

# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

*Əlyazması hüququnda*

## **DƏYİŞƏN CƏRƏYAN LOKOMOTİVLƏRİNİN İSTİSMAR GÖSTƏRİCİLƏRİNİN TƏDQIQI VƏ ONLARIN TƏMİR BAZASINDA NƏZƏRƏ ALINMASI**

İxtisas: 3310.01- Sənaye texnologiyası

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Ceyhun Gülbala oğlu Aslanov**

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

### **AVTOREFERATI**

**BAKI-2021**

Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetinin “Nəqliyyat texnikası və idarəetmə texnologiyaları” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru, professor  
**Heybətulla Mabud oğlu Əhmədov**

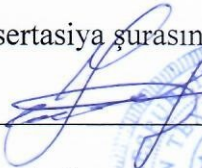
Rəsmi opponentlər: texnika elmləri doktoru, dosent  
**Aydın Zurab oğlu Muradəliyev**

texnika elmləri doktoru, professor  
**Tərlan Səməd oğlu Abdullayev**

texnika elmləri namizədi, dosent  
**Azad Məmməd oğlu Babayev**

Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Texniki Universiteti nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.09 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri: texnika elmləri doktoru, professor



**Ələkbər Güləhməd oğlu Hüseynov**

Dissertasiya şurasının elmi katibi: texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent



**Asif Hümbət oğlu Quliyev**

Elmi seminarın sədri: texnika elmləri doktoru, professor



**Məzahir Həmzə oğlu Fərzəliyev**

## **İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI**

**Mövzunun aktuallığı** “Azərbaycan Respublikasında dəmir yolu nəqliyyat sisteminin 2010-2014 – cü illərdə inkişafına dair Dövlət Proqramı” nın təsdiq edilməsi haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidenti Cənab İlham Əliyevin 06 iyul 2010-cu il tarixli Sərəncamının icrası ilə əlaqədar, Dövlət Proqramının I bəndində nəzərdə tutulmuş hərəkət heyəti parkının müasir tələblərə uyğun yenilənməsi, həmçinin Bakı-Qərb istiqamətində dəyişən cərəyan lokomotivlərinin istismara verilməsidir. Bakı-Tbilisi-Qars layihəsinin istismara verilməsi ilə region ölkələri arasında ticari dövriyyə artacaq, turizm inkişaf edəcək, regionda sabitlik və təhlükəsizlik təmin olunacaq və region ölkələrinin geosiyasi əhəmiyyəti daha da artacaqdır. Bakı-Tbilisi-Qars layihəsi çox böyük əhəmiyyət daşıyır. Bu layihə vasitəsilə Azərbaycan dənizə çıxışı olmayan ölkə kimi beynəlxalq nəqliyyat mərkəzinə çevriləcəkdir. Cari vaxtda yük daşımalarının böyük hissəsi uzunluğu 503 km olan Bakı-Böyük Kəsik xətti üzrə daşınır ki, bu dəhliz də Bakı-Tbilisi-Qars layihəsinin ümumi uzunluğunun 60%-ni təşkil edir. Son bir neçə ildə daşımaların həcmi artaraq, yük daşımalarında 14,151 mln ton-km, sərnişin daşımada isə 1,024 min sərnişin-km olmuşdur. Bu layihə vasitəsilə Çin, Yaponiya və Cənubi Koreyadan Transsibir magistralı üzrə Azərbaycana çatdırılan yüklər Türkiyəyə göndəriləcəkdir. Bakı-Böyük Kəsik xətti üzrə növbəti illərdə dartı enerji sisteminin 3 kv sabit cərəyandan 25 kv, 50 hz dəyişən cərəyana keçirilməsi, işarəvermə rabitə sisteminin ən müasir mikroprosessor sisteminə keçirilməsi və lokomotiv parkında olan bütün sabit cərəyan lokomotivlərinin dəyişən cərəyan lokomotivləri ilə əvəz edilməsi yük daşıma həcmində artmasına xidmət etmiş olacaqdır. İstismar göstəricilərinin etibarlılığı sabit cərəyan lokomotivlərinə nisbətə daha böyük olan dəyişən cərəyan lokomotivlərinin istismarı ilə daşınan yük qatarlarını çəkisinin 2500 tondan 4500 tona qaldırılmağın mümkünlüyü, həmçinin ADY-də yeni dəyişən cərəyan lokomotivlərinin təmir bazasının yaradılması ilə bu bazada həm elektrik lokomotivlərinin, həm də dizel lokomotivlərinin

təmirinin mümkün olmasıdır. İşdə manevr lokomotivlərinin əvəzinə lokotraktor manevr maşınından istifadəyə dair təklif də verilmişdir.

**İşin məqsədi** Azərbaycan dəmir yolunda elektrik təchizat sisteminin sabit 3 kv cərəyandan, 25kv, 50 Hz dəyişən cərəyana keçidi ilə əlaqədar olaraq istismar olunacaq yeni dəyişən cərəyan lokomotivlərinin təmir bazasının yaradılma imkanlarının araşdırılması, həmçinin dəyişən cərəyan lokomotivlərinin etibarlılıq göstəricilərinin sabit cərəyan lokomotivləri ilə müqayisəli tədqiqi və dəyişən cərəyan lokomotivlərinin istismarı nəticəsində əldə olunacaq iqtisadi səmərənin müəyyənləşdirilməsi, enerji təminatının təkmilləşdirilməsi hesabına logistik sistemlərdə fəaliyyət göstərən nəqliyyat vasitələrinin istismar səmərəliliyinin artırılması, lokotraktor manevr maşınından istifadə təklifi və bu maşının istifadəsindən əldə ediləcək səmərədir.

### **Elmi yenilik:**

1. Azərbaycan dəmir yolu infrastrukturunu üçün ilk dəfə olaraq dəyişən cərəyanlı, asinxron dartı mühərrikli elektrik lokomotivlərinin “Etibarlılıq nəzəriyyəsi”nə əsasən “Polumarkov” modeli ilə istismar etibarlılığı tədqiq edilmişdir.

2.Yük daşıma proseslərində lokomotivlərin istismarının qiymətləndirilməsi üçün dəyişən cərəyanlı, asinxron mühərrikli elektrik lokomotivlərinin “Etibarlılıq nəzəriyyəsi”nə əsasən “Polumarkov” modeli ilə istismar göstəricilərinin etibarlılığının mövcud istismar olunan sabit cərəyan lokomotivlərinə nisbətdə daha böyük olması sübut edilmişdir.

3. İlk dəfə olaraq Azərbaycan dəmir yollarında yerli infrastruktur şəraitinə uyğun olaraq dəyişən cərəyan lokomotivlərinin istismarı məsələsi təklif edilmiş və yeni təmir texniki baxış proqramı ilkin versiyada hazırlanmışdır.

4. Azərbaycan dəmir yolu tarixində ilk dəfə olaraq dəyişən cərəyan lokomotivlərinin təmir bazasının yaradılması üçün ilkin layihə konsepsiyası yaradılmışdır.

5. MDB ölkələrində ilk dəfə olaraq təmir bazalarında innovativ, insansız, məsafədən idarə olunan manevr maşınlarından istifadə təklif edilmiş, həmçinin sahə üzrə dartı hesabı aparılmışdır.

**Tədqiqat predmeti və obyektı** “Azərbaycan Dəmir Yolları” Qapalı Səhmdar Cəmiyyətinin loqistika və yük daşımalarında dəyişən cərəyan mühərrikli lokomotivlərin istismara buraxılması imkanlarının araşdırılması və əsaslandırılması, sözü gedən lokomotivlərin istismar göstəricilərinin müvafiq qaydada layihələndirilməsi hesabına istismar səmərəliliyinin təmin edilməsi məqsədi ilə onların işləmə müddətinin artırılması, manevr imkanlarının genişləndirilməsi, boşdayanma müddətinin qısaltılması, təmir müddətlərinin azaldılmasından ibarətdir.

**Dissertasiya işinin nəzəri əsasını** etibarlılıq nəzəriyyəsinə görə polumarkov modeli əsasında ADY-də istismarı planlaşdırılan AZ8A lokomotivlərinin istismar göstəricilərinin mövcud sabit cərəyan elektrik lokomotivlərinin istismar göstəriciləri ilə müqayisəli tədqiqi təşkil edir. Araşdırma zamanı sübut olunmuşdur ki, imtinalar arası orta müddət  $\bar{T}_1$  kəmiyyətinin qiyməti ADY sabit cərəyan lokomotivləri üçün dəyişən cərəyan lokomotivlərinə nisbətən 140 saat çoxdur, əksinə olaraq  $\bar{K}_F$  hazırlıq əmsalı 2% və bərpaya sərf olunan zaman müddəti 13 saat çox olur və nəticə etibarlı ilə dəyişən cərəyan lokomotivləri sabit cərəyan lokomotivlərinə nisbətən daha böyük istismar etibarlılığına malikdirlər.

**Dissertasiya işinin təcrübi əhəmiyyəti:** Dissertasiya işində araşdırılan yeni lokomotivlərin istismarı məsələsi çox böyük praktiki əhəmiyyətə malikdir. Lokomotivlərin dinamik sınaqları ilə sübut edilmişdir ki, AZ8A tipli lokomotivlər yolun daha kiçik mailliklərində 4500-6000 ton çəkili qatarların aprılmasını təmin edəcəkdir. Müasir diaqnostik sistemlərlə təchiz edilmiş təklif olunan təmir bazasında elektrik lokomotivləri ilə yanaşı dizel lokomotivlərinin də təmiri işin təcrübi əhəmiyyətinin bir hissəsidir. Səmərələşdirici təklif olunan lokotraktor manevr maşınından istifadə ilə əldə ediləcək iqtisadi səmərədən başqa təmir bazasının ərazisində ekoloji mühit yaxşılaşacaqdır. İşə praktiki əhəmiyyət nəzərə alınaraq “Azərbaycan Dəmir Yolları” Qapalı Səhmdar Cəmiyyətinin Lokomotiv Xidmətində baxılaraq qənaətbəxş hesab edilmiş və 06.11.2015-ci il tarixli aktla təsdiq edilmişdir.

**İşin aprobeiasiyası:** Dissertasiya işinin mövzusunda XVIII Respublika Elmi Konfransında (Bakı 2013), Ümummilli lider Heydər Əliyev və Azərbaycan təhsili Respublika Elmi Konfransında (Bakı 2013), “Azərbaycanda Yüksək Texnologiyaların Texniki-İqtisadi Problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Konfransında (Bakı 2013), ISCEEN Conference on Material Science and Engineering. Kharkiv, Ukraine, – 2020, konfransında, XIII международной научно-практической конференции «Экспериментальные и теоритические исследования в современной науке», – Новосибирск:2018 konfransında məruzə edilmiş və müzakirə olunmuşdur.

**Dərc olunan məqalələr:** Dissertasiya işinin əsas nəticələri 13 nüfuzlu jurnal və konfrans materiallarında dərc olunmuş, o cümlədən onların əksəriyyəti AAK-ın tövsiyyə etdiyi jurnallardır. Məqalələrdən biri Scopus sisteminə qeydiyyat mərhələsindədir, bir məqalə isə ABŞ-da dərc edilmişdir.

**Müəllifin şəxsi iştirakı.** Dissertasiya işində aparılan tədqiqatlar iddiaçının birbaşa iştirakı ilə həyata keçirilmişdir. Lokomotivlərin istismar göstəriciləri və boş dayanma səbəblərinə dair Azərbaycanda və Qazaxıstanda materiallar toplanmışdır. Etibarlılıq nəzəriyyəsinə əsasən Polumarkov modeli tətbiq edilərək, mövcud sabit cərəyan və təklif edilən yeni dəyişən cərəyan lokomotivlərinin istismar göstəricilərinin müqayisəli tədqiqi aparılmışdır. Aparılmış hesabatlar nəticəsində təklif edilən yeni dəyişən cərəyan lokomotivlərinin etibarlılığının mövcud sabit cərəyan lokomotivlərinin etibarlılığından böyük olması elmi olaraq sübut edilmişdir.

**Dissertasiya işinin həcmi:** Dissertasiya işi girişdən, üç fəsildən, əsas nəticələrdən, istifadə olunmuş ədəbiyyatların siyahısından ibarətdir. İşin ümumi həcmi 146 səhifədən ibarət olmaqla, özündə 32 şəkil, 27 cədvəl, 2 qrafik və 92 adda ədəbiyyatı birləşdirir. Şəkil, cədvəl, qrafik və ədəbiyyat siyahısı nəzərə alınmadan iş 173521 işarədən ibarətdir.

## İŞİN QISA MƏZMUNU

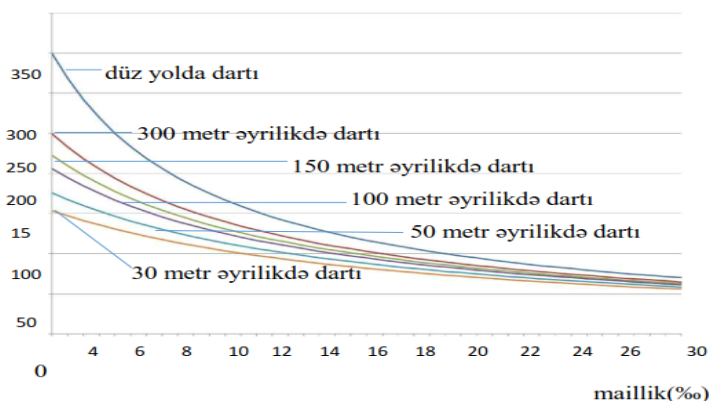
**Girişdə** dissertasiya işinin aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın məqsədi və həll olunan məsələlər müəyyən edilmişdir. Tədqiqatın nəticələrinin Azərbaycan dəmir yolu sistemində tətbiqinin praktiki əhəmiyyəti göstərilmişdir.

**Birinci fəsildə** Azərbaycan dəmir yolunun mövcud lokomotiv parkının vəziyyəti təhlil olunmuş, cari lokomotivlərin texniki vəziyyəti haqqında məlumat verilmişdir. Dəmir yolunda hal-hazırda icrası həyata keçirilən mühüm layihələr haqqında da əsas məlumatlar verilmiş, o cümlədən Fransanın Alstom şirkətinin yeni tipli assinxron mühərrikli dəyişən cərəyan lokomotivlərinin texniki xüsusiyyətlərinin üstünlükləri göstərilmişdir. 30.10.2017-ci il tarixdə istismara verilmiş Bakı-Tbilisi-Qars yeni dəmir yolu xəttinin Qafqaz regionu, o cümlədən Orta Asiya ölkələri üçün əhəmiyyətindən bəhs edilmiş və bu dəmir yolu xətti vasitəsilə daşınacaq yüklərin illik proqnoz məsələləri təhlil edilmişdir. Dəmir yolunun elektrik dartı sisteminin 3 kv sabit cərəyandan 25 kv, 50 Hz dəyişən cərəyana keçirilməsi ilə əlaqədar təklif olunan lokomotivlərin texniki xarakteristikalarına qoyulan tələblər barədə qısa məlumat verilmişdir. Prima II lokomotivinin və Rusiyanın VL80 elektrik lokomotivinin bazası əsasında yığılmış ən müasir asinxron mühərrikli yük lokomotivi kimi hal-hazırda Qazaxıstanda istismar olunan KZ8 tipli lokomotivlərdir<sup>1</sup>. Depo ətrafı və daxilində manevr işlərini həyata keçirmək üçün təklif olunan xüsusi manevr maşını olan lokotraktorun bir sıra texniki göstəriciləri aşağıdakı qrafikdə verilmişdir:

---

<sup>1</sup>Aslanov, C.G., Lokomotivlərin texniki vəziyyətinə müasir diaqnostik üsullardan istifadə etməklə nəzarətin təşkili // Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVIII respublika elmi konfransının materialları “Mexanika və maşınqayırma bölməsi”, – Bakı: – 19-20 dekabr, – 2013, – s. 228-230.

Qoşqu çəkisi (ton)



**Qrafik 1. Lokotraktorun dartı sxemi**

Lokomotivlər 4500 tonluq yük qatarını (lokomotivin çəkisi 192-200 ton, qatarın tərkibi hər birinin çəkisi 83-84 ton olan 51 yük vaqonundan ibarət olmaqla) 12% maillikdə minimum 43 km/saat sürətlə aparma gücünə malikdir. Lokomotivlərin dartı gücü maksimum 8800 kW-dir. Bütün oxlar aparıcıdır. Təkərin diametri tam saz vəziyyətdə 1250 mm-dir, lokomotivin ən aşağı hissəsindən rels başlığına qədər olan məsafə minimum - 165 mm, oxda olan pnevmatik tormoz qüvvəsi isə minimum 150 kN-dir. Lokomotivlərin qabarit ölçüləri 1 T QOST 9238 standartının tələblərinə cavab verir ki, bu da lokomotivin ADY-nin mövcud yollarında hərəkət zamanı ayrılacaq üzrə radiuslardan maneəsiz keçməsinə imkan yaradır. Bu lokomotivlər ilk dəfə olaraq izolə edilmiş, iki qütblü tranzistorlarla təchiz edilmişdirlər. Ətraf mühit şərtləri lokomotivlərin yerləşdiyi ətraf mühit isti yay və mülayim qış ilə quru və subtropik iqlimdir. Lokomotivlərin transformatorları “ABB” şirkətinin məhsuludur və ən müasir texnologiyaların tələblərinə cavab verən tristor və iki qütblü transiztorlarla uğurla əlaqələndirilmişdir. ADY-nin magistral yolu əsasən soyuq qış və isti yay mövsümləri ilə yarım-səhra və quru çöl iqliminin kombinasiyası altında fəaliyyət göstərir. Orta illik



temperatur +14.5°C olmaqla yanvarda orta aşağı temperatur +1.7 °C, iyulda isə orta yüksək temperatur +27.9 °C təşkil edir. Lokomotivlərin istismar olunacağı ətraf mühit şəraitləri aşağıdakı kimidir:

maksimum temperatur	50 °C
minimum temperatur	-25°C
yayda rütubətliliyin gündəlik dəyişməsi	20 – 80%
qışda rütubətliliyin gündəlik dəyişməsi	40 – 75%
orta atmosfer təzyiqi (barometrik təzyiq)	746 – 763 mm
dəniz səviyyəsindən orta hündürlük	956 m
dəniz səviyyəsindən minimum hündürlük	-27.0 m

Sınaq stendində lokomotivin faydalı iş əmsalının qiyməti 86 %-bərabərdir.

### Cədvəl 1.

#### Xidmətdə olan elektrik lokomotivləri

okomotivin tipi	Sayı (ədəd)	Yük daşıma	Sərnişin daşıma	Texniki vəziyyəti	İstismar müddəti
VL8	65	38	15	12-si nasaz	45 il
VL10/11	48	35	---	13-ü nasaz	19 il
VL23	2	1	---	1-i nasaz	51 il
E4S	6	---	6	istismara yararlı	19 il
Cəmi	121	74	21	26 ədəd nasaz	

Bakı - Böyük Kəsik istiqamətində 30 milyon ton yükün daşınması üçün tələb olunan lokomotiv sayının müəyyən edilməsi üçün 3 dəmiryolu sahəsi üzrə müvafiq hesablamalar aparılmışdır:

I. Böyük Kəsik - Ucar,

II. Ucar – Hacıqabul,

III. Hacıqabul – Biləcəri

I. Böyük Kəsik - Ucar dəmir yolu sahəsi üzrə: Böyük Kəsik stansiyasından Ucar stansiyasına qədər olan 250 km dartı çiyini üzrə 30 mln. ton yükün daşınması üçün lazım olan lokomotiv sayının müəyyən edilməsi aşağıda göstərilmişdir.

Qatarın orta sürəti-50 km/saat(V), qatarın çəkisi-4000 ton, lokomotivin sutka ərzində boş dayanması  $t = 5$  saat, cüt qatarların sayı-  $N = 29$ , il ərzində daşınan yük 30 mln. ton,  $L = 250$  km, lokomotivin dövretmə müddəti  $Q = 2L/V + \sum T = 10 + 5 = 15$  lok\*saat, cüt qatarın lokomotiv tələbetmə əmsalı  $K = Q/24 = 15/24 = 0.625$  olarsa, tələb olunan lokomotiv parkının sayı  $M = \sum N * K * (1 + (n_{\text{təmir}} * t_{\text{təmir}}) / T) = 29 * 0.625 * 1.01 = 18.30$  lokomotiv  $M = 18.30$  lokomotiv olacaqdır ki, burada-  $n_{\text{təmir}} = 1$  elektrik lokomotivinin bir ay ərzində olduğu təmirlərin sayı,  $t_{\text{təmir}} = 8$  saat təmirə sərf olunan zaman müddətidir. Beləliklə yükdaşımını təmin etmək üçün bu istiqamətdə 18 lokomotiv kifayət etmiş olar. Layihənin sonrakı gedişində lokomotivə olan tələbat artacaq. Yəni nəzərə alsaq dartı çiyini 250 km məsafəyə qədər uzanacaq, onda Böyük Kəsik - Ucar istiqamətində yükdaşımını həyata keçirmək üçün 18 ədəd lokomotivə ehtiyac duyulur.

II. Ucar - Hacıqabul dəmir yolu sahəsi üzrə: Ucar stansiyasından Hacıqabul stansiyasına 122 km dartı çiyini üzrə 30 mln ton yükün daşınması üçün tələb olunan lokomotiv sayının müəyyən edilməsi aşağıda verilmişdir. Qatarın orta sürəti-50 km/saat(V), qatarın çəkisi-4000 ton, lokomotivin sutka ərzində boş dayanması  $t = 2$  saat, cüt qatarların sayı-  $N = 29$ , il ərzində daşınan yük 30 mln. ton,  $L = 122$  km, lokomotivin dövretmə müddəti  $Q = 2L/V + \sum T = 4.88 + 2 = 6.88$  lok\*saat olacaqdır. Cüt qatarların lokomotiv üçün tələbetmə əmsalı  $K = Q/24 = 6.88/24 = 0.28$ , tələb olunan lokomotiv parkının sayı isə,  $M = \sum N * K * (1 + (n_{\text{təmir}} * t_{\text{təmir}}) / T) = 29 * 0.28 * 1.01 = 8.2$  ədəd lokomotiv olacaqdır ki, burada-  $n_{\text{təmir}} = 1$  elektrik lokomotivinin bir ay ərzində olduğu təmirlərin sayı,  $t_{\text{təmir}} = 8$  saat təmirə sərf olunan zaman müddətidir. Beləliklə yükdaşımını təmin etmək üçün bu istiqamətdə 8.2 ədəd lokomotiv kifayət etmiş olacaqdır.

III. Hacıqabul – Biləcəri dəmir yolu sahəsi üzrə: Hacıqabul stansiyasından Biləcəri stansiyasına qədər 112 km dartı çiyini üzrə 30 mln ton yükün daşınması üçün tələb olunan lokomotiv sayının müəyyən edilməsi aşağıda verilmişdir. Qatarın orta sürəti-50 km/saat(V), qatarın çəkisi-4000 ton, lokomotivin sutka ərzində boş dayanması  $t = 2$  saat, cüt qatarların sayı-  $N = 29$ , il ərzində daşınan yük 30

mln. ton,  $L=112\text{km}$ , lokomotivin dövretmə müddəti  $Q=2L/V+\sum T=4.48+2=6.48$  lok\*saat, cüt qatarın lokomotiv tələb etmə əmsalı  $K=Q/24=6.48/24=0.27$ , tələb olunan lokomotiv parkının sayı isə,  $M=\sum N*K(1+(n_{\text{təmir}}*t_{\text{təmir}})/T)=29*0.27*1.01=7.9$  ədəd lokomotiv olacaqdır ki, burada-  $n_{\text{təmir}}=1$  elektrik lokomotivinin bir ay ərzində olduğu təmirlərin sayı,  $t_{\text{təmir}}=8$  saat təmirə sərf olunan zaman müddətidir. Yükdaşımını təmin etmək üçün bu istiqamətdə 8 lokomotiv kifayət etmiş olar. Hesabatdan aydın olur ki, Bakı Böyük Kəsik istiqamətində 30 mln. ton yükün daşınması üçün ADY QSC-yə 34 ədəd dəyişən cərəyan lokomotivinə ehtiyac duyulur. Bakı Böyük Kəsik istiqamətində əlavə olaraq Alabaşlı Quşçu sahəsində işləyəcək 2 ədəd dəyişən cərəyan elektrik lokomotivini, Mingəçevir sahəsində işləyəcək 1 ədəd dəyişən cərəyan elektrik lokomotivini və təmirdə olacaq lokomotivləri əvəz etmək məqsədilə 3 ədəd dəyişən cərəyan elektrik lokomotivini də nəzərə almaqla bu istiqamətdə 30 mln. ton yük daşımını təmin etmək üçün 40 ədəd dəyişən cərəyan elektrik lokomotivi kifayət etmiş olar. Ümumiyyətlə lokomotivlərin gücünün artırılması ilə yük daşımaları dövriyyəsi artır və bunun da nəticəsində dəmir yolu nəqliyyatının iqtisadi səmərəsi artır.

Alstom şirkətinin Azərbaycanda fəaliyyətinin gələcək illərdə ancaq dəmir yolunda deyil, Bakı metropolitenində də inkişafı proqnozlaşdırılır. Hazırda isə Bakı metropolitenində bir neçə stansiyanın işarəvermə və rabitə sisteminin bu şirkət tərəfindən layihələndirilməsi istiqamətində işlər gedir.

**İkinci fəsilə** bazanın məhz mövcud Biləcəri lokomotiv deposunun ərazisində yaradılmasının səbəbləri izah olunmuş və məlum edilmiş, dəyişən cərəyan lokomotivlərinin MDB ölkələrində yerləşən təmir bazalarının fəaliyyətlərinin müqayisəli təhlili aparılmış, dəyişən cərəyan lokomotivlərinə təmirdən əvvəl və sonra tətbiq edilən diaqnostika prosesləri təhlil edilmişdir. Dəyişən cərəyan lokomotivləri dünyanın ikinci ən böyük dəmir yolu şəbəkəsi olan Rusiya Dəmir Yollarında çox böyük miqyasda istismar olunur. Yalnız Moskva ətrafı dəmir yolunda yerləşən depoları misal göstərsək onların sayı 40-dan çoxdur. Bütün bu depoların fəaliyyət istiqamətləri dəyişən cərəyan yük

lokomotivlərinin təmir və texniki baxışını təmin etməklə, istismara yararlı vəziyyətdə saxlamağa yönəlmişdir.

Asinxron mühərrikli dəyişən cərəyan yük lokomotivlərinin təmir depoları MDB dövlətləri arasında yalnız Qazaxıstan və Özbəkistan dəmir yollarında hal-hazırda fəaliyyət göstərir. Qeyd etmək lazımdır ki, hər iki dəmir yolunda yerləşən depolar ən müasir avro standartlara cavab verən dizaynda yığılmış və ən müasir qurğu və avadanlıqlarla təchiz edilmişdir. Asinxron dartı mühərriklərinin əsas imtinalarına səbəb olan faktorların həcmnin 34 %-ni texnoloji, 48%-ni istismar, 18%-ni isə konstruktiv səbəblər təşkil etməklə, istismarın intensivlik səviyyəsindən də asılıdır. Ümumiyyətlə asinxron tipli dartı mühərriklərin kollektor tipli mühərriklərə nisbətən bir sıra texniki üstünlükləri vardır. Bu əsas üstünlüklərdən bəziləri aşağıda qeyd edilmişdir:

- sadə dizayna malik olma, maya dəyərinin aşağı olması səbəbindən praktiki olaraq yeyilməyən konstruksiya;
- yüksək istismar keyfiyyəti;
- sürtünmə itgilərinin çox az olması səbəbindən yüksək güc əmsalı;
- çox sadə idarə olunma sxemi;
- lövbərin valındakı gücün kollektor mühərriklərə nisbətən 30-35% çox olması.

Qazaxıstan dəmir yolunda yükdaşıma həcmnin 70%-i elektrik dartısının payına düşür. Qazaxıstan Respublikasının Dəmir Yolları lokomotiv parkının yenilənməsi istiqamətində çox böyük uğura imza ataraq, Fransanın “Alstom” şirkətinin istehsalı olan dəyişən cərəyan elektrik lokomotivlərinin istismarını və onların istehsalını həyata keçirməyə nail olmuşdur. 2008-ci ildən başlayaraq Qazaxıstan dəmir yolunda dizel yanacağı sərfinin 20 % azaldılması tələbi ilə elektrik lokomotivlərinə tələbat daha da artmışdır. Yeni adı KZ8 olan bu lokomotivlərin texniki göstəriciləri Nur-Sultanda çox sərt iqlim şəraitində işləməyə imkan verir. Lokomotivlər -50°C temperatur olduqda belə fasiləsiz olaraq yük daşımada istismar olunurlar. Paytaxt Nur-Sultan şəhərində yerləşən depo və lokomotivlərin istismar dairəsi barədə dissertasiyada geniş məlumat verilmişdir. Dəmir yolu

şəbəkəsinin həcminə görə dünya ölkələri arasında 19-cu yeri tutan Qazaxıstan Dəmir Yollarının ümumi uzunluğu təxminən 16000 km-dir. Ölkə dəmir yolu qarşısında qoyulan əsas hədəflərdən biri də Almata-Nursultan dəhlizi boyunca sürət hədləri yük qatarları üçün 140-180 km/saat sərnişin qatarları üçün 200 km/saat sürəti əldə etməkdir. Ölkənin ərazisinin və dəmir yolunda yük daşınmasının illik həcmnin çox böyük olması yeni yük lokomotivlərinin fasiləsiz və effektiv istismar olunması zərurətini yaratmışdır. Hal-hazırda 38 ədəd yeni dəyişən cərəyan lokomotivi ölkə dəmir yolunda istismar olunmaqdadır və 2025-ci ilə qədər bu lokomotivlərin istismar parkının 250 ədədə çatdırılması planlaşdırılır. Deponun ümumi sahəsi 6 ədəd təmir sahəsi, əsas sexdə 3 ədəd yol, elektrik cərəyan təchizatı (dartı sistemi), sınaq meydançası, ofis binası və anbardan ibarət olmaqla 2731 m<sup>2</sup> –dir. Bütün işçi yollar qaldırıcı domkratlar və 20 tonluq kranlarla təchiz edilmişdir. KZ8 seriyalı lokomotivlərin texniki baxış və təmir planına əsasən texnoloji xəritə üzrə bütün işlər görülür. Azərbaycanda təklif olunan təmir bazasında göstərilən xidmətin növündən asılı olaraq işlər təmir, istismar-təmir və istismar sahələri üzrə aparılır. İş həcminə görə isə lokomotiv depoları 4 sinfə ayrılır. Lokomotiv parkının istismar müddətinin artırılması üçün lokomotivlərin təmir növlərində olmalarının faiz nisbətləri 20 % texniki baxış, cari təmir üçün, 20 % depo təmiri üçün, 60 % zavod təmiri üçün həqlərində olmalıdır. Təmir depoları yalnız digər depolarda qeydiyyatda olan lokomotivlərin CT2 və CT3 təmirlərini həyata keçirirlər. Bu sinif depoların özlərinin balansında lokomotiv qeydiyyatda olmur. İstismar-təmir depoları ildə 300 seksiyadan az olmamaq şərti ilə öz balansında olan lokomotivlərin bütün növ təmir işlərini, o cümlədən istismar işini həyata keçirir. İstismar lokomotiv depoları isə digər depolardan fərqli olaraq özünün balansında olan lokomotivlərin ancaq TB3, TB4, CT1 təmirlərini və istismar işini həyata keçirir. Yeni alınmış lokomotivlərin istismarı da öz növbəsində 2 sinfə ayrılır, 1-ci sinif lokomotivlərin zəmanət müddətində istismarı, 2-ci sinif zəmanət müddəti bitdikdən sonrakı istismar dövrü. Bütün lokomotiv depoları təmir etdiyi lokomotiv seksiyalarının sayına görə qruplara bölünür və ballarla qiymətləndirirlər. Lokomotiv depoları I-

qrupda minimum 380, II-qrupda 180÷380, III-qrupda 80÷180, IV-qrupda isə maksimum 80 balla qiymətləndirilir. Lokomotiv depolarının balla qiymətləndirilməsi orta aylıq hesablanır və təmir üzrə verilən əmsallar müvafiq olaraq, cari təmir 3 üzrə 5.0, cari təmir 2 üzrə 3.0, cari təmir 1 üzrə 1.0, texniki xidmət 3 üzrə 0.4, texniki baxış 4 üzrə 0.3 kimi qiymətləndirilir.

Dövriyyə depolarında isə bu göstəricilər məntəqəyə daxil olan lokomotivlərin orta sutkalıq sayı ilə hesablanır, belə ki, I-qrupda minimum 100, II-qrupda 50÷100, III-qrupda 26÷50, IV-qrupda isə maksimum 26 lokomotiv olmalıdır. Lokomotiv depolarında texniki servis və təmir xidmətinin təşkilində texniki diaqnostikanın tətbiqi zamanı yüksək informasiya texnologiyalarından da istifadəyə başlanılmışdır.

“Azərbaycan Dəmir Yolları” Qapalı Səhmdar Cəmiyyətinin əsas müəssisələrindən olan Biləcəri Lokomotiv deposunda dəyişən cərəyan lokomotivlərinin təmir bazasının yaradılması cari vəziyyətdə ən prioritet məsələlərdən biridir. SSRİ dəmir yollarının ilk dəfə Azərbaycan ərazisində elektrikləşdirilməsi bir ilk olduğu kimi, Azərbaycan dəmir yolu tarixində ilk dəfə olaraq dəyişən cərəyan sisteminin tətbiqi də bir ilkdir. İlkin mərhələdə işlərin böyük həcmi Biləcəridə yaradılacaq təmir bazasında, növbəti illərdə isə Gəncədə tikiləcək yardımçı depoda yerinə yetiriləcəkdir. Təmir servis mərkəzinin yaradılması istiqamətində işlər iki fazada aparılacaq: 1-ci fazada ayrılmış yerin təmizlənməsi, hasarlama və əsas ləvazimatların saxlanması üçün anbarın tikilişi işləri aparılacaq, 2-ci fazada isə özündə təmir sexlərini birləşdirən və lokomotivin hərəkət hissəsində, o cümlədən dam hissəsində işləməyə imkan verən tikilinin inşasıdır.

Təklif olunan lokomotivin Azərbaycan dəmir yolunun Bakı-Böyük Kəsik hissəsi üçün üçün dartı hesabı aparılmışdır. Bu lokomotivlər ilk dəfə olaraq izolə edilmiş, iki qütblü tranzistorlarla təchiz edilmişdirlər<sup>2</sup>. Hesabi maillik – yolun bu parametri qatarların

---

<sup>2</sup> Aslanov, C.G. İzolə edilmiş iki qütblü tranzistorlar və onların dəyişən cərəyan lokomotivlərində ilk dəfə olaraq tətbiqinin təhlili // – Bakı: Azərbaycan Texniki Universiteti Elmi Əsərlər, Texnika elmlər seriyası, – 2015. №3, – s. 129-131.

hərəkətinin təşkilində seçilmiş istiqamət üzrə ən vacib parametrlər olmaqla, hesabi sürət və lokomotivin dartı gücünün müəyyən edilməsində mühüm rol oynayır.

Hesabi mailliyi  $i_p = +12,0\text{‰}$  qəbul edirik.

Qatarın çəkisini hesabi maillik üzrə aşağıdakı kimi hesablamaq olar;

$$m_c = \frac{F_{\dot{\epsilon}\delta} - (w_o' + i_p) * m_{\bar{\epsilon}} * g}{(w_o'' + i_p) * g}, \quad (1)$$

Burada  $F_{kp}$  – hesabi dartı qüvvəsi,  $F_{kp} = 76600N$ ,  $w_o'$  – lokomotivin dartı rejimində yaranan xüsusi müqavimət,  $\text{kgc}/\text{T}$ ,  $w_o''$  – vaqonların xüsusi müqaviməti,  $\text{kgc}/\text{T}$ ,  $m_l$  – lokomotivin hesabi çəkisi, 200 t,  $g$  – sərbəstdüşmə təcili,  $g = 9,81M/c^2$ .

Lokomotivin dartı rejimində xüsusi müqaviməti aşağıdakı formulla tapılır:

$$w_o' = 1,9 + 0,01 * v_p + 0,0003 * v_p^2 = 1,9 + 0,01 * 24,2 + 0,0003 * 24,2^2 = 2,32 \text{kgc}/\text{T}$$

burada  $v_p$  – lokomotivin hesabi sürəti,  $v_p = 24,2 \text{km}/\text{saat}$ .

Qatarın xüsusi müqaviməti aşağıdakı formulla tapılır:

$$w_o'' = \alpha_4 * w_{04}'' + \alpha_6 * w_{06}'' + \alpha_8 * w_{08}'', \text{kgc}/\text{T},$$

burada  $\alpha_4, \alpha_6, \alpha_8$  – tərkibdə olan 4, 6, 8 oxlu vaqonların bölgü qiymətidir,  $\alpha_4 = 0,6; \alpha_6 = 0,4$ ;

$w_{04}'', w_{06}'', w_{08}''$  – uyğun vaqonların xüsusi müqavimətləri.

4 oxlu vaqonun xüsusi müqaviməti aşağıdakı formulla tapılır:

$$w_{04}'' = 0,7 + \frac{3 + 0,1 * v_p + 0,0025 * v_p^2}{m_{60}}, \text{kgc}/\text{T} \quad (2),$$

burada  $m_{\theta 0}$  – vaqonun oxuna düşən yü, 4 oxlu vaqon üçün  $m_{\dot{a}i} = 20$  ton götürülür. 6 oxlu vaqonun xüsusi müqaviməti aşağıdakı formulla tapılır:

$$w_o'' = 0,6 * 1,044 + 0,4 * 1,044 = 1,044 \text{ krc/T}$$

$$m_c = \frac{76600 - (2,32 + 12,0) * 200 * 9,81}{(1,044 + 12,0) * 9,81} = 5600e \text{ T.}$$

Hesabi maillikdə qatarın yerindən hərəkətə başlama anında çəkisinin hesablanması:

Yük qatarının çəkisinə görə hesabi maillikdə yerindən tərpanməyə görə hesablanması aşağıdakı formulla hesablanır:

$$m_{mp} = \frac{F_{\dot{e}mp}}{(w_{mp} + i_p) * g} - m_{\dot{e}}, \text{ T,} \quad (3)$$

Burada  $F_{kmp}$  – yerindən hərəkətə başlama anındakı dartı gücü,  $F_{kmp} = 833000N / kN$ ,  $w_{mp}$  – qatarın yerindən tərpanməsi zamanı yaranan xüsusi müqavimət aşağıdakı kimi hesablanır;

$$w_{mp} = \frac{28}{(m_{\theta 0} + 7)} = \frac{28}{(20 + 7)} = 1,037 \text{ krc/T,} \quad (4)$$

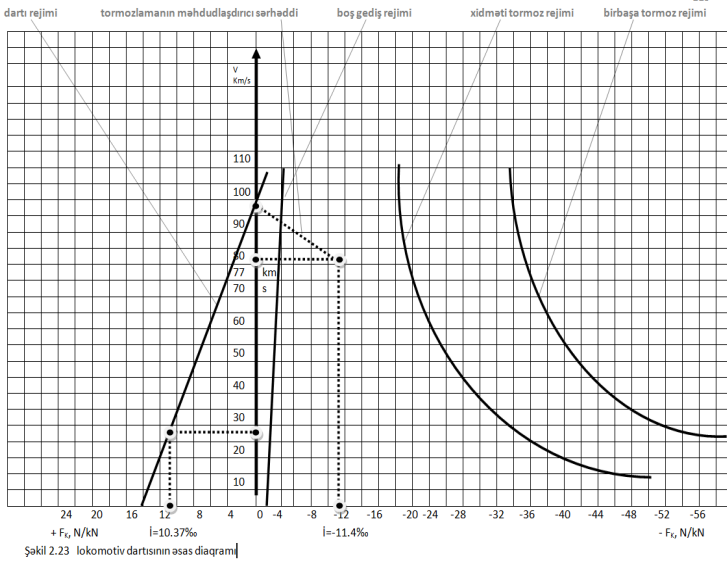
## Cədvəl 2.

### AZ8A lokomotivinin dartı xarakteristikası

$v, km / saat$	$F_{\kappa}, N$
0	833000
10	720000
40	580000
60	440000
80	320000
100	270000
110	250000



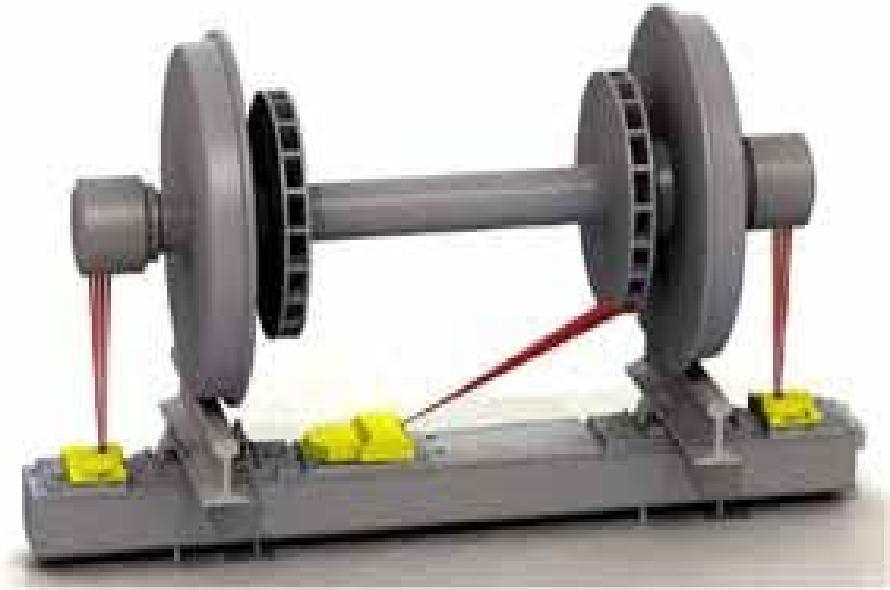
hesabatla müəyyən edilmişdir ki,  $v_{cp} = 57,1 \text{ km/saat}$  sürətdə lokomotivin dartı gücü  $F_{kcp} = 430700 \text{ N}$  olur.



**Qrafik 2. Lokomotivin əsas dartı diaqramı**

Bu fəsildə həmçinin lokomotivlərə təmirdən əvvəl və sonra tətbiq edilən diaqnostik sistemlər barədə məlumat verilmişdir. Lokomotivlərin istismarının funksional effektivliyini təmin etmək üçün əsas məsələlərdən biri, istismar xərclərinin azaldılması, digəri isə texniki xidmət cədvəlinə uyğun davamlılıqdır ki, bütün bu məsələlərin həlli üçün müasir diaqnostika sistemlərinin tətbiqi zəruridir. Lokomotivlərin yastıq düyünlərinin temperaturuna nəzarət edən diaqnostik qurğunun təsviri şəkil 1-də verilmişdir. Qurğu lokomotivin istismarı zamanı yastıq düyünlərinin kritik temperaturdan çox qızmasına fasiləsiz nəzarət etmək üçün nəzərdə tutulmuş aparat-proqram kompleksidir. Sistem qurğunun texniki imkanları imkan verir ki, yastıq düyünlərinin qızmasına nəzarət edilsin və lokomotivin hərəkəti zamanı məlumatın qeydiyyatı aparılsın, qəza vəziyyəti

olduqda düyünün çox qızması haqqında məlumatı ötürsün, həmçinin maşinistin sorğusuna uyğun düyünlərin qızması haqqında yığılmış informasiyanı depoya və sonrakı emal və istifadə üçün deponun lokal şəbəkəsinə, hətta növbətçiyə vermək mümkün olsun. Qurğunun tərkibinə temperatur modulu, terminal modulu, istilik təsirləndiricisi dəsti, birləşdirici kabellərin dəsti daxildir. İstilik təsirləndiricisi dəstində DS-1820-tipli temperatur tənzimləyicisi istifadə olunur, hansı ki, hermetik korpusda yerləşdirilir. Sistemin istilik təsirləndiricisi dəstinin montajı vaxtı lokomotivin yastıq düyünlərinə möhkəm bərkidilirlər. Temperatur modulu hər bir istilik təsirləndiricisi ilə daimi əlaqəni həyata keçirir və yastıq düyünlərinin temperaturu haqqında alınmış informasiyanı emal edir. Sistemin terminal modulu, onun ayrı-ayrı elementlərinin qidalanması və inteqrasiya edilmiş əlifba-rəqəm ekranında sistemin durumu haqqında informasiyanın idarə edilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Temperatur haqqında məlumatlar avtomatik rejimdə hər bir istilik təsirləndiricisini əhatə edən havanın temperaturunun ölçüsünü müəyyən edir. Müəyyən edilmiş kritik qiymətin temperatur fərqinin qiyməti barədə modul xəbərdarlıq signalı verir və ekrana həddən çox qızmış istilik təsirləndiricisinin yeri barədə məlumat toplanır. BSKT  $100^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  və  $-40^{\circ}\text{C}$  dərəcə temperatur diapazonuna nəzarət etməyə imkan verir. Lokomotivin yastıq düyünlərinin maksimum qızma temperaturu istehsaldan buraxılış vaxtı proqramla müəyyən olunur və sifarişçinin tələbinə görə dəyişdirilə bilər. İstismar zamanı ən vacib məsələlərdən biri lokomotivlərin konkret bütün hissələrini individual olaraq texniki vəziyyətinin proqnozlaşdırılması ilə onların texniki vəziyyətinə uyğun texniki xidmət göstərmək mümkündür.



**Şəkil 1. Yastıqların temperaturuna nəzarət edən qurğu**

**Üçüncü fəsilə** asinxron mühərrikli elektrik lokomotivlərinin istismar etibarlılığının etibarlılıq nəzəriyyəsinə əsasən “Polumarkov” modeli ilə tədqiqi məsələsi, Markov bərpa prosesi<sup>3</sup>, həmçinin dəyişən cərəyan lokomotivlərinin istismarından əldə olunan iqtisadi səmərə hesablanmışdır.

Polumarkov modeli əsasında  $n$  müstəqil fəaliyyət göstərən elementlərdən ibarət sistemi nəzərdən keçirək. Tutaq ki, hər bir  $i$  –ci elementin fəaliyyəti imtinasız bərpa proseslərini təsvir edilir (imtinasız iş müddəti, İİM)  $\alpha_1^{(i)} \left( P\{\alpha_1^{(i)} \leq t\} = F_1^i(t) \right)$  və bərpa müddəti  $\alpha_0^{(i)} \left( P\{\alpha_0^{(i)} \leq t\} = F_0^{(i)}(t) \right)$ . Sistem o vaxt məhsuldar hesab edilir ki,

---

<sup>3</sup> Ахмедов, Г.М. Применение полумарковских моделей восстанавливаемых систем для расчета основных показателей надежности электровозов переменного тока / Г.М.Ахмедов, Д.Г.Асланов // Universum, – Москва: – 2018. №3(48), – с. 72-75.

$p(1 \leq p \leq n)$  elementdən az işləməsin (4-cü bölmədə verilmiş lokomotivin fəaliyyəti  $p = n$ ). Müəyyənlik üçün hesab edirik ki, başlanğıc zaman müddətində  $t = 0$  anında bütün elementlər işləməyə başlayır. Sistemin etibarlılıq xarakteristikasını müəyyən edirik: stasionar hazırlıq əmsalı  $K_{\Gamma}$ , imtinalar arasında orta zaman müddəti  $T_1$  və bərpa olunmaya sərf olunan orta zaman müddəti  $T_0$ .

Fərz edək ki, aşağıdakı şərtlər yerinə yetirilir:

A<sub>1</sub>. İİM elementlərinin təsadüfi böyüməsi (TB)  $\alpha_1^{(i)}$  –,  $\alpha_0^{(i)}$  – Bərpa olunma müddəti elementləri (BOM),  $i = \overline{1, n}$  ( $n$  – sistemdə olan elementlərin sayıdır) məcmu olaraq müstəqildirlər, məhdud orta qiymətləri  $0 \leq M\alpha_1^{(i)} = T_1^{(i)} < \infty$ ,  $0 \leq M\alpha_0^{(i)} = T_0^{(i)} < \infty$ .

A<sub>2</sub>. Paylanma funksiyaları (PF) TB  $\alpha_1^{(i)}$  və  $\alpha_0^{(i)}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $F_1^{(i)}(t)$  və  $F_0^{(i)}(t)$  uyğundur, Lebeqa ölçüsünə nisbətən tam fasiləsizdirlər.

Hər bir  $i$  -ci elementin fəaliyyətini  $\xi^{(i)}(t)$  polumarkov prosesləri(PMP) vasitəsilə, vəziyyətlər çoxluqları  $E^{(i)} = \{0,1\}$  və polumarkov matrisləri ilə modelləşdiririk

$$Q^{(i)}(x) = \begin{pmatrix} 0 & F_0^{(i)}(x) \\ F_1^{(i)}(x) & 0 \end{pmatrix}, \quad (5)$$

Məsələnin həllinə görə ilkin paylanma  $P\{\xi_i(0) = 1\} = 1$  qiyməti alır.  $\xi_i(t)$  prosesi  $i$ -ci element  $t$  zaman müddətində işləyirsə 1 qiyməti,  $t$  zaman müddətində bərpa olunursa 0 qiyməti alır.

$u_i(t) = t - \sup\{u: u \leq t, \xi^{(i)}(u) \neq \xi^{(i)}(t)\}$ ,  $i = \overline{1, n}$ , natamam sıçrayışı üzrə prosesi  $\xi_i(t)$ ,  $i = \overline{1, n}$ , minimum natamam sıçrayışların hər bir zaman kəsiyi üzrə müəyyən edirik və  $u(t) = \min_{i=1,2,\dots,n} \{u_i(t)\}$  buradan da sonuncudan əvvəlki sıçrayışlardan birində baş vermiş başlanğıc proseslərin natamam sıçrayışı

$v_i(t) = u_i(t) - u(t)$  kimi olacaqdır.  $\xi_i(t)$  proseslərinin polumarkov super mövqələrinə nəzər salsaq  $\xi(t) = \{\xi_1(t), \dots, \xi_n(t); v_1(t), \dots, v_n(t)\}$  başlanğıc paylanmalarla  $P\{\xi(0) = (1,1, \dots, 1; 0,0, \dots, 0)\} = 1$  olacaqdır.

Tutaq ki,  $d = (d_1, \dots, d_n)$   $n$ -ikili vektordur, onda  $d_j = \overline{0,1}$ ,  $j = \overline{1, n}$  olar. Qeyd edirik ki,  $|d| = \sum_{j=1}^n d_j$ ,  $|d|$   $d$  vektorunda olan vahidlərin sayına bərabər olacaqdır. Buradan da  $D$  – bütün mümkün çoxluqların  $n$  sayda ikili vektorların çoxluğudur. Fərz edək ki,  $x^{(i)} = (x_1, \dots, x_{k-1}, 0, x_{k+1}, \dots, \xi_n)$ , yəni  $x^{(k)}$   $n$  -sayda qeyri-mənfi komponentlərdən ibarət vektordur,  $(k - \pi)$  lardan biri isə mütləq sıfıra bərabərdir. Bütün mümkün  $x^{(k)}$  vektorlar çoxluğunu  $R_+^{n,k}$  vasitəsilə qeyd edirik.

$\xi(t)$  prosesinin vəziyyətlər çoxluğu  $Z = \{(d: x^{(k)}): d \in D, x^{(k)} \in R_+^{n,k}, k = \overline{1, n}\}$  kimi qeyd edilir. Məsələnin şərtlərindən asılı olaraq  $Z = Z_1 \cup Z_0$ , haradakı  $Z_1 = \{(d: x^{(k)}): d \in D, |d| \geq p, x^{(k)} \in R_+^{p,k}, k = \overline{1, n}\}$ , sistemin saz (iş qabiliyyətli) vəziyyətlər çoxluğuna,  $Z_0 = \{(d: x^{(k)}): d \in D, |d| < p, x^{(k)} \in R_+^{n,k}, k = \overline{1, n}\}$ , – isə sistemin imtina vəziyyətlər çoxluğuna uyğun gəlir.

$A_1, A_2$  şərtlərinin yerinə yetirilməsi zamanı  $K_\Gamma, T_1$  (saat) və  $T_0$  (saat) üçün aşağıdakı ifadələr etibarlıdır:

$$K_\Gamma = \sum_{|d| \geq p} \prod_{i=1}^n T_{d_i}^{(i)} / \sum_{|d| \geq p-1} T_{d_i}^{(i)} ; \quad (6)$$

$$T_1 = \left( \sum_{|d| \geq p} \prod_{i=1}^n T_{d_i}^{(i)} \right) / \left( \sum_{|d|=p-1} \sum_{\{j: d_j=0\}} \prod_{i \neq j} T_{d_i}^{(i)} \right) ; \quad (7)$$

$$T_0 = \left( \sum_{|d|=p-1} \prod_{i=1}^n T_{d_i}^{(i)} \right) / \left( \sum_{|d|=p-1} \sum_{\{j: d_j=0\}} \prod_{i \neq j} T_{d_i}^{(i)} \right), \quad (8)$$

Aydın ki,  $|d| \geq p$  güclü  $dc$  vektorlar çoxluğu və  $|d| < p$  vektoru  $D_1$  и  $D_0$  çoxluqları ilə uyğundur,  $d \in D_0$  vektorlarından alınan  $|d| = p - 1$  güclü çoxluq isə yalnız bir komponentində  $j \in I(d)$  sayılı dəyişiklik baş verir.  $d$  vektoru  $D_1$  çoxluğunda sıfırdan vahidə çevrilir,  $d \in D_1$  vektorlarından ibarət  $D'_0$  -

ya bərabər olur. Yalnız bir komponentinə görə dəyişən  $j \in G(d)$  sayılı vektor vahiddən sıfıra dəyişir və  $D'_1$  -ə uyğun olur.

Azərbaycan dəmir yollarında istismar olunması planlaşdırılan AZ tipli asinxron mühərrikli dəyişən cərəyan elektrik yük lokomotivləri, həmçinin mövcud istismarda olan sabit cərəyan elektrik lokomotivlərinin 2016-cı il üçün plandankənar təmirdə dayanmaları məsələləri təhlil edilmişdir. Bu lokomotivlər plandankənar təmirdə aşağıdakı nasazlıqlar səbəbindən dayanmışdılar: kiçik dişli çarxın nasazlığı (KDC) –  $i = 1$ , kompressorun nasazlığı (K) –  $i = 2$ , pantoqrafin nasazlığı (P) –  $i = 3$  və dartı mühərrikinin nasazlığı (DM) –  $i = 4$ . İlk növbədə Azərbaycan dəmir yolunda istismar olunan mövcud sabit cərəyan elektrik lokomotivlərinin 2016-cı il üçün boş dayanma hallarını nəzərdən keçiriləcəkdir. Tədqiqat 11 ədəd sabit cərəyan elektrik lokomotivlərinin nasaz, boş dayanma halları üçün aparılmışdır. ( $j = 1, \dots, 11$ ):

1) VL11-274 :  $\alpha_{0,1}^{(3)} = 78,4$ ; 2) VL11-341 :  $\alpha_{0,2}^{(2)} = 98,5$ ;  $\alpha_{0,2}^{(4)} = 98$ ; 60,25;

3) VL11-351 :  $\alpha_{0,3}^{(2)} = 8$ ; 85,4;  $\alpha_{0,3}^{(3)} = 62$ ;  $\alpha_{0,3}^{(3)} = 28$ ; 4) VL11-353 :  $\alpha_{0,4}^{(1)} = 118$ ;

5) VL11-364 :  $\alpha_{0,5}^{(3)} = 74$ ; 6) VL11-402 :  $\alpha_{0,6}^{(1)} = 110,25$ ; 101,5;  $\alpha_{0,6}^{(2)} = 21,4$ ;

7) VL11-460:  $\alpha_{0,7}^{(2)} = 89,7$ ; 8) VL11-461:  $\alpha_{0,8}^{(1)} = 342$ ; 9) VL11-462 :  $\alpha_{0,9}^{(2)} = 58$ ; 58,6; 10) VL11-463 :  $\alpha_{0,10}^{(2)} = 250$ ;  $\alpha_{0,10}^{(4)} = 56,5$ ; 11) VL11-464 :  $\alpha_{0,11}^{(2)} = 39$ ; 59,4.

Uyğun olaraq Azərbaycan dəmir yolunda istismar olunması planlaşdırılan dəyişən cərəyan elektrik lokomotivlərinin 2016-cı ildə Qazaxıstan dəmir yolunda nasazlıqlar səbəbindən boş dayanma halları araşdırılmışdır: 1) KZ8:  $\alpha_{0,1}^{(3)} = 8$ ;  $\alpha_{0,1}^{(4)} = 4$ ; 2) KZ 9:  $\alpha_{0,2}^{(2)} = 4$ ;  $\alpha_{0,2}^{(4)} = 3$ ; 3) KZ 12:  $\alpha_{0,3}^{(1)} = 40$ ; 46;  $\alpha_{0,3}^{(2)} = 14$ ;  $\alpha_{0,3}^{(3)} = 5$ ,  $\alpha_{0,3}^{(4)} = 64$ ; 4) KZ 15:  $\alpha_{0,4}^{(1)} = 48$ ;  $\alpha_{0,4}^{(2)} = 22$ ; 5) KZ 17:  $\alpha_{0,5}^{(1)} = 200$ ; 6) KZ 18:  $\alpha_{0,6}^{(1)} = 72$ ; 7) KZ 20:  $\alpha_{0,7}^{(1)} = 150$ ;  $\alpha_{0,7}^{(2)} = 19$ ;  $\alpha_{0,7}^{(3)} = 13$ ; 8) KZ 21:  $\alpha_{0,8}^{(3)} = 8$ ;

$\alpha_{0,8}^{(4)} = 4$ ; 9) KZ 27:  $\alpha_{0,9}^{(2)} = 45$ ;  $\alpha_{0,9}^{(3)} = 10$ ;  $\alpha_{0,9}^{(4)} = 15$ ; 10) KZ 29:  $\alpha_{0,10}^{(2)} = 25$ ;  $\alpha_{0,10}^{(4)} = 7$ ; 11) KZ 34:  $\alpha_{0,11}^{(2)} = 8$ ;  $\alpha_{0,11}^{(3)} = 11$ .

Verilənlərə görə Azərbaycan dəmir yolunda (ADY)  $365 \times 12 \times 24 = 8760$  saat vaxtının olduğunu nəzərə alaraq,  $j$  -saylı lokomotivin  $i$  saylı elementinin  $T_{0,j}^{(i)}$  (saat) və  $T_{1,j}^{(i)}$  (saat) – uyğun olaraq BV (bərpa vaxtı) və imtinasız iş vaxtı (İİV) olduğundan aşağıdakı hesabata alarıq:

$$1) T_{1,1}^{(i)} = (8760 - 78,4)/2 = 4340,8 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,1}^{(3)} = 78,4, \\ T_{0,1}^{(i)} = 0 \quad (i \neq 3); \quad 2) T_{1,2}^{(i)} = \\ [8760 - (98,5 + 98 + 60,25)]/4 = 2125,8 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,2}^{(1)} = 0, \\ T_{0,2}^{(2)} = 98,5; T_{0,2}^{(3)} = 0; T_{0,2}^{(4)} = (38 + 60,25)/2 = 49,125$$

Analoji olaraq  $T_{0,j}^{(i)}$  və  $T_{0,j}^{(i)}$  kəmiyyətlərinin digər elementlərini hesablayaq:

$$3) T_{1,3}^{(i)} = 1715,3 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,3}^{(1)} = 0; T_{0,3}^{(2)} = 46,7; T_{0,3}^{(3)} = 62; \\ T_{0,3}^{(4)} = 28; 4) T_{1,4}^{(i)} = 4321 \quad (i = \overline{1,4}), T_{0,4}^{(1)} = 118; T_{0,4}^{(i)} = 0 \quad (i \neq 1); \\ 5) T_{1,5}^{(i)} = 4343 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,5}^{(i)} = 74; T_{0,5}^{(i)} = 0 \quad (i \neq 3); 6) T_{1,6}^{(i)} = \\ 2131,7 \quad (i = \overline{1,4}), T_{0,6}^{(1)} = 105,875; T_{0,6}^{(2)} = 21,4; T_{0,6}^{(3)} = T_{0,6}^{(4)} = 0; \\ 7) T_{1,7}^{(i)} = 4335,15 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,7}^{(2)} = 89,7; T_{0,7}^{(i)} = 0 \quad (i \neq 2); 8) \\ T_{1,8}^{(i)} = 4209 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,8}^{(1)} = 342; T_{0,8}^{(i)} = 0 \quad (i \neq 1); 9) T_{1,9}^{(i)} = \\ 2881,13 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,9}^{(1)} = 58,3; T_{0,9}^{(i)} = 0 \quad (i \neq 2); 10) T_{1,10}^{(i)} = \\ 2817,83 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,10}^{(1)} = 0; T_{0,10}^{(3)} = 0; T_{1,10}^{(4)} = 56,5; 11) T_{1,11}^{(i)} = \\ 2145,15 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,11}^{(1)} = 81; T_{0,11}^{(2)} = 49,2; T_{0,11}^{(3)} = T_{0,11}^{(4)} = 0.$$

Nəzərdən keçirilən sistemin elementlərinin uyğunsuzluğu  $T_{1,j}^{(1)} = T_{2,j}^{(2)} = \dots T_{1,j}^{(n)} = const = T_{1,j}^{CHCT}$  olur və haradakı  $T_{1,j}^{CHCT}$  – imtinalara sərf olunan orta zaman müddətidir və aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$T_{1,j}^{\text{СИСТ}} = (8760 - T_{0,j}^{\text{СИСТ}})/(r_j + 1), \quad T_{0,j}^{\text{СИСТ}} = \sum_{i=1}^n T_{0,j}^{(i)},$$

$$r_j = \sum_{i=1}^n r_j^{(i)},$$

burada  $r_j^{(i)}$  –  $i$ -ci elementin imtinaların sayı,

$T_{1,j}^{\text{СИСТ}}/n$  və  $T_{0,j}^{\text{СИСТ}}/n$  nisbətlerini imtinalar arasında olan zaman müddətinin orta qiyməti, həmçinin sistemin bərpasına sərf olunan zaman müddəti kimi izah etmək olar və aşağıdakı kimi işarələdir  $T_{1,j}^{\text{ЭЛЕМ}} = T_{1,j}^{\text{СИСТ}}/n$  və  $T_{0,j}^{\text{ЭЛЕМ}} = T_{0,j}^{\text{СИСТ}}/n$ , bu halda  $K_{\Gamma,j}^{\text{ЭЛЕМ}} = T_{1,j}^{\text{ЭЛЕМ}}/(T_{1,j}^{\text{ЭЛЕМ}} + T_{0,j}^{\text{ЭЛЕМ}})$  olur. Bu səbəbdən də  $K_{\Gamma,j}$ ,  $T_{1,j}$  və  $T_{0,j}$  elementlərinin izahı sistem parametrləri kimi  $K_{\Gamma,j}^{\text{СИСТ}}$ ,  $T_{1,j}^{\text{СИСТ}}$  и  $T_{0,j}^{\text{СИСТ}}$  verilmişdir. Buradan da bu nəticəyə gəlmək olar ki,  $j$  sistemi üçün söndürülmə ilə aşağıdakı bərabərlik doğrudur

$$K_{\Gamma,j}^{\text{СИСТ}} = K_{\Gamma,j}^{\text{ЭЛЕМ}}, \quad T_{1,j}^{\text{СИСТ}} = T_{1,j}^{\text{ЭЛЕМ}}, \quad T_{0,j}^{\text{СИСТ}} = T_{0,j}^{\text{ЭЛЕМ}}$$

və aşağıdakı sadə formullarla ekvivalentdir:

$$K_{\Gamma,j} = T_{1,j}^{\text{СИСТ}}/(T_{1,j}^{\text{СИСТ}} + T_{0,j}^{\text{СИСТ}}) = T_{1,j}^{\text{ЭЛЕМ}}/(T_{1,j}^{\text{ЭЛЕМ}} + T_{0,j}^{\text{ЭЛЕМ}}), \quad (9)$$

$$T_{1,j} = T_{0,j}^{\text{СИСТ}}/n = T_{1,j}^{\text{ЭЛЕМ}}, \quad (10)$$

$$T_{0,j} = T_{0,j}^{\text{СИСТ}}/n = T_{0,j}^{\text{ЭЛЕМ}}. \quad (11)$$

Sistemin söndürülməsi ilə elementlərin orta stasionar etibarlılığının xarakteristikası elementlərin uyğun xarakteristikalarına bərabərdir. (9)-(11) formullarını tətbiq etməklə ADY üçün alarıq:

1)  $K_{\Gamma,1} = 0,982$ ;  $T_{1,1} = 1085,2$ ;  $T_{0,1} = 19,6$ ; 2)  $K_{\Gamma,2} = 0,935$ ;  $T_{1,2} = 531,45$ ;  $T_{0,2} = 36,9$ ; 3)  $K_{\Gamma,3} = 0,926$ ;  $T_{1,3} = 428,825$ ;  $T_{0,3} = 34,175$ ; 4)  $K_{\Gamma,4} = 0,973$ ;  $T_{1,4} = 1080,25$ ;  $T_{0,4} = 29,5$ ; 5)  $K_{\Gamma,5} = 0,983$ ;  $T_{1,5} = 1085,75$ ;  $T_{0,5} = 18,5$ ; 6)  $K_{\Gamma,6} = 0,9$ ;  $T_{1,6} = 532,295$ ;  $T_{0,6} = 58,287$ ; 7)  $K_{\Gamma,7} = 0,98$ ;  $T_{1,7} = 1083,787$ ;  $T_{0,7} = 22,425$ ;



8)  $K_{\Gamma,8} = 0,925$ ;  $T_{1,8} = 1052,25$ ;  $T_{0,8} = 85,5$ ; 9)  $K_{\Gamma,9} = 0,96$ ;  $T_{1,9} = 720,282$ ;  $T_{0,9} = 19,43$ ; 10)  $K_{\Gamma,10} = 0,9$ ;  $T_{1,10} = 704,457$ ;  $T_{0,10} = 76,625$ ; 11)  $K_{\Gamma,11} = 0,923$ ;  $T_{1,11} = 536,287$ ;  $T_{0,11} = 44,85$ .

$n = 11$  lokomotiv üçün  $K_{\Gamma}, T_1$  və  $T_0$ , elementlərinin qiymətlərini hesablayırıq

$$\bar{K}_{\Gamma} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n K_{\Gamma,j}, \quad T_1 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n T_{1,j} \quad \text{və} \quad T_0 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n T_{0,j},$$

$$\bar{K}_{\Gamma} = 0,944, \quad \bar{T}_1 = 803,71(\text{saat}), \quad \bar{T}_0 = 40,48(\text{saat}) \quad (12)$$

Azərbaycan dəmir yolunda istismar olunması planlaşdırılan (Qazaxıstanda hal-hazırda istismar olunan) dəyişən cərəyan lokomotivləri üçün aşağıdakı nəticələri alırıq:

$$\begin{aligned} &1) T_{1,1}^{(i)} = 2916 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,1}^{(1)} = T_{0,1}^{(2)} = 0, T_{0,1}^{(3)} = 8; T_{0,1}^{(4)} = 4; 2) \\ &T_{1,2}^{(i)} = 2917 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,2}^{(1)} = T_{0,2}^{(3)} = 0; T_{0,2}^{(2)} = 4; T_{0,2}^{(4)} = 3; 3) \\ &T_{1,3}^{(i)} = 1438,5 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,3}^{(1)} = 43; T_{0,3}^{(2)} = 14; T_{0,3}^{(3)} = 5; \\ &T_{0,3}^{(4)} = 24; 4) T_{1,4}^{(i)} = 2896,66 \quad (i = \overline{1,4}), T_{0,4}^{(1)} = 48; T_{0,4}^{(2)} = \\ &22; T_{0,4}^{(3)} = T_{0,4}^{(4)} = 0; 5) T_{1,5}^{(i)} = 1706 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,5}^{(1)} = 200; T_{0,5}^{(2)} = \\ &0; T_{0,5}^{(3)} = 4; T_{0,5}^{(4)} = 13; 6) T_{1,6}^{(i)} = 4344 \quad (i = \overline{1,4}), T_{0,6}^{(1)} = 72; \\ &T_{0,6}^{(1)} = 0 \\ &(i \neq 1); 7) T_{1,7}^{(i)} = 2144,5 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,7}^{(1)} = 15,0; T_{0,7}^{(2)} = 19; T_{0,7}^{(3)} = \\ &13; T_{0,7}^{(4)} = 0; 8) T_{1,8}^{(i)} = 2916 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,8}^{(1)} = T_{0,8}^{(2)} = 0; T_{0,8}^{(3)} = 4; \\ &9) T_{1,9}^{(i)} = 2172,5 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,9}^{(1)} = 0; T_{0,9}^{(2)} = 45; T_{0,9}^{(3)} = 10; T_{0,9}^{(4)} = \\ &0; 10) T_{1,10}^{(i)} = 2919 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,10}^{(1)} = T_{0,10}^{(3)} = 0; T_{0,10}^{(2)} = \\ &25; T_{0,10}^{(4)} = 7; 11) T_{1,11}^{(i)} = 2913,66 \quad (i = \overline{1,4}); T_{0,11}^{(1)} = \\ &T_{0,11}^{(4)} = 0; T_{0,11}^{(2)} = 8; T_{0,11}^{(3)} = 11. \end{aligned}$$

(9) və (11) formullarından və verilənlərdən istifadə etməklə alırıq:

1)  $K_{\Gamma,1} = 0,996$  ;  $T_{1,1} = 72,9$  ;  $T_{0,1} = 3$  ; 2)  $K_{\Gamma,2} = 0,997$  ;  $T_{1,2} = 729,415$  ;  $T_{0,2} = 1,75$  ; 3)  $K_{\Gamma,3} = 0,918$  ;  $T_{1,3} = 359,625$  ;  $T_{0,3} = 32,25$ ; 4)  $K_{\Gamma,4} = 0,976$ ;  $T_{1,4} = 724,165$ ;  $T_{0,4} = 17,5$ ; 5)  $K_{\Gamma,5} = 0,88$ ;  $T_{1,5} = 426,5$ ;  $T_{0,5} = 57,5$ ; 6)  $K_{\Gamma,6} = 0,984$ ;  $T_{1,6} = 1086$ ;  $T_{0,6} = 18$ ; 7)  $K_{\Gamma,7} = 0,922$  ;  $T_{1,7} = 536,125$  ;  $T_{0,7} = 45,5$  ; 8)  $K_{\Gamma,8} = 0,996$  ;  $T_{1,8} = 729$ ;  $T_{0,8} = 3$ ; 9)  $K_{\Gamma,9} = 0,969$ ;  $T_{1,9} = 543,125$ ;  $T_{0,9} = 17,5$ ; 10)  $K_{\Gamma,10} = 0,989$ ;  $T_{1,10} = 729,75$ ;  $T_{0,10} = 8$ ; 11)  $K_{\Gamma,11} = 0,993$ ;  $T_{1,11} = 728,415$ ;  $T_{0,11} = 4,75$ .

$\bar{K}_{\Gamma}$ ,  $\bar{T}_1$  və  $\bar{T}_0$  kəmiyyətlərinin orta göstəricilərini hesablayaraq alarıq:

$$\bar{K}_{\Gamma} = 0,965, \bar{T}_1 = 665,56(\text{saat}) \quad \bar{T}_0 = 17,52(\text{saat}) \quad (13)$$

Hesabatdan görüldüyü kimi baxmayaraq ki imtinalar arası orta müddət  $\bar{T}_1$  kəmiyyətinin qiyməti ADY sabit cərəyan lokomotivləri üçün dəyişən cərəyan lokomotivlərinə nisbətən 140 saat çoxdur, əksinə olaraq  $\bar{K}_{\Gamma}$  hazırlıq əmsalı 2% və bərpaya sərf olunan zaman müddəti 13 saat çox olur. Hesabatdan da aydın görünür ki, dəyişən cərəyan lokomotivləri sabit cərəyan lokomotivlərinə nisbətən daha böyük etibarlılığa malikdirlər.

## NƏTİCƏ

Aparılan tədqiqatlar sayəsində aşağıdakı nəticə və təkliflər alınmışdır:

1. “Azərbaycan Dəmir Yolları” Qapalı Səhmdar Cəmiyyətinin elektrik lokomotiv parkının istismar müddətinin 30 ildən artıq olduğundan Alstom şirkətinin 8 oxlu, assinxron mühərrikli, dəyişən cərəyan lokomotivlərinin Azərbaycan dəmir yolunda istismarı və təmir işinin təşkili Respublikanın dəmir yolu tarixində bir yenilik olmaqla, böyük iqtisadi əhəmiyyətə malikdir və texniki baxış, təmir işlərini yerinə yetirmək üçün tələb olunan əmək tutumu az, məhsuldarlıq isə çox olacaqdır.

2. Biləcəri lokomotiv deposunda aparılmış araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, yeni dəyişən cərəyan lokomotivlərinin istismarından əldə olunacaq səmərə ilk 5 il üçün 1156200 AZN civarında olacaqdır.
3. Qatarların orta çəkisinin 2500 tondan, 4500-6000 tona qədər artırılması ilə ADY-də yükdaşıma həcmi sürətlə artacaqdır.
4. Müasir diaqnostika sistemlərindən istifadə ilə təklif oluna təmir bazasında elektrik lokomotivləri ilə yanaşı, dizel lokomotivlərinin də təmiri mümkün olacaqdır.
5. Etibarlılıq nəzəriyyəsinə əsasən Polumarkov modeli ilə yeni dəyişən cərəyan lokomotivlərinin etibarlılıq göstəricilərinin qiymətlərinin sabit cərəyan lokomotivlərinə nisbətən daha yüksək olması elmi olaraq sübut edilmişdir.
6. Təklif edilən lokotraktor manevr maşınından istifadə ilə illik 77124 azn səmərə əldə ediləcəkdir.
7. Təklif edilən lokomotivlərin yükqötürmə göstəricilərinin mövcud lokomotivlərin yükqötürmə göstəricilərindən iki və üç dəfə çox olması səbəbindən Azərbaycan dəmir yolunda dəhlizlər üzrə yükdaşımaya cəlb olunacaq lokomotiv sayı, həmçinin maşinist heyətinə olan tələb azalacaqdır.

### **Dissertasiya materiallarını əks etdirən məqalələrin siyahısı**

1. Aslanov C.G., Lokomotivlərin texniki vəziyyətinə müasir diaqnostik üsullardan istifadə etməklə nəzarətin təşkili // Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVIII respublika elmi konfransının materialları "Mexanika və maşınqayırma bölməsi", – Bakı: – 19-20 dekabr, – 2013, – s. 228-230.
2. Aslanov C.G, Əhmədov H.M., İstilik lokomotivlərində dizellərin diaqnostik sınaq üsulları // "Heydər Əliyev və Azərbaycan Təhsili" Respublika Elmi Konfransının materialları, – Bakı: –, – 2013, – s. 407-409.
3. Aslanov C.G, Əhmədov H.M., Reostat sınaqları zamanı lokomotivlərin istismar səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi // "Azərbaycanda Yüksək Texnologiyaların Texniki-İqtisadi

- Problemləri" Respublika Elmi Konfransının materialları, – Bakı: – 10-11 dekabr, – 2013, – s. 98-100.
4. Aslanov C.G. Lokomotiv dizellərinin gücünün təyin edilməsi üçün istifadə olunan diaqnostik sınaq üsullarının təhlili / C.G. Aslanov, H.M. Əhmədov // – Bakı: Azərbaycan Texniki Universitetinin Elmi Əsərlər Jurnalı, Texnika elmlər seriyası, – 2013. №1, cild I, – s. 94-98.
  5. Aslanov C.G. Asinxron mühərrikli dəyişən cərəyanla işləyən ilk lokomotivlərin Azərbaycan Dəmir Yollarında istismarı Respublika nəqliyyat sistemində yenilik kimi // – Bakı: Azərbaycan Texniki Universiteti Elmi Əsərlər, Texnika elmlər seriyası, – 2014. №4, – s. 139-142.
  6. Aslanov C.G. İzolə edilmiş iki qütblü tranzistorlar və onların dəyişən cərəyan lokomotivlərində ilk dəfə olaraq tətbiqinin təhlili // – Bakı: Azərbaycan Texniki Universiteti Elmi Əsərlər, Texnika elmlər seriyası, – 2015. №3, – s. 129-131.
  7. Aslanov C.G. Asinxron dartı mühərrikli, dəyişən cərəyan lokomotivlərinin hərəkət təhlükəsizliyinin təmin edilməsində ən müasir standartların texnoloji tələblərinə cavab verən “EBİlock 950” sisteminin rolunun təhlili // – Bakı: Azərbaycan Texniki Universitetinin Elmi Əsərlər Jurnalı, Texnika elmlər seriyası, – 2015. №4, cild I, – s. 112-114.
  8. Асланов Д.Г. Анализ результатов испытаний и базовых характеристик электровозов серий КЗ8А и КЗ4 АТ, планируемых к эксплуатации на Азербайджанских Железных Дорогах / Д.Г. Асланов, А.В. Ершов, Е. Зинулла // Новости Науки Казахстана, – Алматы: – 2015. № 4, – с. 146-160.
  9. Aslanov, C.G. “Azərbaycan Dəmir Yolları” Qapalı Səhmdar Cəmiyyətinin Bakı-Böyük Kəsik dəhlizində həyata keçirilən yenidənqurma layihələri və onların iqtisadi səmərəsinin təhlili // – Bakı: Azərbaycan Texniki Universiteti Elmi əsərlər, Texnika elmləri seriyası, – 2016. №1, s. – 97-99.
  10. Ахмедов Г.М. Применение полумарковских моделей восстанавливаемых систем для расчета основных

показателей надежности электровозов переменного тока / Г.М. Ахмедов, Д.Г. Асланов // *Universum*, – Москва: – 2018. №3(48), – с. 72-75.

11. Асланов Д.Г. Анализ показателей надежности электровозов постоянного и переменного тока с использованием полумарковских процессов восстановления // Сборник статей по материалам XIII международной научно-практической конференции «Экспериментальные и теоритические исследования в современной науке», – Новосибирск: СибАК, – февраля, – 2018, – с. 26-31.
12. Dyshin O.A. Investigation of operational reliability of electric locomotives on the basis of Semi-Markov models of the recovery systems / Oleg Dyshin, Jeyhun Aslanov // *Engineering and Technology*, – 2018. June;1. – p. 28-35.
13. Dyshin O.A., Pashayeva K.Sh., Aslanov, J.G. Comapartive analysis of the reliability of electric locomotives based on semi-Markov models of restorable systems // *ISCEEN Conference on Material Science and Engineering*. Kharkiv, Ukraine, – 2020, – p. 1021 (012003).

### **Çap edilmiş elmi işlərdə iddiaçının şəxsi iştirakı**

5, 6, 7, 8, 11 sayılı işlər müəllif tərəfindən sərbəst yerinə yetirilmişdir. 4, 9, 10, 12, 13 işlərdə məsələnin qoyuluşu professor H.M.Əhmədov tərəfindən, qalan hissələr isə müəlliflər tərəfindən bərabər səviyyədə yerinə yetirilmişdir. 1, 2 və 3 sayılı işlər müəlliflər tərəfindən bərabər səviyyədə yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın müdafiəsi 25 yanvar 2022-ci il tarixində saat 11<sup>00</sup>-da Azərbaycan Texniki Universiteti nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.09 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Bakı şəhəri, Hüseyn Cavid prospekti 25. Azərbaycan Texniki Universiteti.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Texniki Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 16 dekabr 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 15.12.2021  
Kağızın formatı: 60x84 1/16  
Həcm: 39770  
Tiraj: 100

