[39],[42],[44],[48] -

müstəqil şəkildə;

[40],[53],[54]- alınan nəticələrin təhlili;

[7],[8],[9],[10],[11],[12],[13],[14],[15],[18],[19],[21],[23],[23],[25],

[27],[28],[29],[30],[31],[32],[33],[34],[35],[36],[38],[41],[45]

[43],[46],[47],[49],[51],[52],[50],[55],[56],[57],[59],[60],[61],[63],[64]

[65]- Məsələnin qoyuluşu müəllif tərəfindən, qalan işlər isə bərabər səviyyədə yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın müdafiəsi «11» aprel 2025-ci il tarixində saat 13⁰⁰- da “Neftin Gazın Geotexnoloji Problemləri və Kimya” ETİ -nin (Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti) nəzdində fəaliyyət göstərən BED 3.18 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1010, Bakı şəhəri, Dilarə Əliyeva 227.

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

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat «10» mart 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb:00.00.2025
Kağızın formatı:A5
Həcm:79000
Tiraj:100 nüsxə