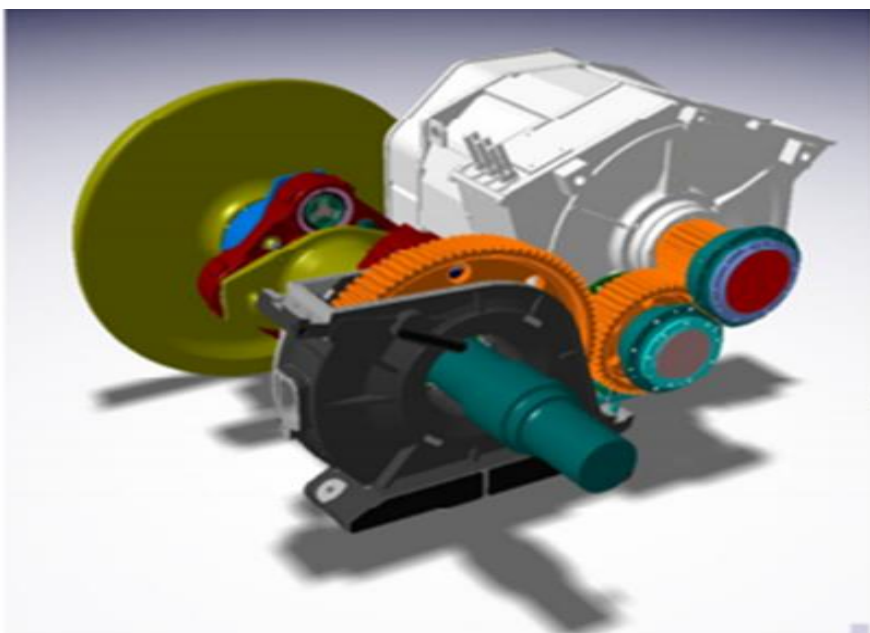


Abdullayev A.H., Hüseynov İ.D., Rəsulov Q.N.

**DƏMİRYOL HƏRƏKƏT VASİTƏLƏRİNİN İNNOVATİV
DARTI İNTİQALININ İŞLƏNMƏSİ VƏ TEXNİKİ
SƏVİYYƏSİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ**



BAKI-2023
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
Azərbaycan Texniki Universiteti

Abdullayev A.H., Hüseynov İ.D., Rəsulov Q.N.

**Dəmiryol hərəkət vasitələrinin innovativ dartı intiqalının
işlənməsi və texniki səviyyəsinin qiymətləndirilməsi**

(elmi-metodiki vəsait)

BAKI-2023

Rəyçilər: t.e.d., prof. Fərzəliyev M.H.
t.e.n., dos. Məmmədov Ə.S

Azərbaycan Texniki Universitetinin “Mexatronika və maşın dizaynı” kafedrasının əməkdaşları Əməkdar mühəndis, t.e.d., prof. A.H. Abdullayev, baş müəllim İ.D Hüseynov və baş müəllim Q.N. Rəsulov tərəfindən dəmiryol nəqliyyatı sistemində dartı vasitələrində istifadə edilmək üçün həmmüəllifləri olduqları bir Avrasiya patenti (Тяговый привод подвижного состава. Евразийская Патентная Организация, - Евразийский патент. 27.04.2023, - № 043160. Бюллетень №4), ilə elmi müddələri təsdiqlənmiş, elm və texnikanın müasir nailiyyətlərinə əsaslanan, dəmiryol hərəkət vasitələrinin innovativ dartı intiqalı işlənmiş, onun texniki səviyyəsi qiymətləndirilmiş və mühəndis-texniki işçilər (həmçinin magistrant və doktorantlar) üçün elmi-metodiki vəsait kimi tərtib edilmişdir.

Elmi-metodiki vəsait (mühəndis-texniki işçilər, magistrılar və doktorantlar üçün), Bak-2023 22s.

MÜNDƏRİCAT

Giriş	5
1. Dəmiryol hərəkət vasitələrinin innovativ dartı intiqalının layihələndirilməsinin əsas konsepsiyası.....	7
2. Dəmiryol hərəkət vasitələrinin innovativ dartı intiqalının ötürmə mexanizminin əsas xarakterik parametrlərinin müəyyən edilməsi.....	14
3. Təklif edilən innovativ dartı intiqalının reduktorunun texniki səviyyəsinin müəyyən edilməsi.....	19
4. Ədəbiyyat	21

GİRİŞ

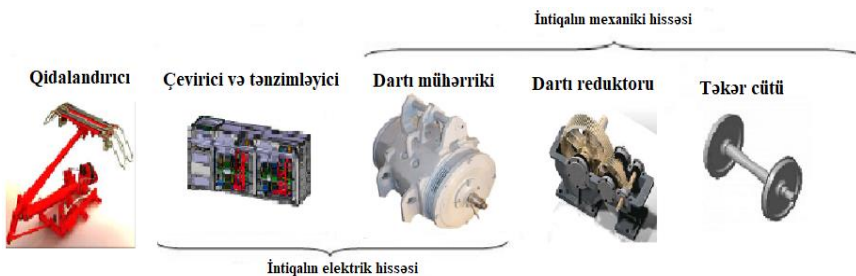
Dünya logistik sistemində yük və sərnişin daşımalarına tələblər hər il yüksəlir, artan tələbat həm də müasir texnologiyalara uyğun, əhaliyə xidmətin yüksək səviyyəsini təmin edən, müxtəlif dövlətlərin nəqliyyat sistemlərinin bir-birinə inteqrasiyasını nəzərə alaraq unikallıq yaradan və daşımaların etibarlıq, rahatlıq, səmərəlilik və çeviklik prinsiplərini ödəyən dərzi vasitələri tələb edir. Yük və sərnişin daşımalarına olan tələbatın ödənilməsi üçün dəmir yollarının daşıma qabiliyyətinin artırılması tələb olunur ki, burada hərəkət vasitələrinin texniki səviyyəsinin yüksəldilməsi, yük və sərnişin lokomotivlərinin daha səmərəli konstruksiyalarının tətbiqi, lokomotiv parkından daha səmərəli istifadə edilməsi və lokomotiv dövryyəsinin sürətləndirilməsi, qatarların kütləsinin və hərəkət sürətinin artırılmasına dəmir yolu hərəkət vasitələrinin texniki göstəricilərinin yaxşılaşdırılması nəticəsində nail olmaq olar. Yeni iqtisadi şəraitdə dəmiryol hərəkət vasitələrinin texniki səviyyəsinin yüksəldilməsini təmin edən innovativ modelin işlənməsi intiqalın layihələndirilməsinin aktuallığını müəyyənləşdirir.

Dərzi ötürmələri digər nəqliyyat vasitələrindəki ötürmələrin böyük əksəriyyəti ilə müqayisə olunmaz dərəcədə daha çətin və xüsusilə mürəkkəb şəraitdə işləyir. Belə şəraitdə dərzi ötürmələrinə olan tələblər əsasən isitmar xarakterli olur. Onlardan başlıcası iş zamanı imtinasız fəaliyyətin təmin olunmasına əsaslanır, çünki dərzi ötürməsinin ehtiyatı olmur və onun imtinası praktik olaraq, hərəkət vasitəsinin imtinasına və deməli, qatarların hərəkət qrafikinə yerinə yetirilməməsinə səbəb olur. Bununla yanaşı, dərzi ötürməsinin layihələndirilməsi zamanı nəyin bahasına olursa olsun təhlükəsizlik təmin oluna bilməz, çünki iqtisadi göstəricilər nəzərə alınmalıdır. Bu məqsədlə enerji itkisinin, material tutumlğunun və təmir işləri zamanı əmək-tutumlğunun səviyyəsinin aşağı salınmasına çalışılır.

Lokomotivin bütün faydalı güc axını dartı ötürməsindən keçdiyinə görə ötürmə yüksək f.i.ə. malik olmalıdır. Detal və qovşaqların normallaşmasının və unifikasiyasının, təmirə və nəzarətə yararlığının yüksək səviyyədə təmin edilməsi üçün konstruktiv və texnoloji həllər məqsədəuyğun hesab edilir.

1. DƏMİRYOL HƏRƏKƏT VASİTƏLƏRİNİN İNNOVATİV DARTI İNTİQALININ LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİNİN ƏSAS KONSEPSİYASI

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



Şəkil 1.1. Dartı intiqalının konstruktiv elementləri

Ümumi müddəa. Maşınların rekord göstəricilərə malik nümunələrə uyğun gələn yüksək texniki-iqtisadi və istismar göstəriciləri innovativ qurğu və avadanlıqların ərsəyə gəlməsini tələb edir. Eyni zamanda, yüksək məhsuldarlıq, etibarlılıq, texnolojilik, təmirə yararlılıq, minimum əndazə ölçüləri və kütlə, istismarın rahatlığı, eləcə də texniki estetika bu mexaniki sistemlərin ən vacib amilləridir. Son illər bu sahədə böyük dəyişikliklər baş vermişdir, müxtəlif təyinatlı maşın və aqreqlərin rasionallaşdırılması və onların parametrlərinin seçilməsində elmi-metodiki birliyi təmin etmək məqsədi ilə bütün parametrik standartlar işlənmiş, hesablamalar təkmilləşdirilmiş və

dəqiqləşdirilmişdir; onların hesablanması üsulları üçün standartlar işlənib hazırlanmışdır; maşınqayırmanın bəzi sahələrində istifadə olunan yeni nəsil maşın və mexanizmlər yaradılmış, onların yükləyici qabiliyyətinin əsas parametrləri unifikasiya olunmuş; əsas ötürmə mexanizmlərinin konstruksiyası əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirilmişdir. Hazırda müxtəlif maşın və qurğuların istismarı zamanı vibrasiya, səs və performans səviyyəsinin qiymətləndirilməsinə yanaşma üçün tələblər artır və yeni prinsiplər tətbiq edilir.

Maşın və mexanizmlərin texniki səviyyəsi. Maşın və mexanizmlərin mühüm əmtəə xarakteristikası, xərclənmiş vəsait ilə alınan nəticənin nisbətini əks etdirən kəmiyyət parametri – “texniki səviyyə”dir. Bir qayda olaraq, hər hansı maşın və mexanizmlərin "texniki səviyyə" göstəriciləri onların istismarı zamanı toplanmış statistik məlumatlar əsasında tənzimlənir.

Reduktorlara olan əsas tələbatları tənzimləyən “Ümumi təyinatlı reduktorlar. Ümumi texniki şərtlər” standartı mövcuddur ki, reduktorların tətbiq olunma şəraitini, texniki səviyyəsini, etibarlılıq göstəricilərini və onların hazırlanma dəqiqliyini özündə cəmləşdirir.

Aydınlıq üçün reduktorun (multiplikatorun) kütləsinin onun ağır yüklənmiş pilləsinin yükləyici qabiliyyətinə nisbətini əks etdirən kəmiyyət göstəriciləri Cədvəl 1.-də verilir.

Cədvəl 1.

№	Səviyyə	Kəmiyyət, $\kappa\text{q/Nm}$	Keyfiyyətin qiymətləndirilməsi
1.	Aşağı	>0.2	Reduktor mənaəvi köhnəlib
2.	Orta	$0.1 \dots 0.2$	Reduktorun istehsalı çox hallarda iqtisadi cəhətdən özünü doğrultmayıb
3.	Yuxarı	$0.06 \dots 0.1$	Reduktor müasir dünya standartlarına cavab verir
4.	Yüksək	<0.06	Reduktor rekord göstəricili standartlara cavab verir

Bu texniki səviyyə meyarı reduktorun və ya multiplikatorun çox yüklənmiş pilləsində tələb olunan fırlanma momentinin ötürülməsi üçün material sərfini xarakterizə edir və verilmiş mexaniki sistemin optimal həndəsi parametrlərini əldə etmək üçün hesablamaların istiqamətləndirilməsi üçün önəmli təcrübi əhəmiyyət kəsb edir.

Dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı reduktorunun vəziyyəti. Müasir dövrdə qatarların təhlükəsiz hərəkətinin təmin olunması, eləcə də dəmiryol hərəkət vasitələrinin istismar göstəriciləri onların əsas məhsuldarlığını və texniki-iqdisadi 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.-nın 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.

İşin məqsədi texniki səviyyəsi rekord standartlara cavab verən, iki val üzərində layihələndirilən və mexaniki sistemdən bir ədəd aralıq valın, bir cüt və bir tək diyirlənmə yastığının ixtisar olunmasını, eləcə də yükün dayaqqlar arasında qeyribərabər paylanmasını aradan qaldıran innovativ dartı intiqalının işlənməsi və onun etibarlılıq, iqdisadi səmərəlilik, kütlə və ümumilikdə texniki səviyyə meyarları üzrə qiymətləndirilməsindən ibarətdir.

Innovativ dartı intiqalı modelinin işlənməsi məsələsi onunla həll edilir ki, vahid gücə düşən artırılmış kütlə və həcm göstəricilərinə malik olan sürətli mühərrik tətbiq etməyə imkan verən, təkrər cütünə yaxın yerləşən, dartqı mühərrikinə nəzərən simmetrik yerləşdirilmiş eyni ölçü və kinematik sxemli iki üçpilləli dişli çarxlı reduktor ötürmə mexanizminə daxil edilmiş, həmçinin yükün təkrərlər arasında qeyri-bərabər paylanması ləğv edilmiş; belə ki, təkrər 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, aparıcı valın üzərində işgil birləşməsi vasitəsi ilə sərt yerləşdirilmiş aparıcı dişli çarxa malikdir; həmin valın üzərində oturdulmuş sürüşmə yastıqları üzərində oxu ətrafında sərbəst fırlanan ikitəclı dişli çarx bloku yerləşdirilmişdir; aparıcı val öz növbəsində reduktorun gövdəsində diyirlənmə yastıqlarında oturdulmuşdur; təkrər cütü valının çıxış ucu olan aparıcı valın üzərində isə sürüşmə yastıqlarında oturdulan və onun oxu ətrafında sərbəst fırlanan ikitəclı dişli çarx bloku yerləşdirilmişdir; işgil birləşməsi vasitəsilə aparıcı valla sərt birləşdirilmiş dişli çarx; reduktorun gövdəsində yerləşdirilmiş diyirlənmə yastıqlarında oturdulan, fırlanma momentinin təkrər cütünə ötürülməsində bilavasitə iştirak edən aparıcı val sərbəst fırlanır; həm də yığılmasının sadələşdirilməsi və hazırlanması zamanı yol verilə biləcək səhvin təsirinin istisna edilməsi üçün elastik örtüklü toroidal iki birləşdirici muftadan (ГОСТ 20884-93) istifadə edilmişdir və onlar dartqı elektrik mühərrikinin güc axınının hər iki tərəfində yerləşdirilmişdir.

Qeyd olunanlar aşağıdakıları təmin edir:

- mexaniki sistemdən iki aralıq valın və dörd diyirlənmə yastığının ləğv edilməsi hesabına biraxınlı, üçpilləli dişli ötürmə mexanizminin etibarlıq səviyyəsinin yüksəlməsini və material tutumunun azalmasını;

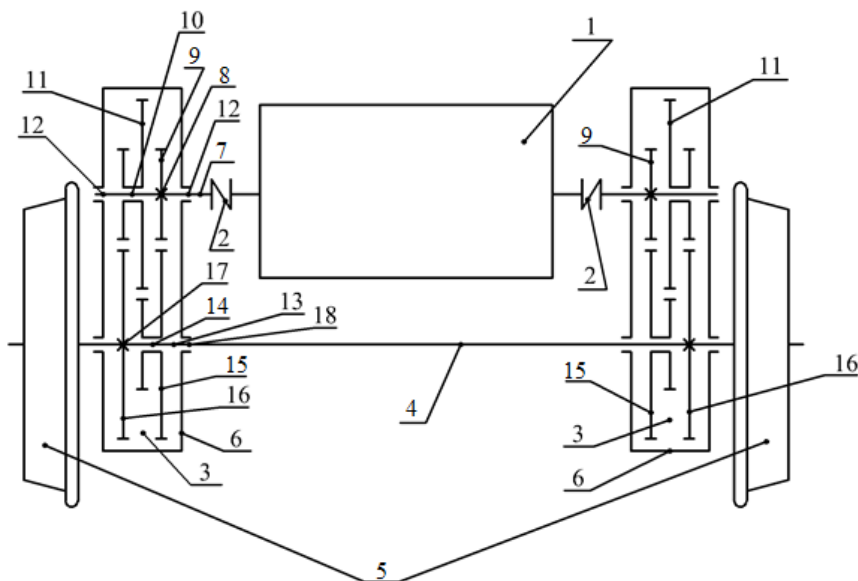
- hazırlanmanın, yıqılmanın texnolojiliyini, təmirə yararlılığı və unifikasiyanı;

- valların və onlarda oturdulmuş ikitəclı dişli çarx bloklarının eyni istiqamətdə fırlanması hesabına f.i.ə.-nin yüksəlməsini;

- pillələrin sayını və deməli, reduktorların ötürmə ədədini zəruri qiymətdə artırmaq imkanını;

- hərəkətli tərkibin dartqı intiqalının texniki səviyyəsini müasir (rekord) dünya nümunələrinin səviyyəsində artırmağa.

Şəkil 1.2-də hərəkətli tərkibin innovativ dartqı intiqalının kinematik sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 1.2. İnnovativ dartı intiqalının kinematik sxemi

Hərəkətli tərkibin dartqı mühərriki dayaq-çərçivə asqılı elektrik mühərrikindən (1); birləşdirici muftadan (2); kiçik güclü elektrik mühərrikinin fırlanma mometini gücləndirən və dayaq-ox asqılı dişli reduktora malik ötürmə mexanizmindən (3); bir-biri ilə

val (5) vasitəsilə birləşən və dəmir yolu boyunca hərəkətdirici təkər cütündən (4) ibarətdir; ötürmə mexanizminə, vahid gücə düşən artırılmış xüsusi kütlə və həcm göstəricilərinə malik sürətli mühərrik tətbiq edilməsini təmin edən, təkər cütünə yaxın və dartqı mühərrikinə nəzərən simmetrik yerləşdirilmiş, eyni ölçülü və kinematik sxemli, həmçinin yükün təkərlər arasında qeyri-bərabər paylanmasını ləğv edən iki üçpilləli dişli reduktor daxildir; burada təkər cütünün valı eyni zamanda, həm elektrik mühərrikinin, həm də reduktorların üfəqə nəzərən zəruri bucaq altında yerləşdirilməsinə imkan verən reduktorların çıxış vallarıdır; iki vallı biraxınlı üçpilləli reduktorlar gövdəyə (6), aparıcı valda (7) yerləşdirilmiş və onunla işgil birləşməsi (8) ilə sərt birləşdirilmiş aparıcı dişli çarxa (9), həmin valda sürüşmə yastıqlarında (10) oturdulmuş və onun oxu ətrafında sərbəst fırlanan ikitaclı dişli çarx blokuna (11) malikdir; aparıcı val özü isə reduktorun gövdəsində diyirlənmə yastıqlarında (12) oturdulmuşdur; təkər cütü valının çıxış ucu olan aparılan valda (13) oturdulmuş sürüşmə yastıqlarında (14) onun oxu ətrafında sərbəst fırlanan ikitaclı dişli çarx bloku (15) yerləşdirilmişdir; dişli çarx (16) aparılan val ilə işgil birləşməsi (17) vasitəsilə sərt birləşdirilmişdir; aparılan val isə fırlanma momentinin təkər cütünə ötürülməsində bilavasitə iştirak edən reduktorun gövdəsində yerləşdirilmiş diyirlənmə yastıqlarında (18) sərbəst fırlanır; həm də yığılmasının sadələşdirilməsi və hazırlanması zamanı yol verilə biləcək səhvin istisna edilməsi üçün elastik örtüklü toroidal iki birləşdirici muftadan (2) istifadə edilmişdir və onlar dartqı elektrik mühərrikinin güc axınının hər iki tərəfində yerləşdirilmişdir.

Hərəkətli tərkibin təklif olunan dartqı intiqalı aşağıdakı kimi işləyir: fırlanma hərəkəti elektrik mühərrikindən (1) mufta (2) vasitəsilə reduktorun gövdəsindəki diyirlənmə yastıqlarında (12) yerləşdirilmiş aparıcı vala (8) ötürülür; fırlanma hərəkəti buradan aparıcı vala işgil birləşməsi (9) ilə sərt birləşdirilmiş aparıcı dişli çarx (7) vasitəsilə çıxış valındakı (13) sürüşmə yastıqlarında (15)

sərbəst fırlanan ikitacılı dişli çarx blokuna (14) ötürülür; sonra fırlanma hərəkəti ox (10) üzərində sərbəst fırlanan ikitacılı dişli çarxlar blokuna (11) ötürülür, hansının ki, dişli çarxı təkrar cütü valının (18) çıxış ucu olan, aparılan vala işgil birləşməsi (17) ilə sərt birləşdirilmiş aparılan dişli çarx (16) ilə ilişməyə girir.

Əsas müddəaların təsdiq olunması üçün ədədi təcrübə aparılmış, innovativ işçi model hazırlanmış və elmi müddəaların doğruluğu təsdiq olunmuşdur.

Innovativ reduktorun əsas üstünlükləri. Dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqalı üçün təklif olunan innovativ üçpilləli dişli çarx reduktorunun konstruktiv həllini mövcud ötürmə mexanizminin konstruksiyası ilə müqayisə edərkən aşağıdakı üstünlüklər müəyyən edilmişdir:

- təklif olunan reduktorlarda bir ədəd aralıq val, bir cüt və bir tək diyirlənmə yastıqları ixtisar edilir, bu da əhəmiyyətli dərəcədə konstruksiyayı sadələşdirir və mexaniki sistemin etibarlılıq səviyyəsini artırır;

- təklif olunan reduktor, öncədən seçilmiş pillələr sayı və ümumi ötürmə ədədindən asılı olaraq, unifikasiya olunmuş dişli çarxlar və ikitacılı dişli çarx blokları əsasında hazırlanmışdır. Bu, bütün dişli çarxların yağlanması üçün əlverişli şərait yaradır;

- təklif olunan ötürmə mexanizmində sürüşmə yastıqları üzərində yığılan ikitacılı dişli çarx blokları eyni istiqamətdə fırlanır ki, bu da müqavimət qüvvəsini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır və mexaniki sistemin f.i.ə.-nin artmasına səbəb olur;

- eyni şərtlər daxilində, dəmiryol hərəkət vasitələrinin dartı intiqalının mövcud ötürmə mexanizminin əvəzinə təklif olunan ötürmə mexanizminin tətbiq olunması onun material tutumunun azaldılması ilə müəyyən iqtisadi və texniki üstünlük təmin edilir.

2. DARTI İNTİQALINDA MÜHƏRRİK-REDUKTOR ƏLAQƏSİNİN SEÇİLMƏSİ, MÖHKƏMLİK PARAMETRLƏRİNİN VƏ HƏNDƏSİ ÖLÇÜLƏRİN TƏYİN EDİLMƏSİ

İki tərəfli ötürmələrdə gərginliyin qeyri-bərabər paylanması baş vermir ki, buda dartı intiqalının etibarlılığına əhəmiyyətli dərəcədə müsbət təsir göstərir. Statistik məlumatlara, konstruktiv mülahizələrə və bəzi stend nəticələrinə görə aydın olurki, 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 buraxılabilən qiymətlərlə müqaisə 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 buraxılabilən gərginliklə müqaisəsi aparılır. Bunun üçün aşağıdakı ardıcılıqla hesablama aparılır:

1. Çevrəvi qüvvə təyin edilir:

$$F_{Ft} = \frac{2T_3}{d_1} = \frac{2 \cdot 6050 \cdot 10^3}{496} = 24,39 \cdot 10^3 \text{ N} \quad (1)$$

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:

$$W_{Ft} = \frac{F_{Ft} k_{F\alpha} k_{F\beta} k_{Fv}}{b_{\omega}} = \frac{24,39 \cdot 10^3 \cdot 1,1,5 \cdot 1}{80} = 457 \frac{N}{mm}; \quad (2)$$

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:

$$\sigma_F = \frac{Y_F Y_{Fe} Y_{F\beta} W_{Ft}}{m} = \frac{3,75 \cdot 1 \cdot 1,457}{8} = 214 \text{ MPa} \quad (3)$$

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

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

4. Dişin mərkəzinə düşən xüsusi yük təyin olunur:

$$W_{Ht} = \frac{200 T_3 k_{H\alpha} k_{H\beta} k_{Hv}}{b_{\omega} d_{\omega 1}} = \frac{2000 \cdot 6050 \cdot 1,1,7 \cdot 1,03}{80 \cdot 496} = 534 \frac{N}{mm} \quad (4)$$

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:

$$\sigma_H = 275 Y_H Y_{H\varepsilon} \left[\frac{W_{Ht}(u_3+1)}{u_3 d_{\omega 1}} \right]^{0,5} = 275 \cdot 1,76 \cdot 0,867 \left[\frac{534(1,771+1)}{1,771 \cdot 280} \right]^{0,5} = 725 \text{ MPa}; \quad (5)$$

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 müqaisə 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 yerləşməsinə 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.

$$u_{\max} = \frac{n_{\max} \cdot D_{to}}{5,3 \cdot v_{\max}} \cdot 10^{-3} = \frac{5831 \cdot 880}{5,3 \cdot 160} = 6,055 > u_x = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2074}{359,4} = 5,557;$$

$$u^* = \sqrt[3]{5,557} = 1,771; \quad u^* = u_1 = u_2 = u_3 = 1,771. \quad (6)$$

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, texnolojiliyi 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. Dişi çarxların maksimum xarici diametri aşağıdakı kimi müəyyən olunur:

$$d_{a2} = D_k - 2 \cdot (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3) \quad (7)$$

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

Dartı intiqalının təkərlər arası məsafə ilə məhdudlaşan ölçülərdə yerləşdirilməsi aşağıdakı kimi müəyyən edilir: B_D – mühərrik gövdəsinin 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 (şəkil 2.1):

$$b_k = b_{w1} + b_{w2} + b_{w3} + 2b_2 + 2b_3 = 20 + 40 + 80 + 20 + 20 = 180 \text{ mm} \quad (8)$$

Technical drawings of a planetary gear set. The top left shows a side view of the gear assembly with dimensions: 20, 40, 80, 1440, and section line A-A. The top right shows a top view of the gear with a diameter of 380. The bottom left shows a side view of the gear assembly with dimensions: 388, 140, and section line A-A. The bottom right shows a 3D exploded view of the gear assembly with a list of dimensions:

- $d_1=d_2=d_3=280$ mm
- $d_1=d_2=d_3=496$ mm
- $b_1=20$ mm
- $b_2=40$ mm
- $b_3=80$ mm
- $Z_1=Z_2=Z_3=35$
- $Z_1=Z_2=Z_3=62$
- $a_w=388$

18

3. TƏKLİF EDİLƏN İNNOVATİV DARTI İNTİQALININ REDUKTORUNUN TEXNİKİ SƏVİYYƏSİNİN MÜƏYYƏN EDİLMƏSİ

Tədqiqat 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 təkər cütü valının fırlanma momentinin məlum olan $T^*=12261$ Nm qiymətində mexaniki sistemin yalnız kütləsini müəyyən etmək lazımdır:

$$M^* = V\rho\phi = \frac{\pi}{4} (d_{w1}^*)^3 (\psi_{bd})_{\Sigma} \left(u_{\Sigma}^{\frac{1}{3}} + 1\right) \rho\phi \quad (9)$$

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

ψ_{bd}^* ; ψ_{bd_2} ; ψ_{bd_1} – uyğun olaraq ağır yüklənmiş pillənin ikitacılı dişli çarx blokunun aparan dişli çarxının, növbəti aparan dişli çarxların en əmsallarıdır.

$$\psi_{bd}^* = 0,3; \psi_{bd_2} = 0,15; \psi_{bd_1} = 0,075$$

Konstruktiv olaraq $(\psi_{bd})_{\Sigma} = 0,525$ götürülür.

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:

$$\gamma = \frac{M^*}{T^*} = \frac{176}{12261} = 0,0144 < 0,06(10)$$

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 dərzi intiqallarının təmiri, bərpa və dəyişdirilməsi zamanı bu mexaniki sistemlərdə iki val üzərində yerləşən üçpilləli innovativ reduktordan istifadə olunması iqtisadi nöqtəyi-nəzərdən daha səmərəlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Abdullayev A.H. Maşın detallarının EHM-də hesablanması. (Dərs vəsaiti). Bakı: ADU, 1991. 328 s.
2. Abdullayev A.H., Güməyev M.H., Məmmədov H.S. Tətbiqi mexanika (Dərslik) Bakı: Elm, 2012. 455 s.
3. Abdullaev A.I., A.M.Nadjafov, B.B.Ahmedov, I.Q.Chalabi, F.A.Veliev. Calculation of toothed gear mechanisms in machines and assemblies considering the effect of lubricants. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774. 5/7 (95) 2018, p. 43-54.
4. Абдуллаева А.И., Наджафов А.М., Ахмедов Б.Б. Влияние суммарных конструктивных технологических погрешностей на кинематические показатели механического привода конвейерной конструкции штанговых насосов. «Вестник машиностроения», №1, Москва, 2017.
5. Абдуллаев А.И. Трехступенчатый двухпоточный цилиндрический редуктор, F16H 1/20 ЕАПО, №017053B1, Российская Федерация / Наджафов А.М.: Евразийский патент 2012, Бюллетень №9, 4с.
6. Бирюков И.В., Беляев А.И. Рыбников Е.К Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог. М.: Транспорт, 1986, – 256 с.
7. Niemann G., Winter H. Maschinen- und Bauelemente. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1975, Bd.1, p. 397; 1983, Bd.2. p. 376, Bd.3, p.294.
8. Наджафов А.М. Поисковое конструирование механического привода штанговых насосов // Баку 2008, «ЕЛМ». 256 стр.
9. 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, 536с.
10. Тяговый редуктор GMK2-58-495D//https://www.tsa.at/tsa_referenzen/stadler-rail-kiss-emu-for-aeroexpress-with-tsa-gearbox-gmk-2-58-495d-2/

11. Абдуллаев А.И. Тяговый привод подвижного состава, патент 043160, Евразийская патентная организация (ЕАПО), Наджафов А.М., Гусейнов И.Д., // Челеби И.Г., Расулов Г.Н., Адгезалова С.А., 2023.
<http://www.eapatis.com/Data/EATXT/eapo2023/PDF/043160.pdf>
12. İnternetresursları, Тяговые передачи подвижного состава//
<https://studfile.net/preview/7871891/page:13/>