

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**DƏMİRYOL HƏRƏKƏT VASİTƏLƏRİNİN
İNNOVATİV DARTI İNTİQALININ
İŞLƏNİLMƏSİ VƏ TEXNİKİ SƏVİYYƏSİNİN
QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ**

İxtisas: 3313.02 - «Maşınlar, avadanlıqlar və proseslər»

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: İlham Dilqəm oğlu Hüseynov

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş
dissertasiyanın

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

Bakı – 2024

Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetinin “Mexatronika və maşın dizaynı” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

Əməkdar mühəndis, t.e.d., prof.
Ayaz Hidayət oğlu Abdullayev

Rəsmi opponentlər:

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının _____ Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən _____ Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

Elmi seminarın sədri:

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Dünya logistik sistemində yük və sərnişin daşımalarına tələblər hər il yüksəlir, artan tələbat həmdə müasir texnologiyalara uyğun, əhaliyə xidmətin yüksək səviyyəsini təmin edən, müxtəlif dövlətlərin nəqliyyat sistemlərinin bir-birinə inteqrasiyasını nəzərə alaraq unikalıq yaradan və daşımaların etibarlıq, rahatlıq, səmərəlilik və çeviklik prinsiplərini ödəyən dərzi vasitələri tələb edir¹.

Yük və sərnişin daşımalarına olan tələbatın ödənilməsi üçün dəmir yollarının daşıma qabiliyyətinin artırılması tələb olunur ki, bunada hərəkət vasitələrinin texniki səviyyəsinin yüksəldilməsi, yük və sərnişin lokomotivlərinin daha səmərəli konstruksiyalarının tətbiqi, lokomotiv parkından daha səmərəli istifadə edilməsi, hərəkət tərkibi dövriyyəsinin sürətləndirilməsi, qatarların kütləsinin və hərəkət sürətinin artırılması və ümumilikdə dəmir yolu hərəkət vasitələrinin texniki-iqtisadi göstəricilərinin yaxşılaşdırılması nəticəsində nail olmaq olar. Dəmiryol nəqliyyatı ilə yük və sərnişin daşımalarının həcmnin artması hərəkət vasitələrinin konstruksiyasının təkmilləşdirilməsi və onların dərzi qovşaqlarının innovativ hissələrlə əvəzlənməsini tələb edir. Yeni iqtisadi şəraitdə dəmiryol hərəkət vasitələrinin texniki səviyyəsinin yüksəldilməsini təmin edən innovativ dərzi intiqalının işlənməsi dissertasiyanın **aktuallığını** müəyyənləşdirir.

Dəmir yolu sistemində mövcud dərzi vasitələri parkının qorunub saxlanması və innovativ dərzi vasitələrinin yaradılması müasir dövrdə yeni texnika və mütərəqqi texnologiyaların tətbiq olunması ilə yerinə yetirilməlidir. Bütün bu məsələlərin həlli isə dərzi təsərrüfatı sahəsində elmi tədqiqat işlərinin aparılmasından asılıdır. Bu məqsədlə də **“Dəmiryol hərəkət vasitələrinin innovativ dərzi intiqalının işlənməsi və texniki səviyyəsinin qiymətləndirilməsi”** mövzusunda dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi müasir dövrdə olduqca əhəmiyyətlidir.

¹ Rəsulov, Q.N. Dəmiryol yoldəyişənin innovativ mexaniki intiqalının işlənməsi və tədqiqi: / texnika üzrə fəlsəfə doktoru dis. avtoferatı. / – Bakı, 2022. -39s

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Dissertasiya işinin məqsədi dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqallarının tədqiq edilməsi, onların etibarlılıq, iqtisadi səmərəlilik, kütlə və ümumilikdə texniki səviyyə meyarları üzrə qiymətləndirilməsi və mövcud dartı intiqallarında olan qüsurların və çatışmazlıqların aradan qaldırılmasına imkan verən, yeni konstruksiyalı innovativ dartı intiqalının işlənməsidir.

İşdə qarşıya qoyulan vəzifələr dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqallarının istismar göstəricilərinin təhlili aparılmaqla, gözlənilməz intinalar əsasında dartı hərəkət vasitələrinin təmirə ayrılmasının analizi və onların baş vermə səbəblərinin əsas xüsusiyyətlərinin təyin edilməsi və bunun əsasında dəmiryol nəqliyyatına mənfi təsirlərin müəyyənəşdirilməsi, dartı intiqalının texniki səviyyəsini xarakterizə edən titrəyiş, yeyilmə, yükün qeyri bərabərliyi kimi parametrlərin qiymətləndirilməsi, tədqiqatın optimallıq meyarının seçilməsi, innovativ dartı intiqalının işlənməsi, onun işlənmə metodologiyasının hazırlanması və iqtisadi səmərə, təhlükəsizlik və işgörmə qabiliyyəti göstəricilərinin qiymətləndirilməsi məsələlərindən ibarətdir.

Tədqiqat metodları. Dissertasiya işi axtarıla konstruksiyatmə əsasında EVRİSTİK metodla yerinə yetirilmişdir. İşdə qarşıya qoyulmuş məsələlər laboratoriya və istehsalat şəraitində aparılmış, nəzəri və eksperimental tədqiqatlar əsasında həll edilmişdir. Tədqiqatların aparılması üçün istehsalat müəssisələrində istismar edilən dəmiryol hərəkət vasitələrinin statistik göstəriciləri təhlil edilmiş, dartı intiqallarının qüsurları və çatışmamazlıqları, onları yaradan səbəblər ətraflı öyrənilərək yeni nəsil dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqalları ilə müqayisəsi aparılmışdır. Riyazi metodların köməyi ilə qatarın hərəkət tənliyi qurularaq fırlanan hissələrin ətalət əmsalını nəzərə almaqla müxtəlif üsullarla həll edilmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Dartı intiqalları kompleks şəkildə tədqiq edilərək, sistemə daxil olan konstruktiv, texnoloji və istismar parametrlərin qarışıqlıq təsirləri müəyyən edilir;

Yeni konstruktiv icralı üç pilləli reduktordan ibarət iki tərəfli dartı intiqalı işlənilir.

Innovativ reduktorların dəmiryol hərəkət vasitələrinə tətbiqi sayəsində metal tutumunun azalması, qabarit ölçülərin kiçilməsi və

faydalı iş əmsalının artırılması hesabına istismar xərclərinin azaldılmasının mümkünlüyü əsaslandırılır;

Yeni konstruktiv icralı üç pilləli innovativ reduktordan ibarət iki tərəfli dartı intiqalının texniki səviyyəsinin qiymətləndirmə metodikası işlənir;

Dəmiryol hərəkət vasitələrinin innovativ dartı intiqalına dinamiki təsirlərin qiymətləndirilməsi laboratoriya şəraitində aparılır;

Qatarların hərəkətinə təsir edən amillər tədqiq edilərək, fırlanan hissələrin ətalət əmsalını qatarın hərəkət tənliyində nəzərə almaqla texniki xarakteristikanın yeni parametrləri müəyyən edilir.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Yerinə yetirilən tədqiqat işi, dəmiryol hərəkət vasitələrinin təmiri və istismar sisteminin konkret spesifikasiyasını əhatə edərək, aktual məsələ hesab olunur və dəmiryol hərəkət vasitələrinin iqtisadi effektivliyinin və etibarlılığının artırılmasında, eləcədə istifadə əmsalının yüksəldilməsində xüsusi əhəmiyyətə malikdir.

Təklif olunan dartı intiqalı dəmiryol hərəkət vasitələrinin maya dəyərinin aşağı salınmasına, istismar xərclərinin azaldılmasına və etibarlılığın artırılmasına imkan verməklə texniki səviyyənin yüksəldilməsini təmin edir.

Baxılan dissertasiya işində dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqallarının dartı reduktorlarının modelləşdirilməsi məsələsi qarşıya qoyularaq, dartı reduktorunun dişli çarxlarının dişləri arasında qeyri sabit qüvvələrin və titrəyişin azaldılmasını təmin edən texniki səviyyənin standart tələblərinə cavab verən, iki val üzərində yerləşdirilmiş üç pillədən ibarət dartı redukturlu innovativ dartı intiqalının işlənilməsi nəzərdə tutulur. İnnovativ dartı intiqalının əsas üstünlüyü kütlənin azaldılması və qabarit ölçülərin kiçildilməsi ilə fırlanan hissələrin ətalət əmsalının dəyişdirilməsi hesabına qatarların dinamiki xüsusiyyətlərinə müsbət təsirlərin əldə edilməsidir. İşlənmiş intiqalın kompüter simulyasiyası ilə tədqiqi dissertasiya mövzusunə daxil edilməmişdir. Gələcəkdə tədqiqat obyektini kimi istifadə edilə bilər.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin əsas müddəaları aşağıdakı konfrans, simpozium və seminarlarda təqdim olunaraq müzakirə edilmişdir:

1. Azərbaycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 90-cı il dönümünə həsr edilmiş “Azərbaycan 2020: neft-qaz sənayesinin inkişaf perspektivləri” adlı elmi praktiki konfrans”, 2013;
2. “Ölçmə və keyfiyyət: problemlər, perspektivlər” mövzusunda Beynəlxalq Elmi-texniki konfrans. 2018;
3. “Azərbaycanın nəqliyyatı; nəqliyyətlər, problemlər və perspektivlər” mövzusunda Respublika Elmi konfransı// Bakı, 16-17 aprel 2019, səh. 200-204;
4. Prosedings, XII International Scientific Conference, IX International Symposium of Young Researchers// Transport problems. 2020, səh. 265-274, Polşa;
5. Respublika Elmi Konfransı Sumqayıt Dövlət Universiteti konfrans materialları. №6, 2020, səh. 330-332;
6. 12-й Международной научно-практической конференции «Перспективы развития локомотиво-, вагоностроения и технологии обслуживания подвижного состава» Ростов, 2020, стр. 24-26;
7. The XVI International Scientific. Problems and innovations. July 26 2021, East Lansing, Michigan/ USA ISBN:978-605-74249-1-4;
8. Шестой международной научно-практической конференции «Транспорт и логистика: актуальные проблемы стратегического развития и операционного управления» (2022);
9. Doktorant və gənc tədqiqatçıların Respublika elmi konfransı// Bakı, 2022.

İşin əsas məzmunu 23 əsərdə müxtəlif jurnallarda nəşr etdirilmişdir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Azərbaycan Dəmir Yolları QSC-nin istehsal müəssisələrində aparılan müşahidələr, eksperimentlər və statistik məlumatlar əsasında Azərbaycan Texniki Universitetində yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiya işinin ümumi həcmi 39 şəkil, 8 qrafik, 11 cədvəl, 112 adda ədəbiyyat siyahısı olmaqla mətni kompyüterdə yazılmış 147 səhifə, şəkillər, cədvəllər, qrafiklər, əlavələr və ədəbiyyat siyahısı istisna edilməklə 197446 işarədən ibarətdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Dissertasiya işi giriş, dörd fəsil, istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı və əlavələrdən ibarətdir.

Giriş hissəsində dəmiryol nəqliyyatının maddi-texniki bazasının təhlili, fərqli cəhətləri, qarşısında duran məsələlər, Azərbaycan dəmir yollarının dartı təsərrüfatı və dartı vasitələrinin mexaniki intiqalları, mövzunun aktuallığı, işlənmə dərəcəsi, tədqiqatın məqsəd və vəzifələri, metodları, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar, tədqiqatın elmi yeniliyi, onun nəzəri və praktiki əhəmiyyəti müəyyən edilərək dissertasiya işinin əsas ideyası tapılmışdır. İşin elmi-tədqiqat işləri ilə əlaqəsi, strukturu və həcmi göstərilmişdir.

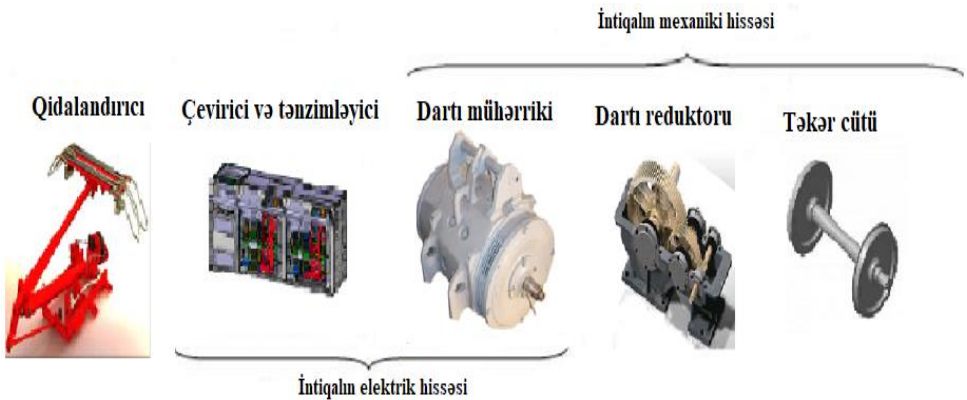
Birinci fəsildə Dəmiryol hərəkət vasitələri və onların dartı intiqalları üzrə aparılmış tədqiqat işlərinin icmal verilmiş, işin məqsəd və tapşırıqları müəyyən edilmişdir. Nəqliyyat sənayesinin mühüm tərkib hissəsi olan dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqalları tədqiq edilmişdir. Dartı intiqalının əsas hissələrinin işləmə şəraitini, intiqalın uzunömürlüyünü müəyyən edən əsas faktorlar kimi funksional zəncirdəki dinamik hadisələrin, ötürmənin işləmə şərtlərinin yaxşılaşdırılması üzrə effektiv tədbirlərin, konstruksiyanın təkmilləşdirilməsi yollarını xarakterizə edən tendensiyaaların öyrənilməsinə, eləcə də dartı intiqallarının istismar və təmir texnologiyalarının dərinlən təhlilinə xüsusi diqqət yetirilmənin aktuallığı qeyd edilir.

Dartı intiqalı – müəyyən növ enerjini müqavimətin dəf olunması üzrə hərəkətə çevirməyə xidmət edən qurğular kompleksidir².

Enerjini bilavasitə işə çevirmə funksiyasını intiqalın icraedici orqanı – nəqliyyat vasitəsinin hərəkətdiricisi yerinə yetirir. Elektrik enerjisini mexaniki işə çevirən dartı intiqalının tərkibinə hərəkətdiricidən başqa dartı reduktoru, dartı mühərriki, çevirici və tənzimləyici qurğular daxildir (şəkil 1).

İkinci fəsildə dəmiryol hərəkət vasitələrinin innovativ dartı intiqalı işlənmiş, texniki səviyyə göstəriciləri müəyyən edilmiş və səciyyəvi parametrlər təyin edilmişdir.

² Бирюков И.В., Беляев А.И. Рыбников Е.К Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог. М.: Транспорт, 1986, – 256 с



Şəkil 1. Dartı intiqalının konstruktiv elementləri

Dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqalının vəziyyəti.

Müasir dövrdə qatarların təhlükəsiz hərəkətinin təmin olunması, eləcə də dəmiryol hərəkət vasitələrinin istismar göstəriciləri onların əsas məsuldarlığını və texniki-iqtisadi göstəricilərini formalaşdıran dartı intiqallarından və onun texniki səviyyəsindən asılıdır. Ona görə də dartı intiqalına və onun ötürücü mexanizmi olan dartı reduktorlarına xüsusi tələblər qoyulur.

Uzun illər ərəfəsində dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqalları, xüsusən də onların ötürmə mexanizmləri mərhələlərlə təkmilləşdirilmişdir. Reduktorların konstruksiyalarının müxtəlifliklərinə baxmayaraq, onların struktur sxemləri oxşardır. Lakin, indiyə qədər bütün maşın və qurğularda bir qayda olaraq, klassik quruluşlu reduktorlar istifadə olunur ki, onların da aşağıdakı bir sıra çatışmazlıqları mövcuddur:

- f.i.ə.-nin və etibarlıq səviyyəsinin aşağı olması;
- material tutumunun və əndazə ölçülərinin böyük olması;
- nisbətən mürəkkəb və bahalı istehsal texnologiyası;
- konstruktiv elementlərinin unifikasiyasının mümkünsüzlüyü;
- reduktorun en ölçüsünün artırılması hesabına ümumi ötürmə ədədinin artırılmasının qeyri-mümkünlüyü.

İnnovativ dartı intiqalının işlənilməsi məsələsi onunla həll edilir ki, vahid gücə düşən artırılmış kütlə və həcm göstəricilərinə malik olan

sürətli mühərrik tətbiq etməyə imkan verən, təkər cütünə yaxın yerləşən, dartqı mühərrikinə nəzərən simmetrik yerləşdirilmiş eyni ölçü və kinematik sxemli iki üçpilləli dişli çarxlı reduktor ötürmə mexanizminə daxil edilmiş, həmçinin yükün təkərlər arasında qeyri-bərabər paylanması ləğv edilmiş, belə ki, təkər cütünün valı eyni zamanda reduktorların da çıxış valı olmaqla, həm elektrik mühərrikinin, həm də reduktorların üfüqə nəzərən zəruri bucaq altında yerləşdirilməsinə imkan verir; iki vallı, üçpilləli, biraxınlı dişli reduktorlar gövdə, aparan valın üzərində işgil birləşməsi vasitəsi ilə sərt yerləşdirilmiş aparan dişli çarxa malikdir; həmin valın üzərində oturdulmuş sürüşmə yastıqları üzərində oxu ətrafında sərbəst fırlanan ikitacılı dişli çarx bloku yerləşdirilmişdir; aparıcı val öz növbəsində reduktorun gövdəsində diyirlənmə yastıqlarında oturdulmuşdur; təkər cütü valının çıxış ucu olan aparılan valın üzərində isə sürüşmə yastıqlarında oturdulan və onun oxu ətrafında sərbəst fırlanan ikitacılı dişli çarx bloku yerləşdirilmişdir; işgil birləşməsi vasitəsilə aparılan valla sərt birləşdirilmiş dişli çarx; reduktorun gövdəsində yerləşdirilmiş diyirlənmə yastıqlarında oturdulan, fırlanma momentinin təkər cütünə ötürülməsində bilavasitə iştirak edən aparılan val sərbəst fırlanır; həm də yığılmasının sadələşdirilməsi və hazırlanması zamanı yol verilə biləcək səhvin təsirinin istisna edilməsi üçün elastik örtüklü toroidal iki birləşdirici muftadan istifadə edilmişdir və onlar dartı elektrik mühərrikinin güc axınının hər iki tərəfində yerləşdirilmişdir³.

Qeyd olunanlar aşağıdakıları təmin edir:

- mexaniki sistemdən bir aralıq valın və üç diyirlənmə yastığının ləğv edilməsi hesabına biraxınlı, üçpilləli dişli ötürmə mexanizminin etibarlıq səviyyəsinin yüksəlməsini və material tutumunun azalmasını;
- hazırlanmanın, yığılmanın texnolojiliyini, təmirə yararlılığı və unifikasiyanı;
- valların və onlarda oturdulmuş ikitacılı dişli çarx bloklarının eyni istiqamətdə fırlanması hesabına f.i.ə.-nin yüksəlməsini;

³ Абдуллаев А.И. Тяговый привод подвижного состава, , F16H 1/20 ЕАПО, №043160, Евразийская патент, Наджафов А.М., Гусейнов И.Д., Челеби И.Г., Расулов Г.Н., Адгезалова С.А. Евразийский патент 2023, Бюллетень №4, 4 с.

- pillələrin sayını və deməli, reduktorların ötürmə ədədini zəruri qiymətədək artırmaq imkanını;
- hərəkətli tərkibin dartqı intiqalının texniki səviyyəsini müasir (rekord) dünya nümunələrinin səviyyəsində artırmağa.

Dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı inteqalının təklif olunan innovativ ötürmə mexanizminin əsas xarakterik parametrləri GMK 2-58-495D reduktor nümunəsi üzərində müəyyən edilir.

Bu konsepsiyaya görə, innovativ üçpilləli dişli çarx ötürmə mexanizminin xarakterik parametrlərinin təyin edilməsi üçün mövcud dartı intiqalının xarakterik parametrləri əsasında uyğunluq hesablamaları aparılır. Aşağıdakı cədvəldə innovativ dartı intiqalının işlənməsi üçün mövcud dartı intiqalının tələb olunan parametrləri verilir (cədvəl 1).

Cədvəl 1. Mövcud dartı intiqalının xarakterik parametrləri

Parametr	Yazılışı	Qiyməti
Mühərrik gücü, kVt	N	500
Valın fırlanma tezliyi, dövr/dəq	N	2074
Modul, mm	M	8
Ümumi ötürmə ədədi,	U	5.771
Mühərrikin xarici diametri, mm	d_m	510
Təkər cütü valının təkər oturan hissəsinin diametri, mm	d_{vmax}	230
Təkər cütü valının dişli çarx oturan hissəsinin diametri, mm	$d_{vdç}$	197
Reduktorun eni, mm	B	435
Mərkəzlərarası məsafə, mm	a_w	632
Aparılan valın fırlanma momenti, N m	T_3	12261
Aparan valının nominal fırlanma momenti Nm	T_n	2303
Mühərrikin gövdəsi ilə təkər cütü valının arasındakı minimum məsafə, mm	Δ	30

Qarşıya qoyulan texniki həllə nail olmaq üçün innovativ reduktorların dəmiryol hərəkət vasitələrində tətbiqinin mümkünlüyünü araşdıraraq uyğunluq parametrlərini müəyyən etmək tələb olunur.

Uyğunluq parametrləri aşağıdakılara görə təyin edilir:

1. Həndəsi ölçülər - $H \rightarrow \min$ (kütləni xarakterizə edir. Maya dəyərinə və istismar göstəricilərinə birbaşa təsir edir);

2. Faydalı iş əmsali - $\eta \rightarrow \max$ (enerji xərclərini xarakterizə edir və istismar xərclərinin əsasını təşkil edir);

3. Etibarlıq dərəcəsi - $Q \rightarrow \max$ (təhlükəsizliyi xarakterizə edir).

Bu parametrlər texniki səviyyənin üçbucaq qaydasını müəyyən edir və gələcəkdə hər üç parametr üzrə optimal qiymətin tapılmasında istifadə edilə bilər.

Dartı intiqalının texniki səviyyəsinin həndəsi ölçülərin uyğunluq parametrlərini müəyyən etmək üçün müasir dəmiryol hərəkət vasitələrindən Stadler elektrik qatarlarının dartı intiqalını nəzərdən keçirək. Müasir tipli elektrik qatarlarının dartı intiqalında bir tərəfli iki pilləli dişli çarx ötürməsindən ibarət reduktor tətbiq edilib. Təkər cütü valının mərkəz hissəsində böyük diametrlili birləşdirici element quraşdırılıb ki, buda mərkəzlər arasındakı məsafənin kiçildilməsini məhdudlaşdırır və ötürmənin baş verməsi yalnız aralıq valdan istifadənin köməyi ilə mümkün olur (şəkil 3).

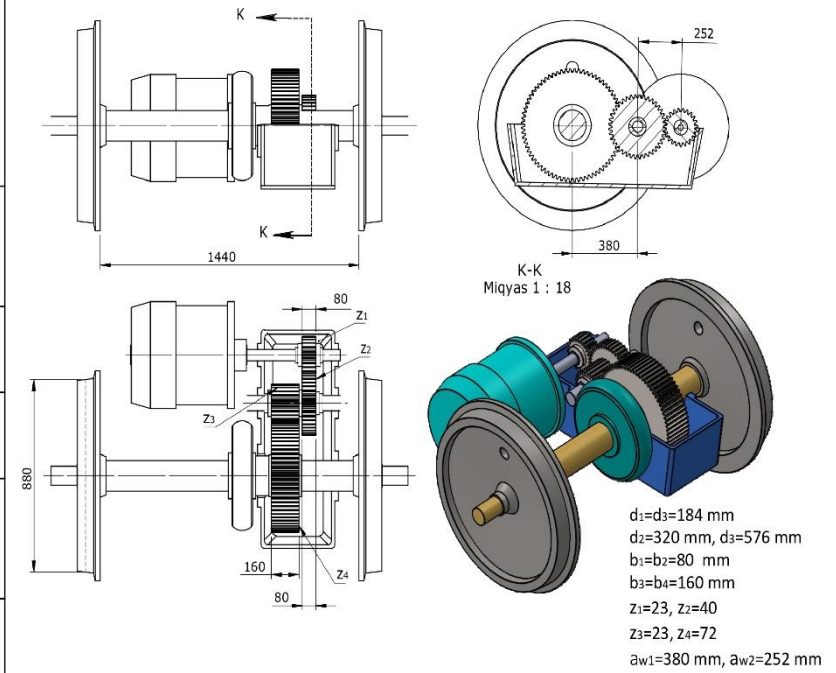
Birinci uyğunluq parametrlərinin hesablanması: $H \rightarrow \min$.

Mərkəzlər arasındakı məsafənin minimum qiyməti təmin edilir:

Silindrik düz dişli çarxlar üçün mərkəzlərarası məsafənin minimum qiymətini aşağıdakı kimi hesablayaq:

$$a_{\min} = 0.5(d_m + d_{vd\zeta}) + \Delta = 0.5 + (510 + 197) + 30 = 383.5 \quad (1)$$

Mərkəzlərarası məsafənin minimum qiymətini 385 mm qəbul edirik.



Şəkil 3. Müasir elektik qatarının dartı intiqalı

Aparan dişli çarxın minimum diametrini hesablayaq:

$$d_{1\min} = d_{v\max} + S = 230 + 20 = 250 \text{ mm} \quad (2)$$

Burada, S – dişli sağanığın qalınlığıdır; $S = 20 \text{ mm}$ qəbul edirik.

Mərkəzlərarası məsafənin və kiçik dişli çarxın diametrinin minimum qiymətləri şərtindən dişli çarxların həndəsi ölçülərini və dişlərin sayını təyin edək:

$$\left\{ \begin{array}{l} d_2 = u_1 \cdot d_1 \\ 0.5(d_1 + d_2) = a_w \end{array} \right\} \quad (3)$$

Mərkəzlərarası məsafənin və ötürmə ədədinin qiymətlərini (3) ifadəsində yerinə yazsaq, onda

$$\left\{ \begin{array}{l} d_2 = 1.793 \cdot d_1 \\ 0.5(d_1 + d_2) = 385 \end{array} \right\} \text{ olar.}$$

Alınmış sadə tənliklər sistemini həll etsək, aşağıdakı qiymətləri alarıq.

$$d_1 = 275.9 \text{ mm}; d_2 = 494.01 \text{ mm}$$

$$Z_1 = \frac{d_1}{m} = \frac{275.9}{8} = 34.5; Z_2 = \frac{d_2}{m} = \frac{494.01}{8} = 61.75 \quad (4)$$

$$Z_1 = 35; Z_2 = 62 \text{ qəbul edirik}$$

Burada, m - ilişmə modulu olub, nominal fırlanma momentindən və ötürmənin tərəflərinin sayından asılı olaraq aşağıdakı kimi təyin edilir.

$$m = \frac{0.0013 \cdot T_1}{k} + (6.5 \div 8.8) = \frac{0.0013 \cdot 2303}{2} + (6.5 \div 8.8) \quad (5)$$

$$= (7.9 \div 10.2)$$

Dişli çarxların diametrlərinin və mərkəzlərarası məsafənin həqiqi qiymətlərini müəyyən edək.

$$d_1 = mZ_1 = 8 \cdot 35 = 280 \text{ mm} \quad (6)$$

$$d_2 = mZ_2 = 8 \cdot 62 = 496 \text{ mm}$$

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{280 + 496}{2} = 388 \text{ mm} \quad (7)$$

İnnovativ dartı intiqalının reduktorunun hesablanmış mərkəzlərarası məsafəsinin qiyməti mövcud reduktorun mərkəzlərarası məsafəsinin qiyməti ilə müqayisə edilərək fərq aşağıda göstərilir.

$$a_w \% = \frac{a_{wmdi} - a_{widi}}{a_{wmdi}} \cdot 100 \% = \frac{632 - 388}{632} \cdot 100 \% = 38.6 \%$$

İkinci uyğunluq parametrinin hesablanması: $\eta \rightarrow \max$

Obyektiv iqtisadi göstərici kimi elektrik enerjisinin minimum xərcləri qəbul olunur. Enerji xərclərini xarakterizə edən dartı intiqalının faydalı iş əmsalının hesabat ifadəsinə təklif edilən innovativ dartı intiqalının üstünlüyünü xarakterizə edən təkan əmsalı daxil edilir⁴:

⁴ Наджафов А.М. Поисковое конструирование механического привода штанговых насосов // Баку 2008, «ЕЛМ». 256 стр.

Dişli çarx ötürməsinin f.i.ə.-nı $\eta_{dç} = 0.98$, bir cüt diyirlənmə yastığının f.i.ə.-nı $\eta_{dy} = 0.99$ qəbul etsək, onda innovativ üçpilləli reduktorun f.i.ə.

$$\eta^* = \eta_{dç}^3 \eta_{dy}^4 (1 + \chi) = 0.9412 \cdot 0.9606 \cdot (1 + 0.0459) = 0.9455 \quad (8)$$

Burada, χ – ikiqat sürüşmə yastıqları üzərində dişli çarxların valla və bir-biri ilə eyni istiqamətli fırlanmasının, eləcədə yağlamanın müsbət təsirini nəzərə alan əmsal (təkan əmsalı) olub, 0,0459 qəbul edilir⁴.

Dartı intiqalının ötürmə mexanizminin faydalı iş əmsalının və enerji sərfiyyatının müqayisəsi aparılır. Bunun üçün mövcud intiqalın faydalı iş əmsalını hesablayıb, innovativ intiqalın faydalı iş əmsalı ilə müqayisə etmək tələb olunur.

$$\eta_{mdi} = \eta_{dç}^2 \eta_{dy}^4 = 0,98^2 \cdot 0,99^4 = 0,9226 \quad (9)$$

$$\eta\% = \left(1 - \frac{\eta_{mdi}}{\eta_{idi}}\right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{0,9455}{0,9226}\right) \cdot 100\% = 2,48\% .$$

Burada, η_{mdi} və η_{idi} – mövcud olan və təklif edilən, dartı intiqallarının faydalı iş əmsallarıdır;

Tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, innovativ reduktorlarda sürüşmə sürtünməsi yastıqlarının fırlanma istiqaməti ilə valların fırlanma istiqaməti eyni istiqamətdə olduğundan sürüşmə sürtünməsi yastıqlarının ara boşluqlarında yağ qatlarının qarşılıqlı yerdəyişməsi, bir-biri ilə təmasda olan səthlərin çıxıntılarının qismən toxunması və yağın özlülüyü ilə bağlı yerdəyişmə qüvvələri fırlanan hissələrin hərəkətinə və bununla da, onun FİƏ-na müsbət təsir edirlər. Aparılan hesablamaların nəticələrinə görə müəyyən edilmişdir ki, mövcud reduktorlar ilə müqayisədə innovativ çoxpilləli dişli çarx reduktorlarında FİƏ təxminən 2%-dən çox artıq olur.

Üçüncü uyğunluq parametrinin hesablanması: Etibarlıq dərəcəsi – $Q \rightarrow \max$

Dartı intiqallarının etibarlılığı onları təşkil edən ayrı-ayrı konstruktiv elementlərin etibarlıq əmsallarının qiymətlərindən formalaşır:

Mexaniki sistemdən iki diyirlənmə yastığı və bir aralıq valın çıxarılması, dayaqar arasında yükün qeyri-bərabər paylanması aradan qaldırılması, qüvvənin qolunun qısaldılması və reduktorların paralel yerləşdirilməsi hesabına etibarlıq artırılır.

Cədvəldə 1- də mövcud və innovativ dartı intiqalının təşkilədiciləri verilmişdir.

Dartı intiqalının etibarlılığının təşkilədiciləri

Cədvəl 1.

Xarakterik parametrlər	Dartı intiqalının növləri	
	mövcüd	innovativ
Dişli ilişmələrin sayı	4	6
Valların sayı	3	2
Diyirlənmə yastıqlarının sayı	6	4
Sürüşmə yastıqlarının sayı	-	2
Ətalət qüvvəsinin təsirini nəzərə alan əmsal		
Dişli ötürmələrin etibarlılıq dərəcəsi, Q1	0.99	0.99
Valların etibarlılıq dərəcəsi, Q2	0.995	0.995
Diyirlənmə yastıqlarının etibarlılıq dərəcəsi, Q3	0.96	0.96
Sürüşmə yastıqlarının etibarlılıq dərəcəsi, Q4	0.95	0.95
Dartı funksional zəncirinin etibarlılıq dərəcəsi, Q(t)	0.7144	0,9184
Dartı funksional zəncirinin etibarlılıq dərəcəsinin yüksəldilməsi, faizlə	$Q = \frac{Q_i - Q_m}{Q_m} \cdot 100 \%$ $= 23.99 \%$	

Bir ədəd innovativ və mövcud dartı reduktorunun etibarlılıq dərəcəsi aşağıdakı ifadəylə hesablanır:

$$Q = Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot \dots \cdot Q_n = \prod_k^n = 1Q_i \quad (10)$$

$$Q_{ir} = Q_1^6 \cdot Q_2^2 \cdot Q_3^4 \cdot Q_4^2 = 0.99^6 \cdot 0.995^2 \cdot 0.96^4 \cdot 0.95^2 = 0.7144$$

Burada, Q₁, Q₂, Q₃, Q₄ – uyğun olaraq dişli çarx ötürməsinin,

valın, bir cüt diyirlənmə yastığının və sürüşmə yastığının etibarlıq dərəcəsidir.

Nəzərə alsaq ki, reduktorlar paralel yerləşdirilib onda, innovativ intiqalın etibarlılıq dərəcəsi aşağıdakı kimi olar:

$$Q_i = Q_{ir} \cdot (2 - Q_{ir}) = 0.7144 \cdot (2 - 0.7144) = 0.9184 \quad (11)$$

Göründüyü kimi iki tərəfli birləşmələrdə intiqalın etibarlılığı xeyli yüksəlir.

$$Q\% = \frac{Q_i - Q_m}{Q_m} \cdot 100\% = \frac{0.9184 - 0.7407}{0.7407} \cdot 100\% = 23.99\%$$

Dartı intiqalında mühərrik-reduktor əlaqəsinin seçilməsi məsələsinə baxılaraq iki tərəfli ələqələndirmənin seçilməsi məqbul görülmüşdür. İki tərəfli ötürmələrdə gərginliyin qeyri-bərabər paylanması baş vermir ki, buda dartı intiqalının etibarlılığına əhəmiyyətli dərəcədə müsbət təsir göstərir⁵. Statistik məlumatlara, konstruktiv mülahizələrə və bəzi stend nəticələrinə görə aydın olur ki, bir tərəfli ötürmələrə nisbətən iki tərəfli ötürmələrdə dartı intiqalının etibarlılığının 20-30% həddində artırılması təmin edilir.

Dartı reduktorlarının dişli çarxlarının əyilməyə və kontakt dözümlülüyə möhkəmlik hesabı aparılaraq buraxıla bilən qiymətlərlə müqayisə edilir: Reduktorların dişli çarxları layihələndirilərkən iki növ hesablama aparılır - yoxlama və layihə. Dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqallarında isə layihə hesabı aparmağa adətən ehtiyac olmur, çünki, intiqalın elementlərinin ölçüləri müəyyən bir quraşdırma şəraitinə uyğunlaşma şərtindən müəyyən edilir. Ölçülər və ötürülən yük məlum olduqda yoxlama hesabının məqsədi mövcud şəraitdə mexaniki sistemin dözümlülük həddini müəyyən etməkdir. Yoxlama hesabı zamanı hesabi gərginliklər müəyyən edilir və buraxıla bilən gərginliklə müqayisəsi aparılır. Bunun üçün aşağıdakı ardıcılıqla hesablama aparılır:

1. Çevrəvi qüvvə təyin edilir:

$$F_{Ft} = \frac{2T_3}{d_1} = \frac{2 \cdot 6050 \cdot 10^3}{496} = 24.39 \cdot 10^3 \text{ N} \quad (12)$$

⁵ Курбасов А.С., Седов В.И., Сорин Л.Н. Проектирование тяговых электродвигателей: Учеб. Пособие для вузов. ж.-д. трансп. / Под ред. А.С. Курбасова. -М.: Транспорт, 1987, -536 с.

Burada: T_3 – ən çox yüklənmiş dişli çarxın fırlanma momenti, N/m;
 d_1 – dişli çarxın diametri, mm.

2. Dişin kontakt xəttinə düşən yük təyin edilir:

$$W_{Ft} = \frac{F_{Ft} k_{F\alpha} k_{F\beta} k_{Fv}}{b_{\omega}} = \frac{24.39 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 1.5 \cdot 1}{80} = 457 \frac{N}{mm}; \quad (13)$$

Burada: $k_{F\alpha}$ – yükün dişlər arasında qeyri bərabər paylanmasını nəzərə alan əmsal olub, düzdişli çarxlar üçün $k_{F\alpha} = 1$; $k_{F\beta}$ – dişin təmas xətti boyunca qeyri bərabər paylanmasını nəzərə alan əmsal olub düz dişli çarxlar üçün $k_{F\beta} = 1,5$; k_{Fv} – daxili dinamiki yüklənmə əmsalı olub, iki tərəfli ötürmələrdə $k_{Fv} = 1$; b_{ω} – dişli çarxın eni, mm.

3. Dişli çarxlar üçün əyilmə gərginliyi təyin edilir:

$$\sigma_F = \frac{Y_F Y_{F\varepsilon} Y_{F\beta} W_{Ft}}{m} = \frac{3.75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 457}{8} = 214 \text{ Mpa} \quad (14)$$

Burada: Y_F – dişin forma əmsalı olub, dişlərin sayından asılı olaraq seçilir; $Y_{F\varepsilon} = 1$ dişin qapanma dərəcəsini nəzərə alan əmsaldır;

$Y_{F\beta}$ – dişin çəplik bucağını nəzərə alan əmsaldır, düz dişli çarxlar üçün $Y_{F\beta} = 1$;

4. Dişin mərkəzinə düşən xüsusi yük təyin olunur:

$$W_{Ht} = \frac{200 T_3 k_{H\alpha} k_{H\beta} k_{Hv}}{b_{\omega} d_{\omega 1}} = \frac{2000 \cdot 6050 \cdot 1 \cdot 1.7 \cdot 1.03}{80 \cdot 496} = 534 \frac{N}{mm} \quad (15)$$

Burada: $k_{H\alpha}$ – yükün dişlər arasında qeyri-bərabər paylanmasını nəzərə alan əmsal olub, düzdişli çarxlar üçün $k_{H\alpha} = 1$; $k_{H\beta}$ – dişin uzunluğu boyu kontakt gərginliyinin qeyri-bərabər paylanmasını nəzərə alan əmsal olub, dartı reduktorları üçün $k_{H\beta} = 1,7$; k_{Hv} – daxili dinamiklik əmsalı olub, dartı reduktorları üçün $k_{Hv} = 1,03$.

5. Kontakt gərginliyini hesablanır:

$$\sigma_H = 275 Y_H Y_{H\varepsilon} \left[\frac{W_{Ht} (u_3 + 1)^{0.5}}{u_3 d_{\omega 1}} \right] = 275 \cdot 1,76 \cdot 0.867 \left[\frac{534 (1,771 + 1)}{1,771 \cdot 280} \right]^{0.5} = 725 \text{ MPa} \quad (16)$$

Burada: Y_H – dişin formasını nəzərə alan əmsal olub, dişlərin cəmindən asılı olaraq təyin edilir; $Y_{H\varepsilon}$ – təmas xəttinin ümumi uzunluğunu nəzərə alan əmsal olub, cədvəldən seçilir; $d_{\omega 1}$ – dişli çarxın başlanğıc çevrəsinin diametri, mm; u – ötürmə ədədi; W_{Ht} – dişin ortasına düşən xüsusi yük, N/mm.

6. Əyilmə və kontakt gərginlikləri buraxıla bilən hesabi gərginliklərlə müqayisə edilir.

$$\sigma_F = 214 \text{ MPa} \leq \sigma_{Fh} = 236 \text{ MPa}$$

$$\sigma_H = 725 \text{ MPa} \leq \sigma_{Hh} = 900 \text{ MPa}$$

Dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı xarakteristikasını formalaşdıran və dartı reduktorunun şaquli və üfüqi istiqamətlərdə tələb olunan ölçü çərçivəsində yerləşməsini təmin edən əsas parametrlərdən biri reduktorun ötürmə ədədidir. Ötürmə ədədini təyin etmək üçün mühərrik valının dövrlər sayını, təkərin diametrini və maksimum hərəkət sürətini bilmək yetərlidir. Verilənlər daxilində ötürmə ədədinin uyğunluğu yoxlanılır və üç pilləli innovativ reduktorun hər bir pilləsinə düşən ötürmə ədədi təyin edilir.

$$u_{\max} = \frac{n_{\max} \cdot D_{to}}{5,3 \cdot v_{\max}} \cdot 10^{-3} = \frac{5831 \cdot 880}{5,3 \cdot 160} = 6,055 > u_{\Sigma} \quad (17)$$

$$= \frac{n_1}{n_2} = \frac{2074}{359,4} = 5,557$$

D_{to} – təkərin orta diametridir; $v_{\max}$ – qatarın maksimum sürətidir, $n_{\max}$ – mühərrik valının maksimum fırlanma tezliyi, dövr/dəq;

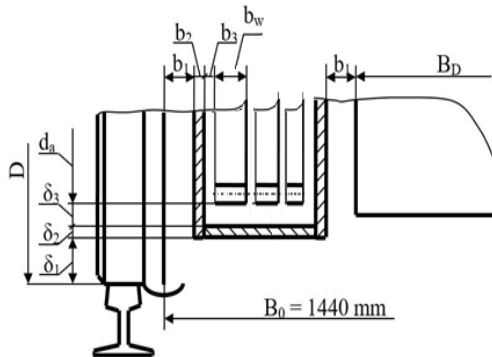
Dartı reduktorunun əsas parametrlərinin seçilməsi və hesablanması ötürmə ədədinin maksimum qiymətinin müəyyən edilməsinə

əsaslanır.

Dartı intiqalının elementləri rels başlığından elə məsafədə yerləşməlidir ki, şaquli istiqamətdə təkər cütü valının oxu ətrafında ən kiçik radius daxilində olsun. Eninə istiqamətdə isə təkərlər arasındakı məsafə daxilində, texnologiyı nəzərə almaqla maksimum rahatlıqla yerləşsin. Beləliklə ötürmə ədədinin qiyməti dartı reduktorunun gövdəsi ilə yolun üst quruluşu arasındakı təhlükəsizlik məsafəsinin reduktorun layihə xüsusiyyətlərini xarakterizə edən ölçülərə uyğunlaşması şərtindən tapılır. Dışı çarxların maksimum xarici diametri aşağıdakı kimi müəyyən olunur:

$$d_{a2} = D_k - 2 \cdot (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3) \quad (14)$$

Burada, $\delta_1 = (120 \div 140)$ mm – rels başlığından reduktorun gövdəsinə qədər olan məsafə; $\delta_2 = (4 \div 12)$ mm – dartı reduktorunun gövdəsinin alt divarının qalınlığı; $\delta_3 = (8 \div 10)$ mm – dişli çarxla reduktor gövdəsi arasındakı məsafə.



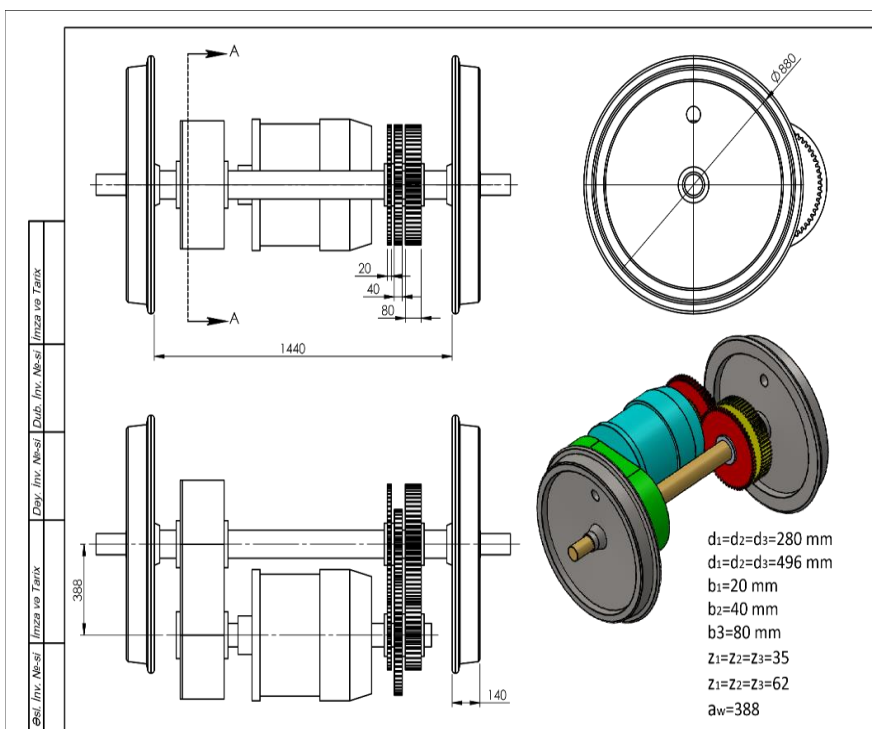
Şəkil 5. İnnovativ dartı reduktorunun yerləşmə sxemi

Dartı intiqalının təkərlər arası məsafə ilə məhdudlaşan ölçülərdə yerləşdirilməsi aşağıdakı kimi müəyyən edilir: B_D – mühərrik gövdə-

sinin uzunluğu; b_1 – reduktorun gövdəsindən təkərə və dartı mühərrikinə qədər olan məsafə, ən azı 30 mm; b_2 – reduktorun yan divarının qalınlığı, gövdənin yük aparan və ya yük aparan olmaması şərtinə görə seçilir, 10 mm; b_3 – dişli çarxın yan tərəfi ilə reduktorun gövdəsinin daxili divarı arasındakı məsafə, 10 mm; b_{w1} , b_{w2} , b_{w3} – uyğun olaraq birinci, ikinci və üçüncü pillələrin dişli çarxlarının eni. Yuxarıdakı ölçülərə əsasən dartı reduktorunun enini müəyyən edirik:

$$b_k = b_{w1} + b_{w2} + b_{w3} + 2b_2 + 2b_3 = 20 + 40 + 80 + 20 + 20 = 180 \text{ mm} \quad (18)$$

Dartı intiqalının seçilmiş və hesablanmış ölçülərinə uyğun olaraq eskiz sxemi hazırlanır (şəkil 6).



Şəkil 6. İnnovativ dartı intiqalının sxemi

Dissertasiya işinin konsepsiyasına uyğun olaraq təklif edilən innovativ dartı intiqalının reduktorunun texniki səviyyəsi müəyyən

edilir. Bunun üçün innovativ üçpilləli dişli çarx ötürmə mexanizminin çıxış valının, yəni təkrar cütü valının fırlanma momentinin məlum olan $T^*=12261$ Nm qiymətində mexaniki sistemin yalnız kütləsini müəyyən etmək lazımdır:

$$M^* = V\rho\phi = \frac{\pi}{4} (d_{w1}^*)^3 (\psi_{bd})_{\Sigma} \left(u_{\Sigma}^{\frac{1}{3}} + 1\right) \rho\phi \quad (19)$$

$(\psi_{bd})_{\Sigma} = \psi_{bd}^* + \psi_{bd_2} + \psi_{bd_1}$ – dişli çarxların ölçüsüz en əmsallarının cəm qiymətidir;

ψ_{bd}^* ; ψ_{bd_2} ; ψ_{bd_1} – uyğun olaraq ağır yüklənmiş pillənin ikitacılı dişli çarx blokunun aparıcı dişli çarxının, növbəti aparıcı dişli çarxların en əmsallarıdır. $\psi_{bd}^* = 0,3$; $\psi_{bd_2} = 0,15$; $\psi_{bd_1} = 0,075$

Konstruktiv olaraq $(\psi_{bd_2})_{\Sigma} = 0,525$

Bu zaman kəsmə alətləri üçün ara boşluqlar da nəzərə alınır.

$u_{\Sigma}^{\frac{1}{3}} = 1,771$ – bir pillənin ötürmə ədədi;

$\rho = 7800$ kq/m³ – materialın sıxlığı;

$\phi = 0,9$ – Doldurma əmsalı;

$$M^* = 0,785 \cdot 0,28^3 \cdot 0,525 \cdot 2,771 \cdot 7800 \cdot 0,9 = 176 \text{ kq}$$

Təklif olunan innovativ dişli çarx reduktorunun texniki səviyyəsi:

$$\gamma = \frac{M^*}{T^*} = \frac{176}{12261} = 0,0144 < 0,06 \quad (20)$$

Əldə olunan əmtəə xarakteristikası onu göstərir ki, təklif olunan innovativ dişli çarx ötürmə mexanizmi – iki val üzərində yerləşən üçpilləli dişli çarx reduktoru rekord göstəriciyə malik nümunələrə uyğun gəlir. Ona görə də istismarda olan dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqallarının təmiri, bərpası və dəyişdirilməsi zamanı bu mexaniki sistemlərdə iki val üzərində yerləşən üçpilləli innovativ reduktordan istifadə olunması iqtisadi nöqteyi-nəzərdən daha səmərəlidir.

Üçüncü fəsildə, dartı intiqalının texniki səviyyəsinin qatarmı

hərəkətinə təsirinin tədqiqindən bəhs edilir.

Texniki səviyyənin yüksəldilməsinə təsir edən əsas amillərdən biri fırlanan hissələrin ətalət əmsalının azaldılmasıdır. Ona görə də qatarın hərəkətinə təsir edən amilləri nəzərdən keçirərkən fırlanan hissələrin ətalətinin nəzərə alınması olduqca aktualdır. Fırlanan hissələrin ətalət əmsalını nəzərə alsaq. Onda müxtəlif hərəkət rejimləri üçün qatarın hərəkət tənlikləri aşağıdakı kimi alınır⁶:

$$a = \xi(f_t - \omega) - \text{dartı, rejmi} \quad (15)$$

$$a = \xi(-\omega) - \text{sərbəst gediş, rejmi}$$

$$a = \xi(-\omega - b) - \text{tormozlama. rejmi}$$

Qatarın hərəkət tənliyində mövcud dartı intiqalları $\xi_{MDI}=117$, innovativ intiqal üçün isə $\xi_{DI}=122$ olduğunu nəzərə almaqla qatarın texniki iqtisadi xarakteristikalarının üstün göstəricilərini aydın şəkildə görmək olar.

Dartı intiqalının texniki səviyyəsinin tormoz xarakteristikasına təsirinin tədqiqi. Qatarın hərəkət təhlükəsizliyi bilavasitə hərəkət tərkiblərində olan tormoz vasitələrindən və onlardan səmərəli istifadə olunma prinsiplərindən asılıdır. Tormoz məsələsinin həll olunma prosesində aşağıdakı amillər təyin olunur: tormoz qüvvəsi, tormoz yolunun uzunluğu, qatarın tormozlanmasının başlanğıcında və sonunda olan sürət, tormozlama əmsalı, fırlanan hissələrin ətalət əmsalı və s.

Qatarların tormoz məsələsini həll etmək üçün **160 km/saat** sürətdən **0 km/saat** sürət dəyişməsində Stadler elektrik qatarlarının **tormoz məsafəsini** hesablayaq. Eş2 elektrik qatarı $m=236$ t çəki ilə idarə olunur, hesabat tormoz əmsalı⁷ $\vartheta_h=0,65$, tormozlamanın başlanğıc sürəti $v=140$ km/saat-a bərabərdir. Tormozlama mailliyi $i=-10\%$ enişdə, oxa düşən çəki, $m_{vo}=14.7$ ton olmaqla yerinə yetirilir. Verilənlər

⁶ Elyazov İ.Ş., Mövsümov T.N., İbrahimov S. Z. Qatarların dartısı// Ali dəmir yolu məktəbləri üçün dərslik. Bakı, “Təhsil” NPM, 2003, 223 səh.

⁷ Dəmiryolu hərəkət tərkibi tormozlarının istismarına dair təlimat // 10/S, Bakı 2007.

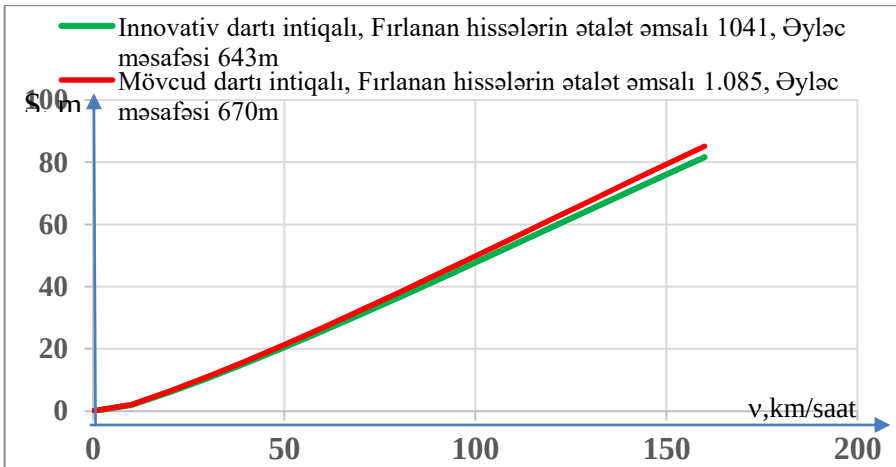
daxilində qatarın tormoz yolu⁸ aşağıdakı ifadə ilə hesablanaraq 670 m olar.

$$\Delta S = \frac{500(v_1^2 - v_2^2)}{\xi(1000\varphi_{kh} \cdot \Theta_h + \omega_{os} + i)} \quad (21)$$

Dəmiryol hərəkət vasitələrinin təklif edilən innovativ dartı intiqalının tətbiqi nəticəsində Eş2 tipli Stadler elektrik qatarlarının tormoz yolu məsafəsinin əhəmiyyətli dərəcədə azaldılmasına nail olmaq olar. Yuxarıda hesablanmış tormoz yolu məsafəsini innovativ dartı intiqalının model əmsalına bölsək fərqi aydın şəkildə görmüş olarıq.

$$S_{IDI} = \frac{S_{MDI}}{M} = \frac{493,78}{1,043} = 643 \text{ m} \quad (22)$$

$$\eta_{tor.m} = \frac{S_{MDI} - S_{IDI}}{S_{MDI}} \cdot 100 \% = \frac{670 - 643}{670} \cdot 100 \% = 4,03 \%$$



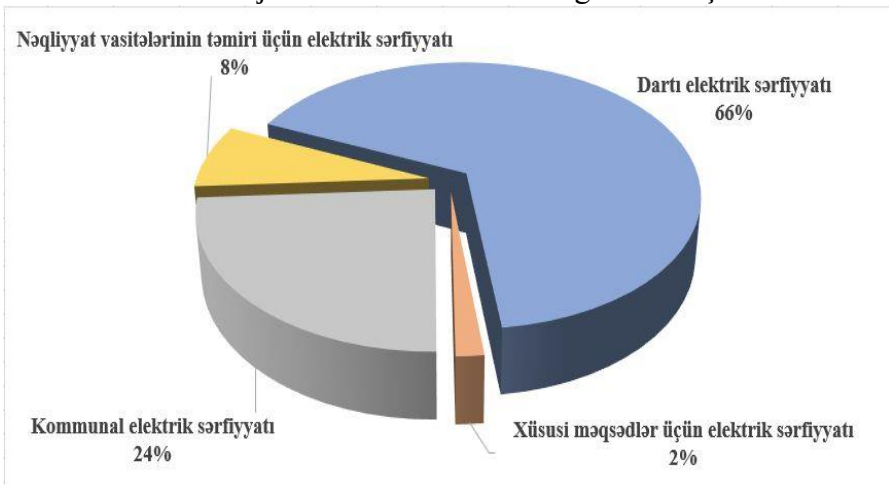
Qrafik 1. Mövcud və innovativ dartı reduktorundan ibarət qatarın tormoz məsafəsinin sürətdən asılılıq qrafiki

Qeyd etmək ki, qatarların nəqliyyat vasitələrini, piyadalar və digər kənar predmentlərlə qəza baş verdiyi yerlərin kordinantlarının 70-80%-i tormoz məsafəsinin son 0-10 faizinə düşür. Tormoz

⁸ Bağirov S.M., Nəzirov Q.H. Hərəkət tərkibinin avtomatik əyləcləri. Bakı, “Elm və təhsil”, 2011 – 184 səh.

məsafəsinin 4% dən çox azalması qəza və ölüm hadisələrini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmış olar.

Dördüncü fəsildə dəmiryol hərəkət vasitələri üçün nəzərdə tutulan innovativ dartı intiqalın iqtisadi cəhətdən texniki səviyyəsinin qiymətləndirilməsi məsələsinə baxılmışdır. Mövcud iqtisadi bazar şəraitində dəmiryol nəqliyyatının inkişafı, yerli və beynəlxalq daşıma potensialının gücləndirilməsi yalnız minimal xərclərlə daha çox nəqliyyat işi əldə olunması ilə mümkündür. Baxılan hal üçün bu, daşıma prosesləri zamanı elektrik enerjisinə çəkilən xərclərlə bağlıdır. İstismar xərclərinin əsasını dartıya sərf edilən enerji xərcləri təşkil edir ki, məhz bu səbəbdən də daşıma zamanı elektrik enerjisinə qənaət resursların optimallaşdırılması ən effektiv yollardan biridir. Daşıma prosesləri zamanı enerji effektivliyinin ümumi metodoloji məsələləri⁹, həm daşımalara sərf olunan məsrəflərin strukturunun analizi, həm də enerji effektivliyinin göstəricilərinin təyini və istifadə edilməsi metodlarıdır. Şəkil 1-də dəmiryolu nəqliyyatı ilə sərnəşin daşımalarına sərf olunan elektrik enerjisi xərclərinin strukturu göstərilmişdir.



Şəkil 1. Dəmiryolu nəqliyyatı ilə sərnəşin daşımalarına sərf olunan elektrik enerjisi xərclərinin strukturu

⁹ Əhmədov B.B. Yeni icralı balansirsiz mancanaq dəzgahının işlənməsi və sistemli analizi/Texnika üzrə elmlər doktoru dis. avtoreferatı/ Bakı,2021. 55s.

Şəkildən göründüyü kimi, elektrik enerjisinə çəkilən xərclərin strukturunda böyük hissə dartıya sərf olunur.

Dartı intiqalının texniki səviyyəsinin faydalı iş əmsalına görə qiymətləndirilməsi.

Müqayisə üçün innovativ dartı intiqalı ilə mövcud olan daha müasir STADLER elektrik qatarlarının dartı intiqalı götürülmüşdür.

Daha sonra mövcud olan və təklif edilən innovativ dartı intiqalından istifadə zamanı enerjiyə sərf olunan xərclər hesablanaraq müqayisə edilir¹⁰.

$$E_{xmdi} = t_0 N_0 \cdot C_0 (1 - \eta) \frac{P}{\eta K_{pr}} \frac{1}{1,25} =$$

$$= 6395 \cdot 60 \cdot 0,13 \cdot (1 - 0,9226) \cdot \frac{500}{0,9226} \cdot \frac{1}{1,25} = 1673873 \text{ man};$$

$$E_{xidi} = t_0 N_0 \cdot C_0 (1 - \eta) \frac{P}{\eta K_{pr}} \frac{1}{1,25} =$$

$$= 6395 \cdot 60 \cdot 0,13 \cdot (1 - 0,9455) \cdot \frac{500}{0,9455} \cdot \frac{1}{1,25} = 1150085 \text{ man};$$

$$E\% = \left(1 - \frac{E_{xy}}{E_{xm}} \right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{973149}{1416354} \right) \cdot 100\% = 31,3\% .$$

Qeyd edək ki, müqayisə aparmaq üçün yalnızca 10 ədəd Stadler elektrik qatarlarının bir illik elektrik enerji xərclərinə baxılır. Analoji müqayisəni bütün rels nəqliyyatlarında aparmaq olar ki, buda Metropaliten qatarlarında, tramvaylarda, eləcə də dizel qatarlarında və digərlərində də istismar xərclərinə əhəmiyyətli dərəcədə qənaət etməyə imkan verir.

İnnovativ dartı intiqalının texniki səviyyəsinin fırlanma momentinə görə qiymətləndirilməsi. Dartı intiqalını və onu təşkil edən hissələrin əsas iqtisadi göstəricilərindən biri də işgörmə qabiliyyəti meyarlarını dəyişmədən material tutumunun azaldılmasına nail olmaqdır. Bu məqsədlə təklif olunan innovativ dartı intiqalının və

¹⁰ Наджафов А.М. Поисковое конструирование механического привода штанговых насосов // Баку 2008, «ЕЛМ». 256 стр.

mövcud dartı intiqalının material tutumunun və qabarit ölçülərinin müqayisəsi aparılaraq maya dəyərinin aşağı salınması əsaslandırılır. Dartı intiqalının mövcud və innovativ reduktorlarının kütləsi məlum olduqda fırlanma momentinə görə texniki səviyyənin qiymətləndirilməsini aşağıdakı kimi aparaq.

İnnovativ intiqalın bir cüt reduktorunun kütləsinin – 352 kq;

Mövcud reduktorun kütləsi¹¹ – 700 kq.

Təklif olunan innovativ dişli çarx reduktorunun texniki səviyyəsi:

$$\gamma = \frac{M^*}{T^*} = \frac{352}{12261} = 0,0287 < 0,06$$

Mövcud dişli çarx reduktorunun texniki səviyyəsi:

$$\gamma = \frac{M^*}{T^*} = \frac{700}{12261} = 0,0571 < 0,06$$

$$\gamma \% = \left(1 - \frac{0.0287}{0.0571} \right) \bullet 100 \% = 49.7 \%$$

¹¹ Тяговый редуктор GMK2-58-495D

NƏTİCƏ

1. Dissertasiya işində dəmiryol hərəkət vasitələrinin mövcud dartı intiqallarının istismar göstəricilərinin və konstruktiv xüsusiyyətlərinin geniş təhlili aparılmışdır. İntiqalı təşkil edən əsas ötürmə mexanizmləri, qovşaqlar və hissələrə əvvəl bütöv mexaniki sistem kimi baxılaraq təhlil edilmiş, sonra isə ayrı-ayrılıqda tədqiq edilərək dəmir yollarının ümumi məsuldarlığına, hərəkət vasitələrinin texniki, iqtisadi və s. göstəricilərinə təsirləri müəyyənləşdirilmiş, eləcə də sistemin dinamiki xüsusiyyətləri tədqiq edilərək intiqala təsir edən daxili və xarici faktorlar, onların yaratdığı qüsurlar və çatışmazlıqlar öyrənilərək innovativ dartı intiqalının işlənilməsinin aktuallığı əsaslandırılmışdır;
2. Mexaniki sistemdən bir aralıq valın və iki diyirlənmə yastığının ləğv edilməsi, eləcə də biraxınlı, üçpilləli dişli ötürmə mexanizminin sistemə daxil edilməsi hesabına mərkəzlərarası məsafənin 38.6 % azaldılmasını, etibarlıq səviyyəsinin yüksəlməsini və material tutumunun azalmasını, hazırlanmanın, yığılmanın texnolojiliyini, təmirə yararlılığı və unifikasiyanı, valların və onlarda oturdulmuş ikitacılı dişli çarx bloklarının eyni istiqamətdə fırlanması hesabına f.i.ə.-nin yüksəlməsini, pillələrin sayını və reduktorların ötürmə ədədini zəruri qiymətdə artırmaq imkanını təmin edən, hərəkət tərkibinin dartqı intiqalının texniki səviyyəsini müasir (rekord) dünya nümunələrinin səviyyəsində artırmağa imkan verən innovativ reduktordan ibarət dartı intiqalı işlənmişdir;
3. Dartı hərəkət vasitələrinin mühərrik-reduktor əlaqələrinin xüsusiyyətləri araşdırılaraq, bir və iki tərəfli reduktor birləşmələri ilə olan kinematik əlaqəli mühərrik vallarının iş rejimləri, möhkəmliyi və sərtliyinə qoyulan tələbatlar qəbul olunaraq, iki tərəfli reduktor birləşməli mühərrik valının dözümlülük həddinin 20-30% artıq olması, bununlada innovativ intiqalın işlənməsinin seçilmə istiqamətinin doğruluğu əsaslandırılır;
4. Dartı intiqalının texniki səviyyəsini kompleks şəkildə qiymətləndirməyə imkan verən əsas göstəricilər, eləcə də uyğunluq parametrləri təyin edilərək, təklif edilən innovativ reduktorun

texniki səviyyəsinin rekord səviyyəli reduktorlara aid olduğu əsaslandırılır;

5. Təklif edilən innovativ reduktordan ibarət dartı intiqalının texniki səviyyəsinin qatarların təcillənməsinə 4,13 % müsbət təsiri nəticəsində sürətlənmə və əyləcləmə müddətlərinin tezləşməsinə, bununlada mənzillərin daha tez qət edilməsini, əyləc məsafəsinin azalmasını və ümumilikdə qatarın innovativ texniki xarakteristikasını əks etdirən qrafiki modellər işlənir;
6. Dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqallarına təklif edilən innovativ reduktor tətbiq ediləcəyi halda İstismar xərclərinin əsasını təşkil edən yanacaq xərclərinin 31,3% qənaət edilməsinə, təhlükəsizliyi xarakterizə edən etibarlılıq dərəcəsinin 24%-ə qədər artırılmasına, yükləmə qabiliyyətini xarakterizə edən fırlanma momentinə düşən kütlənin 49,7% azaldılmasına nail olunur.

DISSERTASIYA MÖVZUSU ÜZRƏ ÇAP EDİLMİŞ ELMI ƏSƏRLƏRİN SİYAHISI

1. Huseynov İ.D. Lokomotivlərin yastıq qovşaqlarında yaranan qüsurların analizi və onların aradan qaldırılma istiqamətləri //“Azərbaycan 2020: neft-qaz sənayesinin inkişaf perspektivləri” - elmi praktiki konfrans – Bakı, 2013, səh 1-5.
2. Элязов И.Ш., Гусейнов И.Д., Гасратова Л.М. Определение дефектов деталей вагона с помощью математических методов // АзТУ, Научные работы №3, Баку, 2018, стр. 45-46.
3. Huseynov İ.D. Elektrovozların dişli çarx-ox-buks yastığı funksional zəncirinin axtarışla konstruksiya edilməsinə ilkin yanaşma // “Ölçmə və keyfiyyət: problemlər, perspektivlər” mövzusunda Beynəlxalq Elmi-texniki konfrans. Bakı, 2018.
4. Huseynov İ.D., Elyazov İ.Ş. Azərbaycan Dəmir Yolunda Locomotiv təsərrüfatının perspektiv inkişafı // Azərbaycanın nəqliyyatı; nəaliyyətlər, problemlər və perespektivlər” mövzusunda Respublika Elmi konfransının materialları, 16-17 aprel 2019, səh. 200-204.
5. Huseynov I.D. The Innovative development of the elektrik lokomotive traction drive // XII International Scientific Conference “Transport problems”, Polsha, 30.11- 02.12, 2020. № 2, p. 265-274.
6. Huseynov İ.D. Ölkənin dayanıqlı inkişafında dəmiryol nəqliyyatının rolu və vəzifələri // Sumqayıt Dövlət Universiteti, konfrans materialları №6, 2020, səh. 330-332 // ISSN 2708-955X https://www.researchgate.net/publication/372940812_olknin_dayanikli_inkisafinda_dmiryol_nqliyyatının_rolu_v_vzifləri?
7. Элязов И.Ш., Гусейнов И.Д., Абдуллаев Р.Р., Исследование надежности тяговых валов в цепях передачи локомотива. // 12-й Международной научно-практической конференции «Перспективы развития локомотиво-вагоностроения и технологии обслуживания подвижного состава» РАСТОВ, 2020, стр. 24-26.
8. Huseynov İ.D. Dəmiryol hərəkət vasitələrinin yeni konstruktiv

- icralı dartı intiqalının mühərrik valını səciyyələndirən parametrlər // The XVI International Scientific. Problems and innovations July 26, 2021, East Lansing, Michigan / USA ISBN: 978-605-74249-1-4, p 5.
9. Hüseynov İ.D. Elektrovozların mövcud dartı intiqallarının analizi və innovativ dartı intiqalının işlənməsi // Maşınşünaslıq №1, 2020, İSSN 22276912, səh. 10-14, 4 s.
https://www.researchgate.net/publication/376229207_analysis_of_existing_traction_drives_for_electric_locomotives_and_development_of_an_innovative_traction_drive?
 10. Elyazov I.Sh., Huseynov İ.D. Determination of technical features of the new generation electric carriers of the Azerbaijani railway // В печате этом сборнике: Збірник наукових праць Укр. ДУЗТ, випуск 198, 2021 р. (м. Харків).
https://www.researchgate.net/publication/360578159_determinati_on_of_technical_features_of_the_new_generation_electric_carrie_rs_of_the_azerbaijani_railway?
 11. Panchenko S., Vatulia G., Lovska A., Ravlyuk V., Elyazov I., Huseynov I., (2022). Influence of structural solutions of an improved brake cylinder of a freight car of railway transport on its load in operation. Eureka: Physics and Engineering, 2022// ISSN 2461–4254 Volume 6(43), p. 45-55.
<https://doi.org/10.21303/24614262.2022.002638>
 12. Abdullayev A.H., Rasulov Q.R., Huseynov I.D., Ismayilov O.F. Innovative Reducer for railroad switch drives and evolution friction work on double sliding bearings // SOCAR Proceedings Special Issue No.1, 2022. 001-006 Scopus journal homepage: // proceedings.socar.az., p. 6.
https://www.researchgate.net/publication/367097521_Innovative_reducer_for_railroad_switch_drives_and_evaluation_friction_w_ork_on_double_sliding_bearings?
 13. Hüseynov İ.D. Dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqalının texniki səviyyəsinin qatarların hərəkətinə təsirinin tədqiqi // Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XXV Respublika elmi konfransı, Bakı, Noyabr 2022.
https://www.researchgate.net/publication/373040071_study_of_the_eff_ect_of_the_technical_level_of_traction_transmission_of_railway_vhic

[les on train movement?](#)

14. Элязов И.Ш, Гусейнов И.Д., Элязов И.Х. Роль вагонного хозяйства в логистической системе Азербайджанской железной дороги // VI Международной научно-практической конференции «Транспорт и логистика: актуальные проблемы стратегического развития и операционного управления» РГУПС, Ростов на Дону, 2-4 февраль, 2022 г.
15. Абдуллаев А.И. Наджафов А.М., Гусейнов И.Д., Тяговый привод подвижного состава, патент 043160, Евразийская патентная организация (ЕАРО), // Челеби И.Г., Расулов Г.Н., Адгезалова С.А., 27.04. 2023.
<http://www.eapatis.com/Data/EATXT/eapo2023/PDF/043160.pdf>
16. Abdullayev A., Huseynov I.D., Elyazov I.Ş., Abdullayev R.R, The technical assessment of the level of innovative traction transmission of railway vehicle. Eureka: Physics and Engineering, 2023// ISSN 2461–4254, Number 3, p.40 51.
https://www.researchgate.net/publication/371085338_The_technical_assessment_of_the_level_of_innovative_traction_transmission_of_railway_vehicle
17. Huseynov I. D., Analysis of taction transmission of railway vehicles and their dynamic characteristics. August 2023 [Machine Science Journal](#) 1(İSSN):87-98.
https://www.researchgate.net/publication/373019884_analysis_of_taction_transmission_of_railway_vehicles_and_their_dynamic_characteristics?
18. Абдуллаев А.И. Грузоподъемный механизм мостовых, башенных и козловых кранов, патент 045270, Евразийская патентная организация (ЕАРО), Челеби И.Г, Исмаилов О.Ф., Расулов Г.Н Гафаров Г.Г., Гусейнов И.Д., Адгезалова С.А., 2023.11.10
<http://www.eapatis.com/Data/EATXT/eapo2023/PDF/045270.pdf>
19. Əhmədov H.M, Aslanov C.G, Hüseynov İ.D Kz8a və Kz4a seriyalı elektrik lokomotivlərinin azərbaycanda təmir bazasının yaradılması məqsədilə keçirilmiş istismar sınaqlarının nəticələrinin təhlili// The XXXVII International Scientific Symposium. “New Trends in

Modernization" The 29th of April 2023 ISBN: 978-605-72212-9-2 Eskişehir / Türkiye – Şekil / Azerbaijan https://www.researchgate.net/publication/373034141_kz8a_1_kz4_at_seriyalı_elektrik_lokomotivlərinin_azərbaycanda_tımr_bazasını_yaradılması_mqsdl_kecirilmiş_istismar_sınaqlarının_nəticələrini_thlili?

20. Abdullayev A., Huseynov I.D., Elyazov I.Sh., Abdullayev R.R, Study of the influence of the technical level of railway vehicles on braking characteristics January 2024 EUREKA Physics and Engineering 1(2461-4254):59-69 Scopus <https://journal.eu-jr.eu/engineering/article/view/3251>
21. Huseynov I. D., Study of the influence of the innovative reduced traction transmission of railway vehicles on trains' traffic modes. March 2023 [Scientific works/Elmi eserler](https://www.researchgate.net/publication/373020562_study_of_the_influence_of_the_innovative_reduced_traction_transmission_of_railway_vehicles_on_trains_traffic_modes?) 1(ISSN-2222-5013):100-108. https://www.researchgate.net/publication/373020562_study_of_the_influence_of_the_innovative_reduced_traction_transmission_of_railway_vehicles_on_trains_traffic_modes?
22. Elyazov İ. Ş., Bağirov B.İ., Hüseynov İ.D, Nəzərov A.A., Abdullayev R., Dəmiryol Nəqliyyatının Hərəkət Vasitələri. Ali Texniki Məktəblər Üçün Dərslik. Bakı: 2023,– 324 Səh. Isbn 978-9952-541-69-4 [http://openaccess.aztu.edu.az/xmlui/bitstream/handle/123456789/165/d**am*20yol*20*20qaydalar**a.pdf?sequence=5&isallowed=y_yzkljsxesq!!pmfqsz0!abf8qerb_yv1rqykknmfm8wk5yg_acb4na9ob-c646sre7drk7t_z66v_wnp3vdtcl56ggi6zdtqaqnarzmt9jw\\$](https://urldefense.com/v3/_http://openaccess.aztu.edu.az/xmlui/bitstream/handle/123456789/165/d**am*20yol*20*20qaydalar**a.pdf?sequence=5&isallowed=y_yzkljsxesq!!pmfqsz0!abf8qerb_yv1rqykknmfm8wk5yg_acb4na9ob-c646sre7drk7t_z66v_wnp3vdtcl56ggi6zdtqaqnarzmt9jw$)

Çap edilmiş işlərdə iddiaçının şəxsi töhfəsi

Azərbaycan Texniki Universitetinin (AzTU) “Mexatronika və maşın dizaynı” kafedrasının qiyabi doktorantı, İlham Dilqəm oğlu Hüseynov [1, 3, 5, 6, 8, 9, 13, 17, 21] sayılı işləri sərbəst yerinə yetirilmişdir.

[2, 4, 7, 10, 11, 15, 16, 18, 19, 20] sayılı işlərdə tədqiqat məsələlərinin qoyuluşu, nəzəri tədqiqatlar, nəticələrin işlənməsi, təkliflərin verilməsi, elmi müddəaların formalaşdırılması doktorant İlham Dilqəm oğlu Hüseynov tərəfindən yerinə yetirilmişdir.

[12, 14, 22] sayılı işlər müəlliflərin birgə müzakirəsi nəticəsində problemin nəzəri hissəsinin mənimsənilməsi məqsədilə elmi rəhbərin və həmmüəlliflərin tövsiyəsi ilə yazılmışdır.

Dissertasiyanın müdafiəsi 2024 - cü il tarixində saat ____
Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ____
Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: _____ Universiteti, otaq ____

Dissertasiya ilə _____ Universitetinin kitabxanasında
taniş olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları
_____ Universitetinin rəsmi internet saytında
yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat _____ 2024 - cü il tarixində zəruri ünvanlara
göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: _____ (gün, ay, il)

Kağızın formatı: A5

Həcm: 39683 (işarə sayı)

Tiraj: 100