

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**NƏQLİYYAT VASİTƏLƏRİNİN İSTİSMARINDA
ALTERNATİV ENERJİ MƏNBƏYİ**

İxtisas: **3340.01-Elektrotexniki sistemlər və komplekslər**

Elm sahəsi: **Texnika elmləri**

İddiaçı: **Balayeva Əfilə Həsənbala qızı**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

BAKI - 2024

Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetində yerinə yetirilmişdir

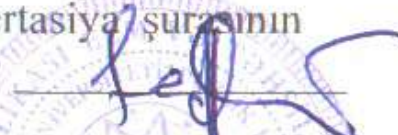
Elmi rəhbər: Texnika üzrə elmlər doktoru, professor
Eldar Mehdi oğlu Fərhadzadə

Rəsmi opponentlər: Texnika üzrə elmlər doktoru, dosent
Elçin Cəlal oğlu Qurbanov

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Bəhrüz Məmməd oğlu Sadıqlı

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Samirə Əlhadi qızı Xanəhmədova

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.04 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:  Texnika elmləri doktoru, professor
Nurəli Adil oğlu Yusifbəyli

Dissertasiya şurasının elmi katibi:  Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Vahid Qara oğlu Fərhadov

Elmi seminarın sədri:  Texnika elmləri doktoru, professor
Rasim Əzim oğlu Səidov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Yer kürəsində əhali sayının və elmi-texniki tərəqqinin durmadan inkişafı elektrik enerjisinə tələbatı daha da artırmaqdadır. İstilik və elektroenerji istehsalı üçün yerdən çıxarılan karbohidratdan istifadə olunması müasir dövrdə ekoloji nöqtəyi-nəzərdən böyük problemlər yaradır. Üzvi yanacaqların (kömür, neft, qaz və s.) intensiv olaraq sərfiyyatı onların ehtiyatının kifayət qədər tükənməsinə gətirib çıxarır. Bu, o deməkdir ki, insanlar qarşısında istilik və elektrik enerjisinin yeni, effektiv mənbəyinin işlənməsi və praktiki öyrənilməsi problemi durur.

İRENA-nın məlumat bazasına əsaslanaraq, 2050-ci ilə qədər dünya əhalisinin 70%-nin şəhərlərdə yaşayacağı gözlənilir. Eyni zamanda sənişin daşımalarına tələbatın ikiqat artacağı təxmin edilir. Bütün bunlara nəzərən, iqlimə uyğun təklif və layihələrə ehtiyac, enerjiyə və xərclərə necə qənaət etmək problemləri yaranmaqdadır və bunlarla yanaşı, ətraf mühit üçün zərərli hesab edilə biləcək mənbələrdən istifadə edilməməsi, yeni texnologiyalara əsaslanaraq nəqliyyatın idarə olunmasında enerji xərclərinin azaldılması layihələri aktual məsələlərdən biridir.

Müxtəlif növ nəqliyyat vasitələrinin səmərəliliyinin artırılması, yanacağa qənaət mövzusu MDB mütəxəssis və alimləri A.A. Maron, E.B. Spektor, A.B. Myatej, S.İ. Xudorojkon və azərbaycanlı alimlər Z.N. Musayev, E.M. Fərhadzadənin elmi əsərlərində öz əksini tapmışdır. Lakin bu istiqamətdə müxtəlif konstruksiyaların hazırlanmasına baxmayaraq, ictimai nəqliyyat vasitələrinin səmərəliliyinin artırılması və yanacağa qənaət məqsədilə tormozlanmada yaranan mexaniki enerjiden AEM kimi istifadə edilməsi texnologiyasının işlənməsi və təkmilləşdirilməsi aktual məsələdir. Bu məsələlərin həlli dissertasiya işinin aktual olduğunu göstərir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti: İctimai nəqliyyat vasitələrinin istismarı zamanı tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılması, elektrik enerjisinə çevirilməsi, saxlanılması və AEM kimi istifadə edilməsi.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri:

Nəqliyyat vasitələrinin səmərəliyinin yüksəldilməsi üçün tormozlanma zamanı yaranan mexaniki enerjinin elektrik enerjisinə çevrilməsi, toplanılması və AEM kimi istifadəsini təmin edən qurğunun konstruksiyasının işlənməsi, onun idarə olunma və nəzarət proseslərinin tədqiqi üçün riyazi və kompüter modellərinin qurulmasıdır. Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlərin həlli tələb olunur:

1. İctimai nəqliyyat vasitələrində istismar zamanı tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılması, elektrik enerjisinə çevrilməsi və saxlanılmasının funksional sxemini təklif və təhlil etmək;

2. İctimai nəqliyyat vasitələrində istismar zamanı tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılması və elektrik enerjisinə çevrilməsi prinsipini və texnologiyasını əsaslandırmaq;

3. İctimai nəqliyyat vasitələrində istismar zamanı tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılaraq elektrik enerjisinə çevrilməsi, saxlanılması və AEM kimi istifadə edilməsinin funksional modelini qurmaq;

4. İctimai nəqliyyat vasitələrində istismar zamanı tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılması, elektrik enerjisinə çevrilməsi, elektrik enerjisinin saxlanılması, AEM kimi istifadəyə imkan verən qurğunu layihələndirmək;

5. Marşrut üzrə nəqliyyat vasitələrində istismar zamanı tormozlanmada yaranan elektromexaniki çevirmənin hesabına elektrik enerjisinin toplanılması prosesinin eksperimental tədqiqatlarla qiymətləndirmək;

6. İctimai nəqliyyat vasitələrində istismar zamanı tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılması, elektrik enerjisinə çevrilməsi, saxlanılması və istifadəsini təmin edən texniki interfeysin funksional alqoritminin işlənməsi və eksperimentlərlə yoxlamaq;

7. Marşrut üzrə nəqliyyat vasitəsinin hərəkəti, tormozlanması, dayanacaqlarda dayanması, mexaniki enerjinin elektrik enerjisinə çevrilməsi və akkumulyatorlara doldurulması prosesinə nəzarət, onun

idarə edilməsinin modelləşdirilməsi və kompüter şəbəkəsi ilə əlaqələndirmək.

Tədqiqat metodları: Dissertasiya işinin məqsədindən irəli gələn tədqiqat məsələlərinin həlli üçün aşağıdakı metodlardan istifadə olunmuşdur:

1. Analitik və praktik tədqiqatlar;
2. Riyazi və kompüter modelləşdirməsi;
3. Tətbiqi riyaziyyatın analitik və məntiqi metodları;
4. Dissertasiya işi üzrə model tədqiqatları və alınmış nəticələrin nəzəri müddəalarla müqayisəsi.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar: Qoyulmuş məqsədə müvafiq olaraq dissertasiya işində aşağıdakı əsas məsələlər həll olunmuşdur:

1. Mövcud ictimai nəqliyyat vasitələrinin istismarı zamanı tormozlanmada yaranan mexaniki enerjiden elektrik enerjisinin alınması prinsiplərinin, üsullarının və modellərinin müqayisəli təhlili;

2. Tormozlanma prosesində yaranan mexaniki enerji mənbəyinin müəyyən olunması və onun ictimai nəqliyyat sisteminin layihəsinə əsasən təklif olunan qurğunun struktur sxeminin konstruktiv hissələrinin iqtisadi cəhətdən əsaslandırılması və seçilməsi;

3. Tormozlanma prosesində yaranan mexaniki enerjinin təkər sistemindən xaric olunaraq nəql olunması prosesi;

4. Tormozlanma prosesində yaranan mexaniki enerji itkilərini nəzərə almaqla onun nəqli prosesinin keyfiyyətlə yerinə yetirilməsi;

5. Tormozlanma prosesində yaranan mexaniki enerjinin mexaniki enerji toplusuna yüklənməsi;

6. Tormozlanma prosesində yaranan mexaniki enerjinin mexaniki enerji toplusundan enerjinin çevrilmə zonasına ötürülmə prosesi;

7. Tormozlanma prosesində yaranan mexaniki enerjinin elektromexaniki üsulla elektrik enerjisinə çevrilməsi və gələcək istifadəsi üçün akkumulyator bankalarına doldurulması prosesi;

8. İctimai nəqliyyatın marşrut üzrə hərəkəti, tormozlanma prosesində yaranan mexaniki enerjinin elektrik enerjisinə çevrilməsi və enerjinin toplanılması alqoritminin qurulması, idarəolunma və nəzarət prosesinin modelləşdirilməsi.

Tədqiqatın elmi yeniliyi:

1. Nəqliyyat vasitələrinin səmərəliliyinin yüksəldilməsi üçün tormozlanma zamanı yaranan mexaniki enerjinin elektrik enerjisinə çevrilməsi, toplanılması və AEM kimi istifadəsini təmin edən qurğunun konstruksiyası işlənmişdir;

2. İctimai nəqliyyat vasitələrinin istismarı zamanı tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin 70%-ə qədər elektrik enerjisinə çevrilməsinə nail olunmuşdur;

3. Marşrut üzrə ictimai nəqliyyat vasitələrinin hərəkəti, dayanacaqların sayı, dayanacaqlarda dayanma müddəti müəyyən edilmiş və tormozlanma zamanı rekuperasiya nəticəsində yaranan elektrik enerjisinin akkumulyatorlara toplanılması prosesinin alqoritmi qurulmuşdur;

4. Marşrut üzrə ictimai nəqliyyat vasitələrində rekuperasiya prosesinin alqoritminin qraf sxemi qurulmuş, idarə olunma və nəzarət proseslərinin tədqiqi üçün riyazi və kompüter modelləri qurulmuşdur.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti: Konstruktiv olaraq qoyulan məsələlərin yerinə yetirilməsi nəticəsində ictimai nəqliyyat vasitələrində istismar zamanı tormozlanma prosesində yaranan mexaniki enerjinin elektromexaniki çevrilmə prosesinə nail olunması kifayət qədər elektrik enerjisinin əldə edilməsinə imkan yaradır. İctimai nəqliyyat vasitələrinin tormoz sistemində yaranan mexaniki enerjinin 70%-nin elektromexaniki çevrilməsi nəticəsində alınan elektrik enerji alternativ enerji mənbəyi kimi qəbul edilə bilər. İqtisadi cəhətdən səmərəli olan tormoz sistemindən alınan elektrik enerjisindən AEM kimi istifadə etməklə ictimai nəqliyyatın idarə olunmasına nail olmaq olur.

İşin aprobeşiyası və təbiiqi: Dissertasiyanın mövzusu üzrə 19 elmi əsər dərc edilmişdir. Bunlardan 9- u məqalə, 10- u konfrans materialıdır, (3 konfrans materialı xaricdə, 3 məqalə Rusiya Ali Attestasiya Komissiyasının tövsiyə etdiyi jurnallarda, 1 məqalə isə həmmüəllifsiz jurnal kvartili (Q1), Elsevier nəşri olan Scopus, Web of Science və E - libraru indeksli dövri nəşrdə nəşr olunmuşdur. Əsərlərin 8-i həmmüəllifsizdir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetinin Elektromexanika kafedrasında yerinə yetirilmişdir. Dissertasiya işində işlənmiş konstruksiya əsasında hazırlanmış qurğu Sumqayıt Şəhər İcra hakimiyyətinin Başçısının Yanında Sumqayıt Avtomobil Nəqliyyatı ilə Sərnişindaşıma idarəsinin təbəçiliyində olan Təmir mərkəzində sınaqdan keçirilmiş və bu haqda Tətbiq aktı alınmış, bununla yanaşı riyazi və imitasiya modelləşdirmələrinin nəticələri Bakı 6 saylı marşrut göstəriciləri üzrə kompüter eksperimentləri ilə aparılmışdır.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi giriş, 4 fəsil, əsas nəticələr və istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İş 153 səhifə, o cümlədən, 46 şəkil, 3 cədvəl və 145 sayda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi: giriş hissəsi 18963 işarə; I fəsil 31849 işarə; II fəsil 40770 işarə; III fəsil 61358 işarədən; IV fəsil 18489; əsas nəticələr 3907 işarədən və dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi: 175336 işarədən ibarətdir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Girişdə işin mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın obyektinə və predmetinə məsələləri araşdırılmış, işin məqsədi və vəzifələri müəyyən edilmiş, tədqiqatın metodları göstərilmiş, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar şərh olunmuş, alınmış elmi yeniliklər, işin praktiki əhəmiyyəti və nəticələrin tətbiqinə baxılmış, işin apropasiyası və qısa məzmunu verilmişdir.

Birinci fəsildə müqayisəli təhlillər əsasında nəqliyyat vasitələrinin səmərəliliyinin yüksəldilməsi, istismar zamanı yanacağa qənaət etmək məqsədilə müasir texnologiyalara əsaslanan, müxtəlif konstruksiyalı sistem və şəbəkələrdən istifadə olunaraq rekuperativ tormozlanmadan istifadəsi üçün mövcud modellər araşdırılmış və yeni işlənmiş elektromexaniki çevirmə qurğusunun konstruksiyası təqdim edilmişdir.

İlkin olaraq şəhər daxili nəqliyyat vasitəsi olan avtobus nəqliyyatında tormozlanma zamanı nəzərə alınacaq enerjinin miqdarı-

həcmi həqiqətə uyğun qiymətləndirilir və bu halda məsələnin başlanğıcı və sonu təxminən müəyyənləşdirilir.

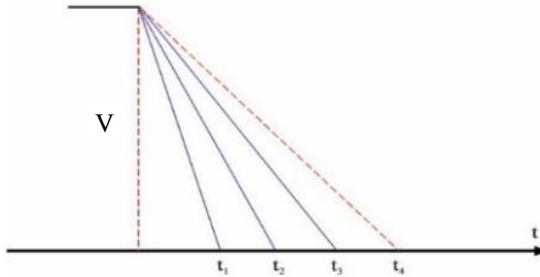
Bu müəyyənləşdirilməyə əsasən görülən işlərin zəruriliyi təyin edilir

–konstruktiv işlənmənin bütün bölmələri haqda tam məlumatlar işlənilir, əldə olunan mənfəət təhlil edilir. Məlumatların toplanması prosesində nəqliyyat vasitəsinin hansı məkanda nə qədər hərəkətdə olması, ümumiyyətlə bu nəqliyyat vasitələrinin olduqları sahədə onların sayı və eyni zamanda güc xarakteristikaları əldə edilir. Tədqiqatlarda layihənin faydalılığı təxmini olaraq müəyyənləşdirilir. İlkin formada əməliyyatların ardıcılığı təxminən aşağıdakı kimi nəzərdə tutulur:

–qısa müddətli tam tormozlanma şəraitində mexaniki enerjinin həcmi (bu həcm V sürətinə mütənasibdir, əsasən tormozlanma sistemində tormozlayıcı mexanizmlərin təsiri ilə əlaqədardır). Mexaniki enerjinin həcmi aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

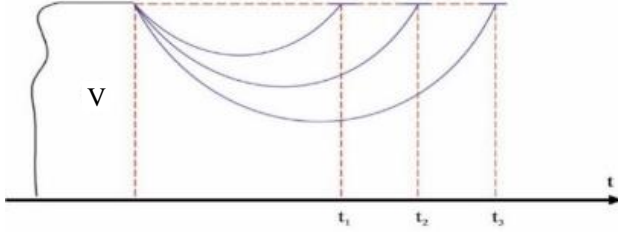
$$P_{mex.}=f(t) \quad (1)$$

Mexaniki enerjinin maksimum qiyməti P_{maks} , $t=0$ zamanına uyğundur (şəkil 1, 2). Həqiqətdə həm $P_{mex.}$ həm də t parametrləri nəqliyyat vasitəsinin çəkisindən və tormozlanma rejimindən asılı olurlar.



Şəkil 1. Tam tormozlanmada nəqliyyat vasitəsinin sürətinin zamandan asılılığı

V - nəqliyyat vasitəsinin sürəti, t-zaman



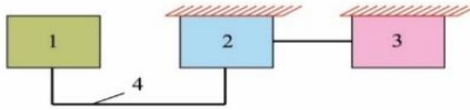
Şəkil 2. Yüngül formalı tormozlanmada sürətin zamandan asılılığı

V - nəqliyyat vasitəsinin sürəti, t-zaman

İkinci fəsildə ictimai nəqliyyat vasitələrinin tormoz sistemində yaranan mexaniki enerjinin toplanılması və elektrik enerjisinə çevirilməsi üçün texniki vasitələrin seçilməsi və bu qurğunun komponovkasının struktur və konstruktiv sxeminin qurulması məsələlərinə baxılmışdır.

Analiz nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, ictimai nəqliyyat vasitələrinə (xüsusən avtobus təsərrüfatı) baxdıqda onların iş rejimində tez-tez tormozlanmalar (sürətin ya azalması və ya dayanması) diqqəti cəlb edir. Əlbəttə bütün hallarda tormozlanma müəyyən yanacaq itkisi tələb edir. Tormoz sistemi iş düşdükdə nəqliyyat vasitəsinin dayanma istiqamətinə yönələn enerjini hər hansı bir sistemə göndərmək faydalı iş əmsalının artımına yönəlir.

Elektromexaniki çevirmə sisteminin struktur sxemi şəkil 3-də göstərilmişdir.



Şəkil 3. Elektromexaniki çevirmə sisteminin struktur sxemi

1-nəqliyyat vasitələrinin təkər qurğusu; 2-mexaniki enerji toplayıcısı; 3-elektrogenerator; 4-tros

Sistemdə iki sahə - məkan öz funksiyalarını yerinə yetirir. Birinci sahə arxa təkərlərin tormoz elementidir ki, buraya iki dayaq və mexaniki enerjini toplayıcı elementə aparən tros, ikinci sahəyə isə

mexaniki enerjini elektromexaniki çevirmə vasitəsilə elektrik enerjisinə çevirən sistem daxildir. Təklif olunan elektromexaniki çevirmə qurğusunun konstruksiyasında gedən proseslər aşağıdakı kimidir:

Nəqliyyat vasitələrinin dayanması və ya sürətin azalması komandası verildikdə fırlanan təkər konstruksiyası ilə tormozlayıcı disk arasında mexaniki möhkəm əlaqə yaranır. Mexaniki enerji toplayıcısının dolma dərəcəsiindən asılı olaraq tormozlayıcı diskin dönməsi baş verir (maksimal dönmə $\pi/2$ - toplayıcıda enerji ehtiyatı olmadıqda); mexaniki enerji toplayıcısının yayları sıxılaraq enerji ehtiyatını (həcmi) artırır. Tormozlanma prosesi sona yetən anda tormozlayıcı disk azad olur və tros onun geri qaytarılmasını mexaniki enerji toplusunda əlavə olaraq qoyulmuş qaytarıcı yay vasitəsilə qaytarır; növbəti toplanma baş verir; sonrakı tormozlanmada mexaniki enerji toplayıcısı yenidən işə başlayır. Növbəti paralel təsir edən proses toplanmış mexaniki enerjinin elektrik enerjisinə çevrilməsi prosesidir.

Mexaniki enerji toplayıcısının əsasını disk sistemi təşkil edir ki, yay sisteminin bərkidildiyi disk, trosla sərbəst hərəkət edən mufta, əsas dayaq və dişli tutucu vasitəsilə əlaqələndirilmişdir.

Tormozlayıcı disk vasitəsilə hərəkətə gələn trosun təsirindən mexaniki enerji toplayıcısının elementi müəyyən bucaq altında dönmür, tormozlanma yox olan kimi tros və tormozlayıcı disk qaytarıcı yayla (yay ancaq tormozlayıcı disk və trosun qaytarılmasına hesablanır) öz əvvəlki vəziyyətinə qayıdırlar. Toplayıcının mexaniki enerji ilə yüklənmiş diski elektrik generatorunun işləməsinə şərait yaradır. Elektrik generatorunun fırlanma tezliyini müəyyən qiymətə çatdırmaq üçün dişli çarx sistemi tətbiq edilmişdir. Enerji, mexaniki enerji toplayıcısında yayların sıxılması hesabına yığılır.

Yayların açılması ilə yaranan hərəkətmə uzunluğu, generatoru işlədə biləcək hərəkət uzunluğu ilə uzlaşmır. Odur ki, dişli çarxlar sistemi vasitəsilə yayların açılması yüksək tezlikli fırlanma yaradır.

Mexaniki enerji toplayıcısının yaratdığı momentlə elektrik generatorunun normal işini təmin edən momentlər, toplayıcının maksimal həcmində bir-birinə bərabərdir və akkumulyator

bankalarının tam qoşulması halında maksimal moment mübadiləsi gedir. Akkumulyator bankaları tam dolduqdan sonra idarə edicinin komandası ilə elektrik enerjisi starter - mühərrikə (işə salma və aparıcı mühərrik funksiyalarını yerinə yetirir) verilir və nəqliyyat vasitəsi DYM-siz hərəkətini davam etdirir.

Mexaniki enerjinin nəqlində iki konstruktiv elementin vacibliyi göstərilmişdir:

1) mexaniki enerjinin tormozlanma sistemindən nəql olunması üçün əməliyyatın əldə edilməsi;

2) mexaniki enerjinin nəql olunması üçün konstruksiyanın işlənməsi.

Təklif olunan elektromexaniki çevirmə qurğusunun iş prinsipi nəqliyyat vasitəsinin dayanacaqlarda dayanması və ya sürətinin azaldılması üçün icra olunan funksiyalarla əlaqədardır. Bu prosesdə tormozlanma zamanı yaranan mexaniki enerji tormozlanma diskinə verilir. Müasir texnologiyalara əsasən tormozlayıcı disk nəqliyyat vasitəsinin gövdəsinə bərkidilmişdir¹.

Təqdim edilən qurğunun konstruksiyasında tormozlayıcı disk arxa təkər körpüsünün oxu boyunca $\pi/2$ bucaq qədər dönə bilmə xüsusiyyəti olan konstruksiyaya malikdir. Qeyd etmək lazımdır ki, dönmə bucağının qiymətinin artırılıb və azaldıla bilmə imkanı nəqliyyat vasitələrinin konstruktiv xüsusiyyətlərindən asılıdır.

Dönmə bucağı aşağıdakı amillərdən asılıdır:

- ictimai nəqliyyat vasitəsinin tutumundan;
- ictimai nəqliyyat vasitəsinin sürətindən;
- ictimai nəqliyyat vasitəsinin tormozlanma intensivliyindən;
- mexaniki enerji toplayıcısında real toplanan enerjinin həcmindən və s.

Nəqliyyat vasitəsində tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılması üçün hər bir təkərin tormozlanma sistemində gövdə səthi ilə tormoz diski arasında əlavə element yerləşdirmək lazımdır ki, tormozlanmada yaranan mexaniki enerji hərəkət elementinə çevrilsin, belə ki, bu hərəkətin təsiri nisbi olaraq

1.Базров Б.М. Основы технологии машиностроения / Уч., Б.М. Базров. - М.: - Инфра-М, - 2019, - 492 с.

mexaniki enerjini ifadə edəcək və hərəkətli element kimi təkər sistemindən xaric olması mümkün olacaqdır.

Bu elementə yığılan mexaniki enerjinin həcmi 90-95%-ə yaxın olur. Təqdim olunmuş konstruktiv elementin maksimal qüvvə şəraitində val üzərində hərəkəti təxminən $\pi/2$ bucağından artıq olmamalıdır (kəskin tam tormozlanma zamanı elementin maksimal dönməsi $\pi/2$ qədər olur).

Təkərlərin tormoz sistemində yerləşmiş elementdən mexaniki enerjini istifadə nöqtəsinə nəql etmək üçün böyük güc təsirinə dözən və enerjinin itmədən istifadə məkanına çatdırılması prosesində istifadə olunan sistem elə olmalıdır ki, enerji itkisi az həcmdə olsun.

Əlbəttə, proses bərk və ya yumşaq ötürücülərdən istifadə etməklə yerinə yetirilə bilər: ayrı-ayrı sahələrdə diametral və ya üçbucaq-dördbucaq en kəsikli polad çubuqlardan, zəncirvari polad iplərdən, yumşaq konstruksiyaya malik troslardan istifadə etmək olar.

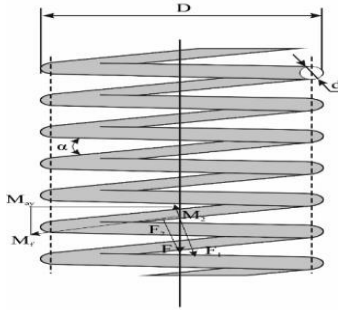
Təklif olunan konstruksiyada “Mexaniki enerji toplusu”nda vintvari sıxılmaya və dartılmaya işləyən vintvari yayların istifadəsi məqsədəuyğun sayılmışdır².

Standarta görə (ГОСТ 13766-68) №575 dərəcəli 1-ci sinif yay seçilir². Bu yay üçün $F_3=10510,5H$; $d=15$ mm; $D_x=105$ mm; Bir sarğının bərkliyi $C_1=610$ H/mm;

Proses zamanı yayın istənilən en kəsiyində F qüvvəsi, ox boyunca istiqamətlənmiş olur və eyni zamanda yayın oxuna perpendikulyar istiqamətdə $M=FD/2$ momenti yaranır. F qüvvəsi $F_1=F\cos\alpha$ - eninə (qüvvənin x oxu üzərindəki proyeksiyası) və $F_2=F\sin\alpha$ uzununa (qüvvənin y oxu üzərindəki proyeksiyası) ayrılır.

M fırladıcı və əyici momentləri yayın sarğısının oxu boyunca və ona perpendikulyar istiqamətdə yaranırlar (şəkil 4).

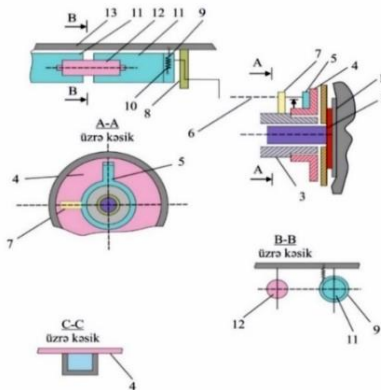
² Джэф Дэниэлс. Современные автомобильные технологии. Машиностроение, - 2017, - 238 с.



Şəkil 4. Seçilmiş yay konstruksiyasının işində yaranan qüvvələrin istiqamətləri

Fırladıcı moment $M_f = FD \cos \alpha / 2$; Əyici moment $M_o = FD \sin \alpha / 2$
 Hesablamalar göstərir ki, sürüşmə gərginliyinin toxunma qiyməti fırladıcı gərginliyin toxunma qiymətindən xeyli aşağıdır. Bu səbəbdən yayın hesabatının sadələşdirilməsi üçün fırladıcı moment $\cos \alpha = 1$ qəbul edilərsə, $M_f = M_o = FD / 2$ olar.

Layihə edilmiş elektromexaniki çevirmə qurğusunun konstruktiv sxemi göstərilmişdir. Sxemdə konstruksiyada istifadə olunan konstruktiv elementlərin kəsikdə görünüşləri verilmişdir (şəkil 5).

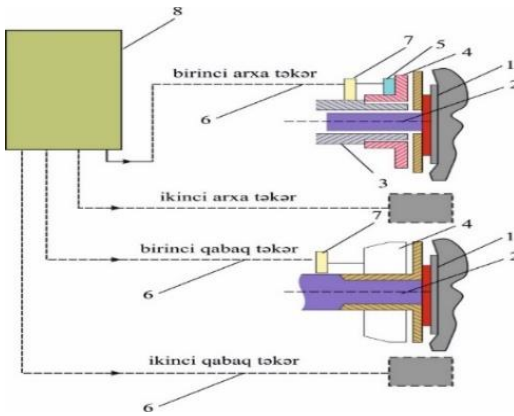


Şəkil 5. Elektromexaniki çevirmə qurğusunun konstruktiv sxemi

- 1- arxa təkər; 2- ox; 3- köynək; 4- tormoz diski; 5- çıxıntı; 6- tros;
- 7, 8- dayaq; 9- sərbəst hərəkət muftası; 10- qaytarıcı yay;
- 11- mexaniki enerji toplyaıcısı; 12- elektrogenerator; 13- bort

Bütün təkərlərdən tros vasitəsilə tormozlanmada yaranan enerjinin təxminən 85-90%-i mexaniki enerji toplusuna daxil olur. Bu enerjinin 10-15% tormoz diskinə və trosun fəaliyyəti zamanı dartılmaya sərf olunur.

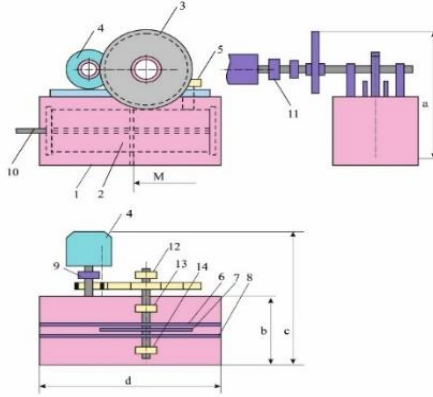
Tormozlanmada yaranan enerjinin kiçik bir hissəsi göstərilən diskdə, qalan hissəsi isə əsas təkərlərin tormoz zonasında yerləşdirilmiş trosun hərəkətinə sərf olunur. Tros tormoz diski və əsas enerji toplanan yerə-mexaniki enerji toplusuna tormoz enerjisini nəql edir (şəkil 6).



Şəkil 6. Tormozlanmada yaranan enerjinin enerji toplusuna nəqli sxemi

1-təkər; 2-ox; 3-köynək; 4-tormoz diski; 5-yan çıxış; 6-tros;
7-gövdə; 8- mexaniki enerji toplusu

Tormozlanma zamanı yaranan mexaniki enerjinin elektrik enerjisinə çevrilmə prosesində istifadə olunan işçi və konstruktiv elementlər əsasında yaradılmış qurğunun konstruksiyası və onların ifası göstərilmişdir (şəkil 7).

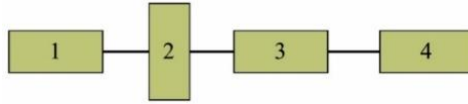


Şəkil 7. Tormozlanmada yaranan mexaniki enerjini elektrik enerjisinə çevirən qurğunun konstruktiv ifası

1-gövdə; 2-işçi yay; 3-dişli çarx; 4-generator; 5-dişli sürüngəc; 6,8-sürüngəcin çərçivəsi; 7-sürüşgən dişli ötürücü; 9-sərbəst hərəkət muftası; 10-tros; 11-mufta; 12,13,14-yastıqlar. a,b,c,d-qabarit ölçüləri tam layihələndirmədən sonra məlum olur.

Üçüncü fəsilə nəqliyyat vasitəsinin istismarı zamanı tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılması, elektrik enerjisinə çevirmə prosesi, mexaniki enerji toplayıcısının iki müstəvidə yerləşdirilməsi, yayın xarakteristikalarının təyini və tədqiqi aparılmışdır. Tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin çevrilməsi prosesində stabilləşdirmə, generatorda yaranan itkilərin təhlili, f.i.ə alqoritmi qurularaq, qurğunun ümumi f.i.ə hesablanmış və istehsal olunan elektrik enerjisinin saxlanması və ondan AEM kimi istifadə edilməsi məsələləri həll edilmişdir.

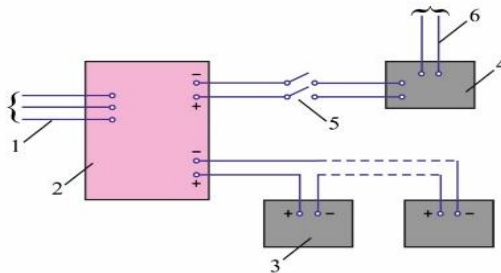
Layihə olunan konstruksiya texniki qurğu kompleksi olub, özündə mexaniki enerji toplusu ilə elektrik generator sistemi arasında yerləşdirilmiş reduktor, ötürülmüş mexaniki enerjini elektrik enerjisinə çevirən elektrik generatorunu birləşdirir. Mexaniki enerjinin elektrik enerjisinə çevirmə effektivliyi generatorla yerinə yetirilmədə 80÷90% təşkil edir. Avtonom kiçik güclü çevirici aşağıdakı elementlərdən ibarətdir: mexaniki enerji ötürücüsü, reduktor, generator, akkumulyator batareyası (şəkil 8).



Şəkil 8. Elektromexaniki çevrilmə qurğusunun əsas struktur sxemi

1-mexaniki enerji ötürücüsü, 2-reduktor, 3-generator, 4-akkumulyator batareyaları

Mexaniki enerji toplusunun yayı ilə əlaqədə olan ötürücü mexaniki enerjini reduktora ötürür. Reduktor müxtəlif diametrlı dişli çarxlar vasitəsilə daxil olan müəyyən fırlanma tezliyinə malik mexaniki enerji ötürücüsünü generatorla birləşdirir ki, burada elektrik enerjisi istehsal olunur. Hasil olunan elektrik enerjisi batareyalara yığılır. Mürəkkəb konstruksiyalı böyük güclü xüsusi avtomobillərdə hər hansı bir vacib avadanlıq olarsa, akkumulyatorda yığılmış gərginliyin dəyişən cərəyana çevrilməsi tələb olunur ki, onun dəyişdirilməsi üçün konstruksiyaya inverter daxil edilir (şəkil 9).

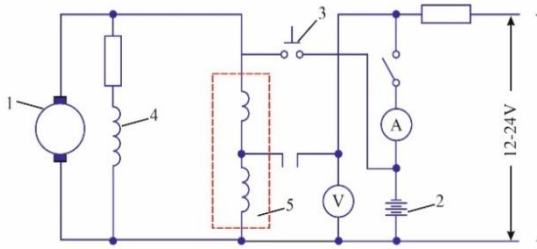


Şəkil 9. Elektrik enerji şəbəkəsinin sxemi

1-generatorla əlaqə naqilləri (saxınron və asinxron generatorlar), 2-nəzarətçi paylayıcı, 3-akkumulyator bankaları, 4-inverter, 5-açar, 6-dəyişən cərəyan mənbəyi

Layihə olunan konstruksiyada mövcud generatorların qurğuda iş prosesindən asılı olaraq onların xüsusiyyətləri və xarakteristikaları araşdırılmışdır. Qurğuda sabit cərəyan generatorundan istifadə daha

əlverişlidir, çünki bu cür sistemdə heç bir çevirmələrə yol verilmir³. Normal iş şəraiti (1÷3) kVt güclərdə olur ki, bu layihə olunan konstruksiya üçün əlverişlidir (şəkil 10).

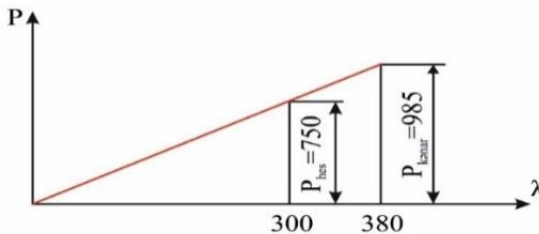


Şəkil 10. Sabit cərəyanlı yükləmə komutasiya sxemi

1-generator, 2-batareya, 3-işəsalma düyməsi; 4-təsirlənmə dolağı, 5-əks cərəyan reləsi

Generatorun fasiləsiz işinin təmin edilməsi enerjinin ötürülmə müddəti ilə əlaqədardır. Yaya sərf olunan gücü saxlamaqla onun uzunluğunu artırmağ üçün N saylı yayların ardıcıl və dairəvi yerləşdirilməsi lazım gəlir.

Nəzərə alsaq ki, buraxıla bilən hədlər daxilində (P_{hes}) yükü yayın hər bir addımının qeyri-bərabərdir və bu zaman yayın xətti xarakteristika üzrə işini təmin etmək üçün kənar yük ($0,8 \div 0,9$) $P_{kənar}$ - olması zəruridir. Hesablanmış yükə görə yayın xarakteristikası şəkil 11- də göstərilmişdir.



Şəkil 11. Hesablamalara əsasən işlənmiş yayın xarakteristikası

³ Усольцев А.А. Электрические машины. Санкт- Петербург: НИУ ИТМО,- 2013, - 416 с

Prosesdə yayların sıxılması hesabına mexaniki enerjinin toplanması baş verir. Yayın açılmasındakı mexaniki enerjinin işlənmə müddəti layihə olunan qurğuda əsas parametrlərdən biridir. Bu parametri artırmaq üçün yayın uzunluğunu artırmaq lazımdır. Yayın tam sıxılaraq açıldıqdan sonrakı uzunluq artımı:

$$l = l_a - l_y \text{ burada } l_a - \text{ yayın tam açılmış uzunluğu; } l_y - \text{ yayın yük}$$

altında tam yığılması, nəticə olaraq sıxılmada toplanmış mexaniki yük:

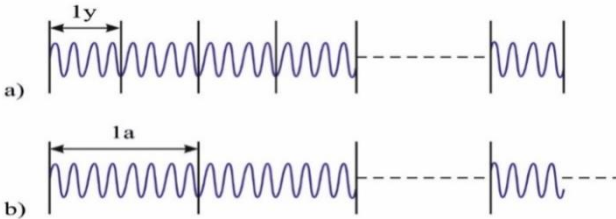
$$\sum P_{mex.s} = NP_{mex.y} \quad (2)$$

burada $P_{mex.y}$ - ardıcıl qoşulmuş bir yayın mexaniki yükü; N - ardıcıl qoşulmuş yayların sayıdır.

$\sum P_{mex.s}$ yükünün təsirindən sıxılmış yayların təsir dairəsindən yük götürüldükdən sonra, yayların açılmağa doğru təsiri artıq enerjinin çevrilməsi sisteminə ötürülür. Yəni

$$\sum P_{mex.s} \approx \sum P_{mex.a} \quad (3)$$

burada $P_{mex.a}$ - sıxıcı yük götürüldükdə yayların açılmasında əldə edilən yüküdür. . Yayların qoşulma sxemi şəkil 12-də verilmişdir.



Şəkil 12. Yayların qoşulma sxemi

a) Yayın yükün təsirindən yığılması;

b) Yayın yük götürüldükdən sonra açılması

Mexaniki enerji toplayıcısında enerjinin toplanma həcmi artırmaq və elektrik generator sisteminə ötürülmə zamanını uzatmaq və yayların yerləşdiyi məkanın uzunluğunu artırmaq məqsədilə yaylar ikinci müstəvidə də yerləşdirilir.

Trosların ötürdüyü yük istənilən halda birinci və ikinci təkərlərin mexaniki yüklərinin cəminə ($P_{mex.t1}$, $P_{mex.t2}$) bərabər olacaqdır. Əvvəlcə bu hal tormozlayıcı diskin dönmə bucağı daxilində baş verəcəkdir. Qabaq

təkərlərin tormoz enerjisinin toplana bilməsi istiqamətində layihələndirmə işləri aparılır.

$$P_{mex.s} = P_{mex.t1} + P_{mex.t2} \quad (4)$$

Burada əsas elementlərdən biri mexaniki enerji toplayıcısının həcmnin alınmasıdır. Əgər mexaniki enerji toplayıcısının ardıcıl qoşulmuş yaylar sistemi bir neçə paraleldə yerləşdirilsə trosların dartılması üçün konstruktiv yaxınlaşma aparılmalıdır, yəni tormozlayıcı diskin dönmə bucağı ilə dişli yarımdiskin dönmə bucağı arasında 1:1 nisbəti olmalı və 1: K nisbətinə ($K > 1$) keçilməlidir. Deməli, aşağıdakı nisbət əldə edilməlidir:

$$K = \frac{\alpha}{\pi/2} \quad (5)$$

burada α - dişli yarımdiskin dönmə bucağı, $\pi/2$ - tormozlayıcı diskin maksimum dönmə (qəbul edilmiş) bucağıdır.

Konstruktiv olaraq hesablamalar və mülahizələr nəticəsində qərara alınmışdır ki, $K=1\div 2$ nisbəti qənaətbəxşdir. $K>2$ nisbətinin qəbulu konstruksiyada müəyyən qədər mürəkkəbliyə yol açır ki, buda konstruksiyanın maya dəyərini artırmış olur.

Layihə zamanı ardıcıl qoşulmuş və tormozlanma enerjisi ilə sıxılmış yayların açılmağa doğru yaradılan enerjisindən istifadə etmək üçün, konstruksiyada sərbəst hərəkət muftasından istifadə olunmuşdur. Belə ki, mexaniki enerji toplayıcısının yaylarında sıxılma prosesi muftanın bir təsir zonasında, fırlandırıcı momentin təsiri isə digər elementdə cəmləşir⁴.

Elektrik generatoruna hərəkətin ötürülməsi prosesi böyük ötürmə ədədi vasitəsilə yerinə yetirilir:

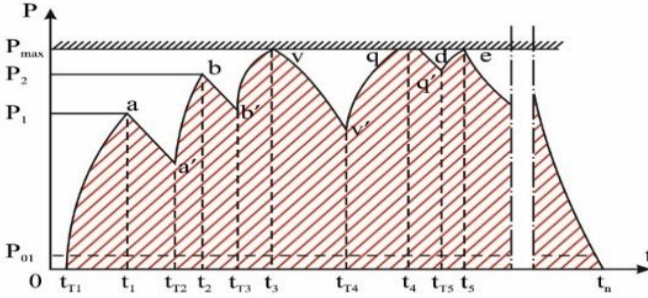
$$k = k_1 \cdot k_2 \quad (6)$$

burada k_1 -mexaniki enerji paylayıcısının dişli yarımdiskinin diametrinin (d_1) sərbəst hərəkət muftasının valındakı dişli çarxın diametrinə (d_v) olan nisbəti; k_2 - ötürücü dişli çarxın diametrinin (d_3) elektrik generatorunun valında qoyulmuş dişli çarxın diametrinə (d_g) olan nisbətidir:

⁴ Молотников В.Я. Механика конструкций. Теоретическая механика. Сопротивления материалов / Учебное пособие. В.Я. Молотников. – СПб.: Лань, - 2012, - 608 с

beləliklə $k_1 = \frac{d_t}{d_v} = \frac{400}{50} = 8$; $k_2 = \frac{d_0}{d_g} = \frac{400}{50} = 8$ olur. Deməli ümumi ötürmə ədədi: $K = K_1 K_2 = 8 \cdot 8 = 64$ olacaqdır.

Tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılması prosesi və zamandan asılı olaraq yükün yığılma qrafiki şəkil 13-də verilmişdir.



Şəkil 13. Mexaniki enerjinin toplanmasının zamandan asılılıq qrafiki

t_1, t_2, t_3, t_4 - tormozlanmanın dayandığı zamanlar;
 t_{T1}, \dots, t_{T5} -tormozlanmanın başlanğıc zamanları.

Proses aşağıdakı qaydada yerinə yetirilir:

Birinci tormozlanmada (t_{T1}) yayları sıxan qüvvə tros vasitəsilə ötürülür. Trosun birbaşa yaylara təsiri ilə 1-ci sıxıcı qol hərəkətə gələrək bir qədər yayların sıxlaşma istiqamətində hərəkət edir (t_{T1} - t_1 -zaman məsafəsində), t_1 anında tormozlanma prosesi dayanır (a-nöqtəsi). Artıq bu andan, yəni t_1 zamanından generator istiqamətində qüvvə ötürülür ki, yayların sıxılma qüvvəsi yavaş - yavaş azalır.

Növbəti tormozlanma anı t_{T2} - dir ki, burada da yaylar yenidən sıxılırlar; yeni mexaniki enerji sistemə daxil olur. Daxil olma müddəti t_{T2} -dən t_2 -yə qədərdir.

Beləliklə, tormozlanma zamanı yayların sıxılması, yəni mexaniki enerjinin toplanması prosesi gedir (t_{T1} - a), (t_{T2} - b) və s. Tormozlanma dayandıqdan sonra isə mexaniki enerjinin sərfiyyatı (a - a', b - b' və s.) dövrü təsir göstərir.

Müəyyən bir müddətdə tormozlanma olmazsa mexaniki enerji tamamilə elektrik enerjisinə çevriləcək (yayın açılmasının sonunda, qüvvənin sıfıra yaxınlaşdığı diapazonda), elektrogenatorun fırlanma

tezliyi də sıfıra yaxınlaşacaq, elektrik hərəkət qüvvəsi induksiyalanmayacaqdır (P_{01} sahəsi).

Mexaniki enerji toplayıcısının güc qrafikini əldə etmək üçün ardıcıl birləşmiş eyni xarakteristikaya malik N sayda yayları ardıcıl analiz etmək lazımdır. Yayların birlikdə tam uzunluğu yayın tam açılmış uzunluğu ilə mexaniki birləşmə elementinin də aparıldığını nəzərə almaqla təyin etmək olar:

$$L_{\text{üm}} = L_y \cdot N + \Delta a \quad (7)$$

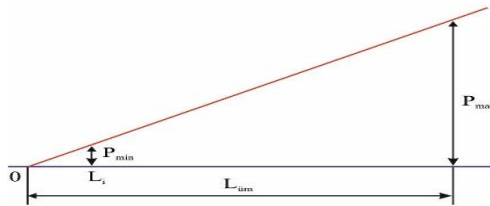
burada l_y - yay elementinin tam uzunluğu; N - yayların sayı; Δa - mexaniki birləşmə elementinin qalınlığı.

Yayın işləyən hissəsinin uzunluğu:

$$L_i = \Delta l \cdot N \quad (8)$$

burada $\Delta l = l_y - l_s$ bir yayın işlək uzunluğu; $L_0 = 595 \text{ mm}$ - bir yayın yüksüz halda uzunluğu; $L_3 = 303 \text{ mm}$ - bir yayın tam sıxılmış halda uzunluğu. $\Delta \alpha = 30 \text{ mm}$ qəbul edilir.

Ümumiyyətlə yayın uzunluğu üzrə xarakteristika qurularaq bütün zəruri olan elementlər müəyyən edilir. Yay sisteminin $P=f(l)$ qrafiki şəkil 14-də verilir.



Şəkil 14. Mexaniki enerji toplayıcısının yay sisteminin güc qrafiki $P=f(L)$

$L_{\text{üm}}$ - yayın işləmə uzunluğunun son həddi; L_i - generatorun minimal işləmə momentinə uyğun olan uzunluq.

Nəqliyyat vasitəsinin bir növü üçün hesablanmış və qəbul olunmuş yay üçün qrafikin təyin edilmiş parametrləri :

$$\begin{aligned} l_y &= 595 \text{ mm}; & \Delta l &= 30 \text{ mm}; & L_{\text{üm}} &= 1815 \text{ mm}; \\ P_{\text{min.}} &= 128 \text{ kq}; & N &= 2 \times 6 \text{ ədəd}; & P_{\text{max}} &= 1150 \text{ kq} \end{aligned}$$

Mexaniki enerji toplayıcısının istismarı zamanı l_i uzunluğu qurğuda işləyən elementlərin sürtünmə qüvvələri və itkiləri nəzərə almaqla dəqiq müəyyənləşdirilir.

Mexaniki enerji toplayıcısının momenti M_{met} sıfırdan başlayaraq artır. Bu artım P_{min} qiymətinə çatdıqda dişli çarxlar bloku və elektrik generatoru işləməyə başlayır. Sonrakı zaman müddətində tormoz momentləri (M_t) toplayıcıya daxil olur ki, ehtiyatda olan momentlə toplanır. Ümumi halda moment

$$M_{met} \pm M_t$$

toplayıcıda toplanır. Bir qədər vaxt keçdiyindən $M_{met} > M_{met1}$ olur. Növbəti tormozlanma prosesində M_t momenti toplayıcıya daxil olur. Digər tərəfdən elektrik generatorunun işləməsi zamanı artıq momentlərin bərabərliyi tələb olunur:

$$M_{met} \pm M_t \approx M_{eg} \pm \Delta M_S \quad (9)$$

Burada M_{eg} — elektrik generatorunun valındakı moment; ΔM_S - stabilizasiya momentidir.

Mexaniki enerji toplayıcısında zamandan asılı olaraq moment dəyişir.

Elektrik generatorunun fırlanma tezliyinin stabilizasiyası üçün bir neçə metoddan kompleks şəkildə istifadə edilir. Metodların seçimində əsas amil olaraq qəbul edilir ki, mexaniki enerji toplayıcısının yaratdığı moment elektrik generatorunun valında ümumi ötürmə ədədi ($K_{üm}$) qədər azalır:

$$M_{eg} = \frac{M_{met}}{K_{üm}} \quad (10)$$

burada $K_{üm}$ - tros, sərbəst hərəkət muftası və elektrik generatorunun valı ilə sistem arasındakı ötürmə ədədlərinin hasilinə bərabərdir:

$$K_{üm} = K_{tr} \cdot K_{shm} \cdot K_{vg} \quad (11)$$

burada K_{tr} - trosun ötürdüyü momentin ötürmə ədədi;

K_{shm} - sərbəst hərəkət muftasında ötürmə ədədi; K_{vg} - elektrik generatorunun valı ilə sistem arasındakı ötürmə ədədi. Stabilizasiya üçün aşağıdakı metodlardan istifadə olunur:

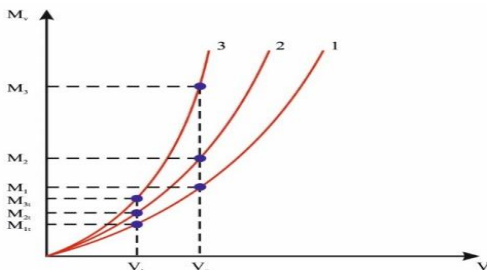
1. Elektrik generatorunun elektrik hərəkət qüvvəsinin fırlanma tezliyindən asılılığının təsiri.

$$e_{eg} \equiv B \cdot v \quad (12)$$

burada B - elektrogeneratorda induksiyanın qiyməti; v - rotorun fırlanma tezliyidir.

B və v arasında qarşılıqlı təsir mövcuddur: B -nin artması ilə e_{eg} artır və uyğun olaraq elektrik generatorunun yükü artır, nəticədə fırlanma tezliyinin azalması baş verir, bununla da yük I_{eg} azalır.

2. Elektrik generatorunun fırlanma tezliyinin mexaniki metodla stabilləşdirilməsi (generatorun konstruksiyasına xüsusi olaraq fırlanma tezliyini nəzərə almaqla hesablanmış ventilyatorun daxil edilməsi). Onda $M_t = M_{eg} + M_v$ olar. Ventilyatorun mexaniki $M_v = f(v)$ xarakteristikası şəkil 15-də verilmişdir. Xarakteristikalarda $M_3 > M_2 > M_1$ nisbətləri bir-birindən fərqlənirlər.



Şəkil 15. Müxtəlif konstruktiv ölçülü ventilyatorların mexaniki xarakteristikaları

Aparılmış hesablamalar və intensiv şəhər nəqliyyatından alınan məlumatların analizi göstərir ki, yuxarıda göstərilən metodlarla momentlərin tarazlığını $\pm 10\%$ diapazon sərhədlərində xəta ilə saxlamaq mümkündür.

3. Akkumulyator bankalarının sayını dəyişməklə elektrik generatorunun fırlanma tezliyinin stabilləşdirilməsi.

Proses zamanı qurğuda tətbiq edilən mexanizmlərdə və birləşmələrdə yaranan itkilər faydalı iş əmsalının azalmasına səbəb olur. Nəzərə alsaq ki, konstruksiyada istifadə olunan ayrı - ayrılıqda hər bir mexanizmin f.i.ə. $\eta = 1 - \varphi$ olur.

Burada φ - mexanizmdə itki əmsalıdır və f.i.ə. (faydalı iş əmsalı) sıfır ilə vahid arasında olmaqla uyğun hədd daxilində $0 \leq \eta < 1$ olmaqla dəyişir.

Qurğuda mexaniki enerji toplayıcısının dörd təkər sistemindən paralel qoşulmuş yaylardan ibarət olduğunu nəzərə alıb, xüsusi hallarda, yayların paralel birləşmə halları üçün $\eta_1 = \eta_2 = \eta_3 = const$ olduqda

$$\eta = \frac{\eta(A_{y1}+A_{y2}+A_{y3}\dots A_{yn})}{A_{y1}+A_{y2}+A_{y3}+\dots A_{yn}} \quad (13)$$

Uyğun mexanizmlər üçün ardıcıl olmaqla faydalı iş əmsalları belə təyin edilir :

$$\eta_1 = \frac{A_1}{A_h} ; \eta_2 = \frac{A_2}{A_1} ; \eta_3 = \frac{A_3}{A_2} ; \dots \eta_n = \frac{A_n}{A_{n-1}} \quad (14)$$

Qurğunun umümi faydalı iş əmsalını istifadə olunan ötürücü elementlərin ardıcıl birləşdirilmədə, istiqamətləri eyni yönəldilmiş mexaniki enerjilərə əsasən ayrı- ayrı mexanizmlərin f.i.ə - nin hasilinə bərabər olduğunu nəzərə alsaq onda

$$\eta_{üm} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_n = \frac{A_1}{A_h} \cdot \frac{A_2}{A_1} \cdot \frac{A_3}{A_2} \dots \frac{A_n}{A_{n-1}} = \frac{A_n}{A_h} \text{ olar.} \quad (15)$$

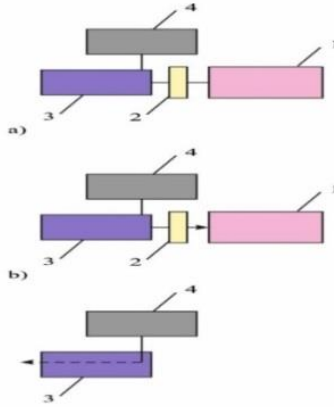
Alınan nəticəyə $\eta_{üm.} = \frac{A_n}{A_h}$ əsasən qeyd etmək olar ki, ardıcıl birləşmələrdə axırını yerləşdirilmiş mexanizmdə alınan işin f.i.ə - ni verir⁵. Aparılan tədqiqatlar və hesablamalar nəticəsində qurğunun f.i.ə (15) - ifadəsinə görə aşağıdakı kimi təyin edilmişdir:

$$\eta_{üm} = \eta_t \cdot \eta_y \cdot \eta_{d.s} \cdot \eta_{s.h.m} \cdot \eta_{d.ç.ö} \cdot \eta_{d.v.}^3 \cdot \eta_{gen} = 0,6941\%$$

Layihə zamanı nəqliyyat vasitələrinin bortunda gücündən asılı olaraq bir və ya iki akkumulyator bankası yerləşdirilir. Akkumulyatoru xarakterizə edən əsas qiymət onun həcmidir ki, bu elektrik enerjisinin amper-saatların sayını müəyyən edir; normal boşalma cərəyanında batareyə tələbatçıya enerji verə bilər.

Bunlar nəqliyyat vasitəsinin daxili yanma mühərrikini işə salmaqla bərabər, onun işləmədiyi müddətdə tələbatçıları elektrik enerjisi ilə təmin etməkdir. Bu sərfiyyatın necə həyata keçiriləcəyi ilkin layihəsi aşağıda verilmişdir. Bu məqsədlə verilmiş prosesin struktur sxemi şəkil 16- da verilmişdir.

⁵ Тимофеев Г.А. Теория механизмов и механика машин. Изд- во: МГТУ, - 2017, - 568 с.



**Şəkil 16. Elektrik enerjisinin dartı mexaniki enerjisinə
çevrilmənin struktur sxemi**

1-DYM; 2-ilişdirmə elementi; 3-sürətlər qutusu; 4-elektrik mühərriki.

İlk növbədə nəqliyyat vasitəsinin sürücüsü tərəfindən əməliyyat aparılır: sürətlər qutusunda aparılan əməliyyatda 1-ci sürət qoşularaq elektrik mühərriki işə buraxılır (Elektrik mühərrikinin seçimi idarə olunma sisteminin layihələndirməsi ərəfəsində yerinə yetirilir).

Elektrik mühərrikinin fırlanma tezliyi DYM-nin fırlanma tezliyinə, onun dəyişmə diapazonuna uzlaşmalıdır ki, müxtəlif sürətlər pilləsində təxmini uyğunlaşma olsun. Bunun üçün sabit cərəyan mühərrikinin idarə olunma sistemində daxil olan elementlərin seçimi rejimə uyğunlaşdırılmalıdır.

Akkumulyator bankalarında elektrik enerji tutumu buraxıla bilən həddən aşağı düşdükdən sonra DYM işə salınır.

Dördüncü fəsilə şəhərdaxili sərnişindaşıyan avtobusun marşrut üzrə hərəkəti zamanı tormozlanma prosesində yaranan mexaniki enerjinin elektrik enerjisinə çevrilməsi texnologiyasının və istehsal olunan enerjinin akkumulyatora doldurulması prinsipinin riyazi təhlili aparılaraq, kompüter eksperimentləri ilə alınan nəticələrin MS Excel proqramında elektron verilənlər bazası yaradılmış, elektron cədvəl əsasında qrafiklər qurulmuşdur.

MATLAB proqramında eksperimentlər aparılmış, məntiqi produksiyalar üsulundan istifadə edilərək nəticələr əldə edilmiş, marşrut üzrə ictimai nəqliyyat vasitələrində rekuperasiya prosesinin alqoritminin qraf sxemi, idarə olunma və nəzarət proseslərinin tədqiqi üçün riyazi və kompüter modelləri qurulmuşdur.

İctimai nəqliyyat vasitəsinin üzərində rekuperasiya prosesinin eksperimental sınaqlarını, yəni akkumulyatorun tələb olunan həcmdə elektrik enerjisi ilə doldurulmasını təmin etmək üçün aşağıdakı ilkin verilənlər müəyyən edilir:

Eksperimentin tam müddəti - 15 saat nəzərdə tutulur (6:00 – 21:00);

Nəzərə alsaq ki, ictimai nəqliyyatda istifadə olunan akkumulyatorun tutumu 75 A*s və gərginliyi 12 V təyin edilərsə, akkumulyatorun doldurulmasına 1 saatda sərf olunan güc - $0,90 \text{ kVt}$ olur.

Dayanacaqlar arası məsafə normativə əsasən aşağıdakı kimi qəbul olunur:

$$500 \leq l_{dam} \leq 600 \quad (m)$$

Dayanacaqlar arası ictimai nəqliyyat vasitəsinin orta sürəti aşağıdakı şərtə uyğun təmin olunmalıdır:

$$50 \leq V_{orta} \leq 60 \quad (km/saat).$$

Bakı şəhəri üzrə hərəkət edən 6 saylı nəqliyyatın marşrutunun uzunluğu

$$l_m = 45 \text{ km}$$

İctimai nəqliyyatın dayanacaqlarının sayını

$$n_d = l_m / l_{dam} \text{ kimi qəbul etsək, onda, } n_d = 75.$$

Əgər nəzərə alsaq ki, rekuperasiya prosesini təmin etmək üçün hər bir dayanacaqda ictimai nəqliyyatın dayanma müddəti 1.2 dəqiqəyə qədər olmalıdır, onda hər bir dayanacaqda 72 saniyə dayanırsa, 15 saat ərzində dayanma müddətlərində ümumilikdə akkumulyatora toplanmış elektrik enerji miqdarı müəyyənləşdirilir.

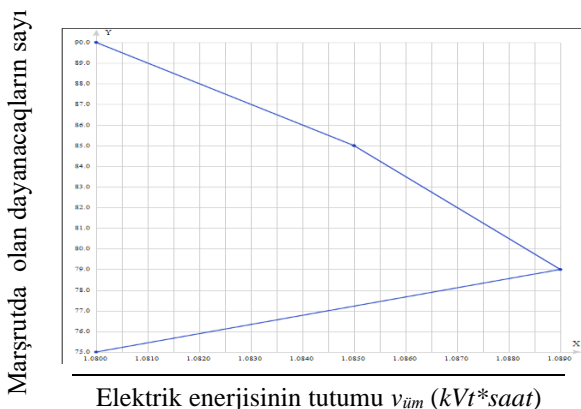
Eksperimentlərin aparılması üçün marşrutda (45000 m) dayanacaqların sayı və dayanacaqlar arası məsafələr müəyyən edilir.

Elektrik enerjisinin akkumulyatora toplanılması

Cədvəl 1

6 saylı marşrutda dayanacaqların sayı (n_d)	Dayanacaqlar arasında olan məsafə (l_{dam_i} (m))	Dayanacaqda nəqliyyat vasitəsinin saxlanılması müddəti ($t_i - (dəq)$)	Akkumulyatora toplanılan ümumi elektrik enerjisinin tutumu $v_{üm}$ (kVt*saat)
75	600	0.96	1,08
79	570	0.92	1,089
85	530	0.85	1.085
90	500	0.8	1.08

6 saylı marşrutda dayanacaqların sayının dayanacaqlar arası məsafədən asılılıq qrafikini qurmaqla, ictimai nəqliyyat vasitəsinin akkumulyatorunun elektrik enerjisi ilə doldurulması, marşrut üzrə dövrlər sayını təyin etmək və akkumulyatorun enerji tutumunu analiz etmək üçün MatLab - proqram paketindən istifadə edilərək eksperimentlər aparılmışdır (şəkil 17).



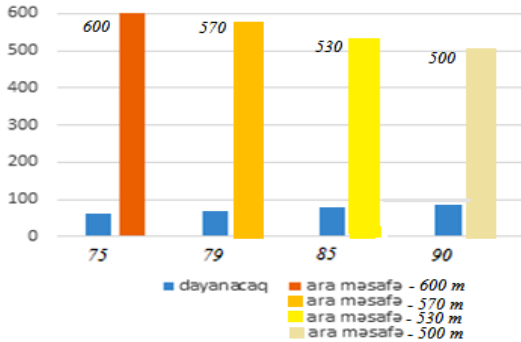
Şəkil 17. 6 saylı marşrut üzrə nəqliyyat vasitəsinin dövrlər sayından akkumulyatora toplanılan ümumi elektrik enerji tutumunun asılılıq qrafiki

Əgər nəzərə alsaq ki, ictimai nəqliyyatın marşrut üzrə ümumi məsafəsi $l_{üm}=45000$ m, onda aşağıdakı ifadəyə əsasən akkumulyatorlarda toplanılan elektrik enerjisinin həcmi aşağıdakı kimi təyin olunur:

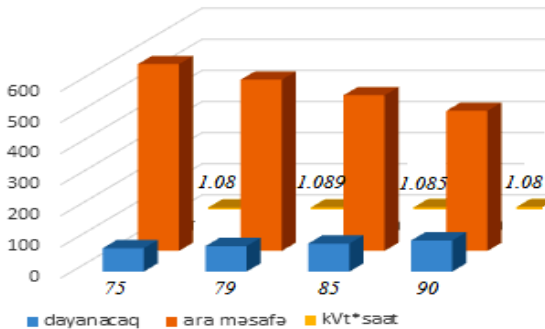
$$v_{iüm} = \frac{l_{üm}t_i v_{1saat}}{l_{d.a.m.} t_{1dəq}} \quad (16)$$

burada $t_{1dəq}$ -1 dəqiqədəki saniyələrin sayı; t_1 - nəqliyyatın dayanma müddəti, $l_{d.a.m}$ – dayanacaqlar arası məsafə, $v_{1saat} = 0.9$ kVt*saat – 1 saatda akkumulyatorlarda toplanılan elektrik enerjisinin miqdarıdır.

Cədvəl 4.1.1-ə əsasən marşrut üzrə 6 saylı ictimai avtobusun nəqli və dayanmasına görə kompüter eksperimentləri aparılaraq, qrafiklər qurulmuşdur (şəkil 18 a, 18 b).



Şəkil 18 a. Dayanacaqların sayının dayanacaqlararası məsafədən asılılıq qrafiki



Şəkil 18 b. Marşrut xarakteristikalarına görə avtobusun akkumulyatoruna doldurulan elektrik enerjisinin həcmninin təyini qrafiki

MATLAB - proqram paketindən istifadə edilərək eksperimentlər nəticəsində əsaslandırılmışdır ki, ictimai nəqliyyatın dayanacaqlar arası məsafəsi 500÷600 m olduqda və avtobusun dayanma 0.8÷0.96 dəq arasında dəyişildikdə, elektrik enerjisinin akkumulyatora doldurulması üçün bir dövr (45 km) sərf olunur və bu zaman kəsiyində akkumulyatora 1.08 kVt* saat həcmində enerji doldurulur. Kompüter eksperimentləri aparmaqla, müəyyən edildi ki, elektrik enerjisinin nəqliyyat vasitəsinin akkumulyatoruna doldurulması aşağıdakı parametrlərdən asılıdır:

- marşrutda olan dayanacaqların sayı (n_{di});
- dayanacaqlar arası məsafə (l_{dai});
- dayanacaqda nəqliyyat vasitəsinin saxlanılma müddəti (t_{di}).

Yuxarıda göstərilən parametrləri çoxluq şəklində vermək olar:

$$\begin{aligned} n_{di} &\in \{n_{d1}, n_{d2}, \dots, n_{dk}\}; \\ l_{dai} &\in \{l_{da1}, l_{da2}, \dots, l_{dam}\}; \\ t_{di} &\in \{t_{d1}, t_{d2}, \dots, t_{dk}\}; \end{aligned} \quad (17)$$

burada $k = \overline{1, l_{im}/l_{dai}}$; t_{dk} - k sayılı dayanacaqda ictimai nəqliyyat vasitəsinin saxlanılma müddəti.

Məsələn real vaxt rejimində həll etmək üçün produksiya modelinin “Əgər...” implikasiyasının elementləri ilə təyin olunan və vəziyyətləri ictimai nəqliyyat vasitəsinin (6 sayılı avtobusu) n_{di} dayanacaqlarında quraşdırılmış lokal şəbəkənin UniFi–ın sensorları ilə məhdudlaşdırılan vəziyyətləri (dayanacağın ilkin və son vəziyyətləri) identifikasiya etməklə adekvat idarə siqnallarının formalaşdırılmasını təmin edən alqoritm qurulur.

Produksiya sistemi “vəziyyət → fəaliyyət”, “səbəb → nəticə” və s. cütlüklər şəklində birinci tərtibli predikatlar cəbrindən

$$f = \langle x_i, v_j, \&, v, \rightarrow \rangle \quad (18)$$

istifadə etməklə yaradılan biliklər, vəziyyətlər bazalarından və idarə blokundan ibarətdir. Formal olaraq, produksiya sisteminin istənilən texniki sistem üçün fəaliyyətini

$$x(t+1) = f(x(t), U(x)) \quad (19)$$

şəklində yazmaq olar. Burada $x(t)$ – faktlar bazasının cari vəziyyəti; $x(t+1)$ – faktlar bazasının $U(x)$ produksiya qaydası tətbiq olunduqdan sonrakı vəziyyətidir.

Qərar qəbul etmə blokunda stek biliklər bazasından daxil olmuş X_j vektorunun elementləri ilə idarə obyektindən daxil olan uj vektorları üzərində

$$F = \bar{x}_j V \bar{v}_j \quad (22)$$

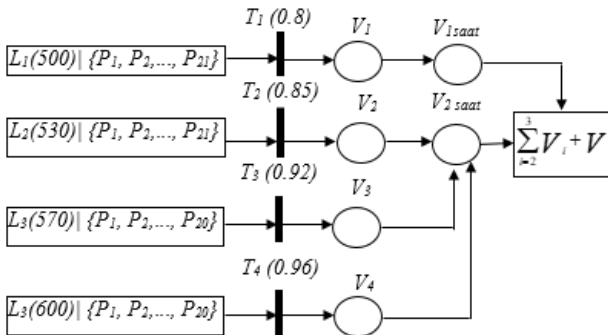
əməliyyatı aparılır, $F=I$ şərti ödənirsə, biliklər bazasının produksiyasının “*Onda...*” implikasiyasının icrasına icazə verilir və qərar yerinə yetirildikdən sonra produksiyanın $P(s)$ keçid funksiyasının qiymətinə uyğun stek biliklər bazasının seçilmiş produksiyasının emalı yerinə yetirilir. Eksperiment nəticəsində 6 saylı avtobusun marşrut üzrə bir dövr müddətində hərəkəti zamanı akkumulyatorun elektrik enerjisi ilə doldurulmasının dörd produksiya əsasında həcmi təyin edilmiş və aşağıdakı ifadə ilə yazmaq olar:

$$V_{\text{üm}} = \sum_{i=1}^4 V_i = 1,084 \text{ (kVt*saat)}$$

Avtobusun marşrut üzrə qət etdiyi ümumi məsafə aşağıdakı kimi təyin olunmuşdur:

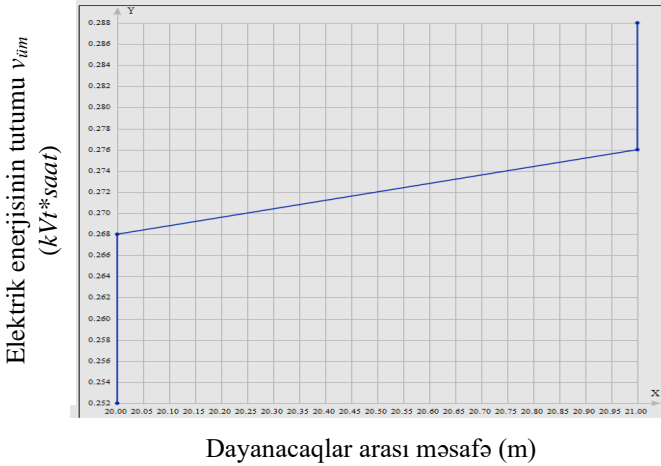
$$L_{\text{üm}} = \sum_{i=1}^4 L_i = 45 \text{ km}$$

Produksiyalar əsasında 6 saylı avtobusun marşrut üzrə hərəkəti zamanı rekuperasiya prosesinin idarəetmə alqoritminin qraf-sxemi qurulur (şəkil 20).



Şəkil 20. 6 saylı avtobusun marşrut üzrə hərəkəti və dayanması zamanı rekuperasiya prosesinin idarəetməsinin qraf-sxemi

6 saylı avtobusun marşrut üzrə hərəkəti və dayanması zamanı rekuperasiya prosesinin qrafik dəyişilməsi MatLab - program paketində yoxlanılaraq, aşağıdakı kimi qrafik qurulmuşdur (şəkil 21).



Şəkil 21. 6 saylı avtobusun marşrut üzrə hərəkəti və dayanması zamanı rekuperasiya prosesinin qrafik dəyişilməsi

Rekuperasiya prosesinin nəzarəti, idarə edilməsi və lokal korporativ şəbəkəyə qoşulması üçün qurulan məntiqi və qraf-sxemli modelləşdirmə alqoritm əsasında real obyekt – avtobusun marşrut üzrə daha səmərəli hərəkəti, dayanacaqlarda saxlanılması müddətlərinin təyini, qısa zaman kəsiyində tələb olunan elektrik enerjisinin akkumulyatora doldurulması və AEM kimi istifadə edilməsi mümkün olur.

6 saylı avtobusun 45 km-li marşrut üzrə 82 dayanacağa uyğun 82 düyün nöqtəsi müəyyən edilir. Korporativ lokal şəbəkə daxilində birləşdirərək, qarşılıqlı informasiya mübadiləsini təmin etmək üçün 192.168.1.1÷192.168.1.82 IP ünvanları müəyyən edilir. Lokal şəbəkəyə 82 vericinin qeydiyyat məlumatları ötürülür.

Dayanacaqların ünvan sahələrinə və işçi yaddaş sahələrinə əsasən İP və düyün nöqtələrinin müəyyən olunması cədvəli

Cədvəl 2.

№	6 saylı avtobusun marşrutunun dayanacaqları üzrə UniFi – in vericiləri	Korporativ şəbəkədə avtobusun dayanacağına ayrılan ünvan	Düyün nöqtələrinin ünvanı	Korporativ şəbəkədə avtobusun hər bir dayanacağına ayrılan faiz sahəsi (%)
1	A6 _{v1}	192.168.1.1	0.0.0.1	1.22
2	A6 _{v2}	192.168.1.2	0.0.0.2	1.22
		.	.	.
		.	.	.
		.	.	.
82	A6 _{v82}	192.168.1.82	0.0.0.82	1.22

Marşrutun hər bir dayanacağına ayrılan faiz sahəsi aşağıdakı şərtə görə təyin olunur:

$$N_{di} S_{\%i} \approx 100 \%$$

burada $N_{di} = 82$ - marşrutda olan dayanacaqların sayıdır, $S_{\%i}$ - produksiyalarda göstəriləni kimi hər bir dayanacağına ayrılan şəbəkənin faiz sahəsidir.

$$P1(21)+P2(21)+P3(20)+P4(20)=82 ; S_{\%i} \approx 1,22 \%$$

Şəbəkənin 82 düyününün tanınması üçün altşəbəkənin maskalarının istifadəsi ikili işarə ilə müəyyən edilir. TCP/IP lokal şəbəkəsinin səmərəliliyini təmin etmək üçün verilənlər paketinin mübadiləsini həyata keçirən, marşrutizatorlardan istifadə edilir.

DİSSERTASIYA İŞİNİN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ

1. Çox saylı ədəbiyyat araşdırmaları aparılmış, dissertasiya işinə uyğun olan mövcud qurğuların və nəqliyyat vasitələrinin rekuperasiya prosesinin idarə edilməsində istifadə olunan informasiya və modelləşdirmə texnologiyalarının müqayisəli təhlili aparılmış nəticədə dissertasiya işinin məqsədi və əsas tədqiqat məsələləri müəyyən edilmişdir.

2. İctimai nəqliyyat vasitəsinin istismarı zamanı tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılması, elektrik enerjisinə çevrilməsi, saxlanması və AEM kimi istifadə edilməsini təmin edən qurğunun konstruktiv sxemi təklif edilmiş və onun təhlili aparılmış, qurğunun funksional təhlil modeli qurulmuş, onun iş prinsipi müəyyən edilmiş, konstruktiv elementlərin seçilməsi, mexaniki enerjinin təkər sistemindən mexaniki enerji toplusuna nəqli prinsipi, mexaniki enerji toplusunun əsasısını təşkil edən yayların materialı sərfiyyatı, həndəsi ölçülərinin təyini məsələləri həll edilmiş və nəticədə qurğunun konstruktiv quruluşu işlənmişdir.

3. Təklif olunan qurğuda şəhərdaxili sərnişin daşıyan ictimai nəqliyyat vasitələrində tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılması, elektrik enerjisinə çevirilməsi texnologiyası təhlil edilmiş, qurğuda istifadə olunan ötürmə mexanizmləri və mövcud generatorların iş prinsipləri araşdırılaraq uyğun elektrik generatorunun seçilməsi məsələləri həll edilmiş, mexaniki enerji toplayıcısının yük altında xarakteristikaları qurulmuş, ictimai nəqliyyat vasitələrində tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılması və elektrik enerjisinə çevirilməsi prosesində stabilləşdirmə metodları təyin edilmiş, qurğunun itkilərinin təhlili aparılaraq, nəticədə qurğunun f.i.ə ($n=0.6941$) təyin edilmişdir.

4. Şəhər sərnişin daşıyan nəqliyyat vasitələrində istismar zamanı tormozlanmada yaranan mexaniki enerjini elektromexaniki çevirmə sistemi ilə elektrik enerjisinə çevirən, istehsal edən və AEM kimi istifadəsini təmin edən qurğuda istehsal olunan elektrik enerjisinin saxlanması üçün akkumulyatorların seçilməsi, tədqiq məsələləri həll edilmişdir. Təklif olunan qurğu nəqliyyat vasitəsinin çəkisinin 2-3%-ni təşkil edir, qoyulan istismar tələbləri, etibarlılığı,

iş rejimləri nəzərə alınaraq hazırlanmaqla onun konstruksiyasına heç bir xələl gətirmir.

5. İşlənən konstruksiya özünün və idarə edilməsinin sadəliyinə, iqtisadi cəhətdən səmərəli olan tormoz sistemindən alınan mexaniki enerjini elektrik enerjisinə çevirərək, onun nəqliyyat vasitələrinin səmərəliliyinin yüksəldilməsi, yanacağa qənaət edilməsi və AEM kimi ictimai nəqliyyatın idarə olunmasına imkan verir. Aparılmış tədqiqatlar və sınaqlar nəticəsində nəqliyyat vasitələrinin istismarında tormozlanma zamanı yaranan mexaniki enerjinin 70% -ə qədəri elektrik enerjisinə çevrilərək alınan enerjiden AEM kimi istifadə olunması təsdiq edilmişdir.

6. Eksperimentlər üçün təyin edilmiş, Bakı 6 sayılı marşrut üzrə ictimai nəqliyyat vasitəsinin istismarı zamanı rekuperasiya prosesinin alqoritmi, idarə olunma və nəzarət proseslərinin tədqiqi üçün riyazi və kompüter modelləri qurulmuşdur. Alınan nəticələri analiz etmək üçün MatLab proqram paketindən istifadə edilərək, eksperimentlər aparılmışdır. Aparılan kompüter eksperimentləri nəticəsində, ictimai nəqliyyatın - avtobusun qət etdiyi marşrutun dövrüyəsi 45 km, rekuperasiya prosesində akkumulyatora doldurulan elektrik enerjisinin həcmi $1,084 \text{ kVt} \cdot \text{saat}$ olmuşdur və bununla akkumulyatora doldurulan elektrik enerjisinin həcmi sınaqdan alınan nəticələrlə uyğunluğu təsdiq edilmişdir.

7. Dissertasiya işində təklif edilmiş qurğu seçilmiş parametrlərə görə hazırlanaraq istismar şəraitində sınaqdan keçirilmiş və kifayət qədər məqbul nəticələr əldə etməyə imkan vermişdir. Qeyd edək ki, təqdim olunmuş dissertasiya işində elmi - nəzəri tədqiqatların nəticələri, metodik tövsiyyələr gələcəkdə nəqliyyatın istismarında yanacağa qənaət olunması və AEM kimi istifadə məqsədi ilə yeni qurğuların yaradılmasında və oxşar qurğuların istismarı prosesində uğurla tətbiq oluna bilər.

DİSSERTASIYA İŞİNİN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ AŞAĞIDAKI DƏRC OLUNMUŞ ELMİ ƏSƏRLƏRDƏ ÖZ ƏKSİNİ TAPMIŞDIR:

1. Balayeva, Ə.H., Nəqliyyatın tormozlanma prosesində alternativ enerji mənbəyi // - XXI Respublika Elmi Konfransı, BDU, - Bakı: -2017, -s. 117-119.

2. Мусаев, З.Н., Балаева, А.Г., Альтернативная энергия при торможении городских транспортных средств // - X международная научно-практическая конференция молодых ученых, том 1, - Уфа: - 2017, с. 293-294.

3. Balayeva, Ə.H., Nəqliyyat vasitələrinin tormozlanmasından alınan alternativ enerji sərfiyyatı haqqında // - XXII Respublika Elmi Konfransı, ADPU, -Bakı: - I cild, - 2018, -s. 208-210.

4. Фархадзаде, Э.М., Мусаев, З.Н., Балаева, А.Г., Конструктивные особенности накопителя механической энергии торможения // - Международная научная конференция, СГУ, - Сумгаит: - 2018, -с. 298-300.

5. Musayev, Z.N., Balayeva, Ə.H., Nəqliyyat vasitələrinin tormoz rejimindən enerji mənbəyi kimi istifadə // - SDU, Elmi Xəbərlər, №1, cild 18, - Sumqayıt: - 2018, -s. 77- 79.

6. Fərhadzadə, E.M., Musayev, Z.N., Balayeva Ə.H. Nəqliyyat vasitələrində alternativ enerjinin toplanması mexanizmi // - AMEAFİ Energetikanın problemləri, №2,- Bakı: - 2019, -s. 57-61.

7. Musayev, Z.N., Balayeva, Ə.H., Alternativ mənbə-güc toplusu // - Beynəlxalq konfrans. ADNSU, - Bakı: - 2019, -s. 195-196.

8. Musayev, Z.N., Balayeva, Ə.H., Nəqliyyat vasitələrində enerji çevrilməsi prosesində stabilləşdirmə // - ATU, Elmi əsərlər, №1, -Bakı: - 2019, -s 44-48.

9. Musayev, Z.N., Balayeva, Ə.H., Nəqliyyat vasitələrinin istismarı zamanı enerji itkisinə qənaət // - Respublika Elmi Konfransı, SDU, - Sumqayıt: - 2019, -s. 211- 214.

10. Фархадзаде, Э.М., Мусаев, З.Н., Балаева, А.Г., Новый источник альтернативной энергии // - Технология машиностроения, №6, - Москва: - 2019, -с. 26-30.

11. Мусаев, З.Н., Балаева, А.Г., Возврат потерянной механической энергии в тормозной системе транспорта // - IV Национальной научно-практической конференции, Том 2, КГЕУ, - Казань: - 2019, -с. 251- 255.

12. Balayeva, Ə.H., Tormoz mexaniki enerjisinin çevrilmə məkanına nəqli prosesi // - SDU, Elmi Xəbərlər, cild 20, №1, - Sumqayıt: - 2020, -s.97-99.

13. Balayeva, Ə.H., Tormozlanma – elektrik enerjisi istehsalı // –ADNSU, Azərbaycan Ali Texniki məktəblərinin Xəbərləri, -Bakı: Cild 22, Buraxılış 1(123), - 2020, -s. 87-92.

14. Фархадзаде, Э.М., Мусаев, З.Н., Балаева, А.Г., Процесс возврата потерянной механической энергии // - Международной научно-практической конференции, ПГУ, - Псков: -23-24 апреля - 2020 г., -с. 86-90.

15. Балаева, А.Г. Разработка пружинного накопителя бортового рекуператора энергии торможения транспортных средств // - Международный научный журнал, Альтернативная энергия и экология, Россия, - Саров: - №1, - 2022, с.103-114.

16. Балаева, А.Г., Попова, О. И., Попова М.И., Система для рекуперации механической энергии машин // ЛГТУ, Вести, - РФ, - Липецк: -Том 18, №1, - 2022, -с.15-24.

17. Balayeva, Ə.H., Nəqliyyat vasitələrinin istismarında topnoz enerjisindən alternativ enerji mənbəyi kimi istifadə və qurğuda inverterin tətbiqi // III Beynəlxalq Elmi Konfrans, Tətbiqi Fizika və Energetikanın aktual məsələləri, SDU, - Sumqayıt: - 2022, -s.171-178.

18. Balayeva, Ə.H., Tormozlanmada yaranan mexaniki enerjiden elektrik enerjisi kimi istifadə olunma xüsusiyyətləri // Respublika Elmi -Texniki Konfransının materialları, Enerji səmərəliliyi və Yaşıl Enerji Texnologiyaları, ATU, - Bakı: - 2022, - s.145-148.

19. Balayeva, A. H., Use of mechanical braking energy in vehicles as electricity and hydrogen energy // International Journal of Hydrogen Energy, -Amerika, Florida, - Miami: -vol. 48, Issue 80, - 2023, - p. 31023-31039.

Müəllifin şəxsi iştirakı

[1,3,12,13,15,17,18,19] sayılı işləri müəllif sərbəst yerinə yetirmişdir.

[2,4,5,6,7,8,9,10,11,14,16] – sayılı elmi əsərlərdə müəllif məsələnin formalaşdırılması, sınaq və eksperimental tədqiqatların yerinə yetirilməsi, nəticələrin təhlil edilməsində iştirak etmişdir.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be the name 'Rəşad'.

Dissertasiyanın müdafiəsi 13 dekabr 2024-cü il tarixində saat 15⁰⁰-da Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.04 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Az.1073, Bakı şəhəri, Hüseyn Cavid prospekti, 25.
Dissertasiya ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

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

Avtoreferat 07 noyabr 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 25.10.2024
Kağızın formatı: A5
Həcm: 39269
Tiraj: 100