

REGENERATİV ƏYLƏC TEXNOLOGİYALARININ NƏQLİYYATDA TƏTBİQİNƏ DAİR NÜMUNƏLƏR

<https://doi.org/10.30546/2706-7858.2026.2.3037>

UOT: 621.43.064

Xülasə. Məqalədə müasir nəqliyyat sistemlərində regenerativ əyləc texnologiyalarının tətbiqi araşdırılır və onların enerji səmərəliliyinin artırılması, ekoloji təsirlərin azaldılması sahəsində rolu təhlil olunur. Regenerativ əyləc texnologiyası nəqliyyat vasitələrinin əyləcləmə zamanı yaranan kinetik enerjini elektrik enerjisinə çevirərək təkrar istifadəsinə imkan yaradır. Məqalədə bu texnologiyanın müxtəlif nəqliyyat növlərində – elektrikli avtomobillərdə, sürətli və şəhərdaxili qatar sistemlərində, elektrikli velosipedlərdə və hibrid avtobuslarda tətbiqinə dair nümunələr təqdim edilir. Tədqiqat göstərir ki, regenerativ əyləc texnologiyası nəqliyyat vasitələrinin enerji sərfiyyatını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır və karbon emissiyalarının minimuma endirilməsinə xidmət edir. Məqalədə, həmçinin şəhər nəqliyyatında ağıllı enerji idarəetmə sistemləri vasitəsilə regenerativ enerjinin real vaxt rejimində istifadəsinin səmərəliliyi vurğulanır. Mövzunun aktuallığı dayanıqlı və yaşıl nəqliyyatın inkişafı baxımından bu texnologiyanın genişlənən tətbiqi ilə əsaslandırılır.

Açar sözlər: regenerativ əyləc texnologiyası, enerji səmərəliliyi, yaşıl nəqliyyat, elektrikli nəqliyyat vasitələri, kinetik enerji, ətraf mühitin mühafizəsi, ağıllı nəqliyyat sistemləri, şəhər nəqliyyatı, karbon emissiyaları, dayanıqlı inkişaf.

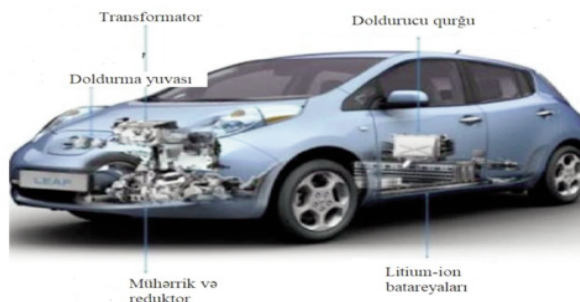
Keywords: regenerative braking technology, energy efficiency, green transportation, electric vehicles, kinetic energy, environmental protection, smart transportation systems, urban transportation, carbon emissions, sustainable development.

Ключевые слова: технология рекуперативного торможения, энергоэффективность, зеленый транспорт, электромобили, кинетическая энергия, охрана окружающей среды, интеллектуальные транспортные системы, городской транспорт, выбросы углерода, устойчивое развитие.

Müasir dövrdə nəqliyyat sektoru enerji istehlakında və ətraf mühitə olan təsirlər baxımından global problemlərin mərkəzində dayanır. Karbon emissiyalarının azalması, alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrinin tətbiqi, həmçinin nəqliyyat vasitələrinin ekoloji izinin azaldılması kimi məqsədlər bu sahədə innovativ texnologiyaların tətbiqini zəruri edir. Bu kontekstdə regenerativ əyləc texnologiyaları nəqliyyatda enerji səmərəliliyinin artırılması və dayanıqlı inkişaf strategiyalarının reallaşdırılması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir [1].

Ənənəvi əyləc sistemlərində kinetik enerji istiliyə çevrilərək itirilir. Halbuki regenerativ əyləc sistemləri bu enerjini elektrik enerjisinə çevirərək ya batareyalarda saxlayır, ya da enerji şəbəkəsinə ötürür. Bu texnologiya, xüsusilə elektrikli

avtomobillərdə, sürətli qatar sistemlərində, şəhərdaxili metro xətlərində, elektrik mühərrikli avtobuslarda və mikromobillik vasitələrində geniş tətbiq edilir. Bu tətbiqlər enerji istehlakının azaldılmasına, batareyaların daha səmərəli istifadəsinə və ətraf mühitə düşən yükün azalmasına imkan verir (şəkil 1).



Şəkil 1. Elektrikli avtomobillərdə regenerativ əyləc sisteminin komponentləri

Beynəlxalq miqyasda Avropa İttifaqının “Green Deal”, BMT-nin “Dayanıqlı İnkişaf Məqsədləri” (DİM) və digər ekoloji təşəbbüslər də bu texnologiyanın aktuallığını artırır. Azərbaycanda da nəqliyyat sahəsində innovativ texnologiyaların tətbiqi, xüsusilə Bakı şəhərində yeni nəsil metro vaqonlarının və elektrikli nəqliyyat vasitələrinin istifadəyə verilməsi bu sahənin yerli miqyasda da prioritet olduğunu göstərir [2]. Bütün bu amillər regenerativ əyləc texnologiyalarının yalnız texniki deyil, həm də iqtisadi və ekoloji baxımdan nəqliyyat sahəsində aktual və perspektivli tədqiqat istiqaməti olduğunu sübut edir.

Regenerativ əyləc texnologiyası nəqliyyat vasitələrinin dinamik enerjisindən səmərəli istifadə etmək məqsədi ilə hazırlanmış elmi-texniki innovasiyadır. Bu texnologiya əyləcləmə zamanı nəqliyyat vasitəsinin hərəkətindən yaranan kinetik enerjinin elektrik enerjisində çevrilməsi prinsipi ilə işləyir. Ənənəvi əyləc sistemlərindən fərqli olaraq, regenerativ əyləc sistemləri bu enerjini istilik şəklində itirmək əvəzinə batareyalarda toplayır və təkrar istifadə edir. Beləliklə, nəqliyyat vasitəsinin enerji tələbatı azalır və mühərrikin yükü optimallaşdırılır [3]. Elmi cəhətdən bu texnologiyanın əsas elektrik mühərriklərinin “geriyə dönərək işləmək” prinsipi ilə bağlıdır: mühərrik əyləcləmə zamanı generator funksiyasını yerinə yetirir. Texniki baxımdan regenerativ əyləc sistemi əsasən elektrik mühərriki, güc çeviriciləri, idarəetmə blokları və enerji saxlanma sistemlərindən (batareyalar, superkapasitör) ibarətdir.

Ekoloji baxımdan regenerativ əyləc texnologiyası mühüm üstünlüklərə malikdir:

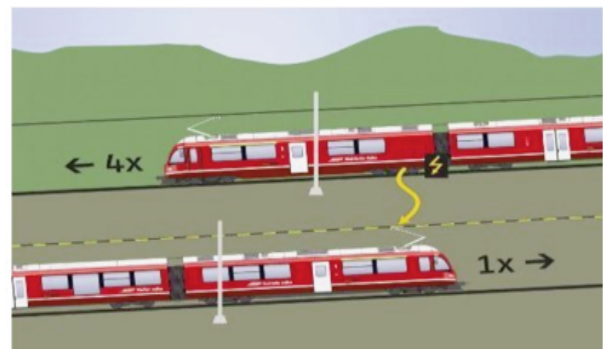
- *əyləcləmə zamanı enerji itkilərinin qarşısını alır;*
- *karbon emissiyalarını azaldır;*
- *yanacaq sərfiyyatını (hibrid sistemlərdə) aşağı salır;*
- *akkumulyatorların ömrünü uzadır və daha az enerji istehsalına ehtiyac yaradır [4].*

Məsələn, regenerativ əyləc sisteminə malik olan elektrikli və hibrid avtomobillər şəhərdaxili hərəkət zamanı 15-30% arasında enerji qənaəti təmin edə bilər (şəkil 2).



Şəkil 2. Hibrid avtomobil

Siemens Velaro tipli sürətli qatarlar isə regenerativ əyləc sayəsində elektrik enerjisini şəbəkəyə geri ötürərək həm enerji xərclərini azaldır, həm də enerjinin dövriyyəsinə təmin edir (şəkil 3).



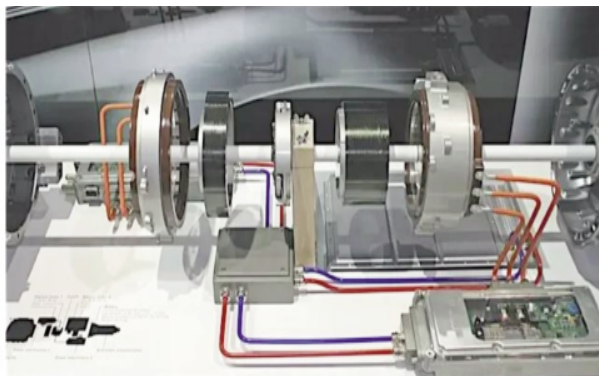
Şəkil 3. Regenerativ əyləc sistemi ilə təchiz edilmiş sürətli qatarlar

Bu texnologiyanın tətbiqi ağıllı nəqliyyat sistemləri, enerji şəbəkələri ilə integrasiya və süni intellektlə idarəetmə sahələrində də əlavə imkanlar yaradır. Bütün bu texniki və ekoloji üstünlüklər regenerativ əyləc texnologiyalarının gələcək nəqliyyat strategiyalarında mühüm rol oynayacağını göstərir [5].

Apardığımız tədqiqatın əsas məqsədi regenerativ əyləc texnologiyalarının nəqliyyat sistemlərində tətbiqini araşdırmaq, texnoloji əsaslarını, tətbiq sahələrini və ekoloji-iqtisadi üstünlüklərini təhlil etməkdir. Eyni zamanda bu texnologiyanın müxtəlif nəqliyyat vasitələrində (elektrikli avtomobillər, sürətli qatarlar, metro sistemləri və s.) istifadəsinin səmərəliliyini qiymətləndirmək və gələcək inkişaf perspektivlərini müəyyənəlmək əsas hədəf kimi müəyyən edilmişdir. Tədqiqatın vəzifələrinə aşağıdakıları aid etmək olar:

- regenerativ əyləc texnologiyasının elmi və texniki əsaslarını öyrənmək;
- bu texnologiyanın nəqliyyat vasitələrində işləmə prinsiplərini və quruluşunu təhlil etmək;
- elektrikli və hibrid nəqliyyat vasitələrində tətbiqinə dair real nümunələri təqdim etmək;
- müxtəlif nəqliyyat sahələrində enerji qənaəti və emissiyaların azaldılması baxımından texnologiyanın effektivliyini qiymətləndirmək;
- ağıllı nəqliyyat sistemləri və enerji idarəetmə şəbəkələri ilə integrasiyasını araşdırmaq;
- texnologiyanın tətbiqində mövcud çətinlikləri və onların həlli yollarını müəyyənləşdirmək;
- regenerativ əyləc texnologiyalarının perspektiv inkişaf istiqamətlərini formalaşdırmaq və tövsiyələr vermək.

Regenerativ əyləc texnologiyasının əsasını enerjinin bir formadan digər formaya çevrilməsi təşkil edir. Bu sistemlərdə nəqliyyat vasitəsinin hərəkət zamanı əldə etdiyi kinetik enerji əyləcləmə prosesində elektrik enerjisə çevrilir və bu enerji ya saxlanılır, ya da yenidən istifadə olunur (şəkil 4).



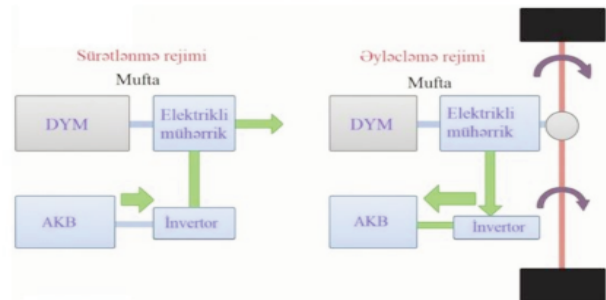
Şəkil 4. Regenerativ əyləc texnologiyası

Prosesin mərhələləri:

- **Əyləcləmə anı:** Nəqliyyat vasitəsi sürətini azaldarkən adətən sürtünmə və istilik vasitəsilə enerji itir. Regenerativ əyləc sistemində bu kinetik enerji boşuna getmir.
- **Elektrik mühərrikinin generator rejiminə keçməsi:** Elektrikli və ya hibrid nəqliyyat vasitələrində mühərrik tərsinə işləyərək generator funksiyasını yerinə yetirir. Bu zaman hərəkətdə olan təkərlərin dönmə enerjisi elektrik enerjisə çevrilir.
- **Enerjinin ötürülməsi:** Alınan elektrik enerjisi akkumulyator batareyalarına və ya digər sax-

lama qurğularına ötürülür. Metro və dəmiryolu sistemlərində bu enerji şəbəkəyə geri ötürülə bilər.

- **İstifadə mərhələsi:** Toplanan enerji daha sonra nəqliyyat vasitəsinin hərəkətə gətirilməsi, işıqlandırma sistemləri və ya kondisionerlər kimi əlavə sistemlərin işində istifadə oluna bilər (şəkil 5).



Şəkil 5. Regenerativ əyləcləmə prosesi

Əyləcləmə zamanı kinetik enerji mühərrik vasitəsilə elektrik enerjisə çevrilir və enerjinin 60-80%-ə qədər effektiv şəkildə saxlanıla bilər. Məsələn, Tesla Model 3 kimi elektromobillərdə bu sistem vasitəsilə hər əyləcləmə zamanı batareyaya qismən dolur. Siemens Velaro qatarları əyləcləmə zamanı yaranan enerjini enerji şəbəkəsinə ötürür, bu isə stansiyada gözləyən digər qatarlar tərəfindən istifadə edilə bilər [6].

Regenerativ əyləc sistemlərinin effektiv fəaliyyəti onun texniki quruluşundan asılıdır. Bu sistemlər bir neçə əsas komponentdən ibarətdir və onların koordinasiya işləməsi nəticəsində kinetik enerji uğurla elektrik enerjisə çevrilir və təkrar istifadə olunur.

Elektrik mühərriki (generator)

İki funksiyanı yerinə yetirir: hərəkət zamanı mühərrik kimi, əyləcləmə zamanı isə generator kimi fəaliyyət göstərir. Əyləcləmə anında təkərlərin fırlanma hərəkəti mühərriki tərs istiqamətdə fırladır və beləliklə, elektrik enerjisi hasil olunur. Fırçasız DC mühərriklər (BLDC) və ya AC induksiya mühərrikləri geniş istifadə olunur.

Konvertor (inverter və requlyatorlar)

Generator tərəfindən yaradılan AC (alternativ cərəyan) enerjini DC (daimi cərəyan) enerjiyə çevirir. Eyni zamanda enerjinin düzgün gərginlik və cərəyan səviyyəsində batareyaya ötürülməsini təmin etməklə sistemin təhlükəsizliyini və idarəetməsini həyata keçirir.

Enerji yığıma qurğuları (bataryalar)

Bu qurğular toplanan elektrik enerjisini saxlayır. Litium-ion bataryaları çox geniş yayılmışdır. Bu bataryalar yüksək enerji sıxlığı və təkrar doldurulma qabiliyyəti ilə seçilir. Bəzi sistemlərdə sürətli enerji yığımları üçün superkapasitörlər də istifadə olunur (xüsusilə ictimai nəqliyyatda).

İdarəetmə vahidi (ECU – Electronic Control Unit)

İdarəetmə vahidi bütün komponentlər arasında əlaqəni koordinasiya edir. Əyləcləmə anında generatorun nə vaxt və necə işləyəcəyini idarə edir. Sürücünün tələblərinə və əyləcləmə şəraitinə uyğun olaraq sistemin optimallaşdırılmasını təmin edir.

Əlavə komponentlər

- *Sensorlar:* təkrar sürətini, batariya gərginliyini və temperaturu izləyir;
- *Soyutma sistemləri:* elektrik komponentlərinin həddindən artıq isinməsinin qarşısını alır;
- *Yük paylama sistemi:* əldə edilən enerjini digər sistemlər arasında paylayır.

Regenerativ əyləc texnologiyası nəqliyyatda enerji səmərəliliyinin artırılması və ətraf mühitə təsirin azaldılması baxımından mühüm üstünlüklərə malik olsa da, onun geniş tətbiqinə bir sıra texniki və iqtisadi çətinliklər mane olur. Bu maneələr həm yeni nəqliyyat vasitələrinin layihələndirilməsində, həm də mövcud sistemlərin modernləşdirilməsində ciddi rol oynayır.

Texniki maneələr:

- *Sistem integrasiyasının mürəkkəbliyi.* Regenerativ əyləc sistemlərinin mühərrik, konvertor, batariya və idarəetmə modulları ilə koordinasiyalı şəkildə işləməsi üçün yüksək səviyyəli texnoloji uyğunluq və proqramlaşdırma tələb olunur.

- *Həddindən artıq enerji yığımları və batariya yüklənməsi.* Əyləcləmə zamanı yaranan enerji batariyanın qəbul qabiliyyətini aşarsa, artıq enerji israf olar və batariyaya zərər verə bilər. Bu səbəbdən əlavə soyutma və idarəetmə mexanizmləri tələb olunur.

- *Çəkiddə artım və sistemin kompleksliyi.* Batariya, konvertor və əlavə idarəetmə sistemləri nəqliyyat vasitəsinin ümumi çəkisini artırır, bu isə əlavə enerji sərfiyyatına səbəb ola bilər.

- *Soyutma və təhlükəsizlik.* Enerji yığımları za-

manı istilik əmələ gəlməsi risklidir və yanğın təhlükəsinin qarşısını almaq üçün xüsusi soyutma sistemlərinə ehtiyac var.

İqtisadi maneələr:

- *Yüksək ilkin dəyər.* Regenerativ əyləc sistemləri bahalı komponentlərdən ibarətdir və bu, nəqliyyat vasitəsinin ümumi maya dəyərini artırır.

- *İnfrastrukturun çatışmazlığı.* İctimai nəqliyyat və dəmiryolu sistemlərində regenerativ enerjinin şəbəkəyə ötürülməsi üçün tələb olunan enerji infrastrukturunun qurulması böyük investisiyalar tələb edir.

- *Servis və texniki qulluq xərcləri.* Yüksək texnoloji sistemlər daha tez-tez servis tələb edir və bu, istismar xərclərini artırır.

- *Texnoloji asılılıq.* Yüksək texnologiyalı komponentlər əsasən, xarici istehsalçılar tərəfindən təmin olunduğundan, ölkə daxilində bu sistemlərin yerli istehsalı məhduddur və bu da iqtisadi asılılıq yaradır.

Bütün bu texniki və iqtisadi maneələrə baxmayaraq, regenerativ əyləc texnologiyalarının üstünlükləri – enerji qənaəti, ekoloji fayda və texnoloji gələcəyə uyğunluq və s. bu sahədəki investisiya və tədqiqatların davamlı olmasını zəruri edir. Problemlərin həlli üçün yerli istehsal imkanlarının artırılması, dövlət təşviqi və tədqiqatların genişləndirilməsi vacibdir [7]. Regenerativ əyləc texnologiyası nəqliyyat sahəsində enerjiyə qənaət və ətraf mühitin mühafizəsi baxımından perspektivli innovasiyadır. Lakin texnologiyanın tam potensialının reallaşdırılması üçün aşağıdakı müəyyən istiqamətlər üzrə inkişaf və təkmilləşdirmə zəruridir:

Enerji saxlama sistemlərinin təkmilləşdirilməsi

Gələcəkdə litium-ion bataryalar daha yüksək enerji sıxlığı və sürətli doldurma xüsusiyyətləri ilə əvəz edilə bilər. Superkapasitörlər və qatı hal bataryalar (solid-state batteries) kimi yeni texnologiyalar regenerativ əyləc sistemləri ilə daha səmərəli işləməyə imkan yaradacaq.

Ağıllı idarəetmə sistemlərinin tətbiqi

Süni intellekt və maşın öyrənməsi əsasında işləyən idarəetmə alqoritmləri əyləcləmə zamanı enerjinin daha optimal şəkildə toplanılmasına və istifadəsinə imkan yaradacaq, eyni zamanda real vaxt rejimində analiz və nəqliyyat şəbəkəsinin

enerji balansına uyğun avtomatik adaptasiya funksiyaları da inkişaf etdiriləcəkdir.

Şəbəkəyə inteqrasiya (Vehicle-to-Grid, V2G)

Elektrikli nəqliyyat vasitələrinin şəbəkəyə enerji ötürməsi imkanı gələcəkdə regenerativ sistemlərin səmərəliliyini daha da artıracaq. Bu yanaşma enerji paylayıcı sistemlər üçün əlavə sabitləşdirici mənbə rolunu oynayacaqdır.

Texnoloji sadələşdirmə və lokallaşdırma

Komponentlərin sadələşdirilməsi və istehsal xərclərinin azaldılması regenerativ əyləc sistemlərinin daha geniş yayılmasına şərait yaradacaq. Yerli istehsal imkanlarının artırılması texnoloji asılılığı azaldacaq və iqtisadi effektivliyi yüksəldəcəkdir.

Dəmiryolu və ağır nəqliyyatda genişləndirmə

Xüsusilə yük qatarlarında sürətli magistral sistemlərdə və ağır nəqliyyat vasitələrində regenerativ əyləc texnologiyalarının tətbiqi hələ tam potensiala çatmayıb və bu istiqamətdə tədqiqatlar davam edir.

Normativ bazanın və dövlət təşviqlərinin genişləndirilməsi

Regenerativ sistemlərin yayılması üçün dövlət subsidiyaları, vergi güzəştləri və normativ tələblərin təkmilləşdirilməsi vacib olacaq. Bu təşviqlər texnologiyanın həm istehsalçı, həm də istifadəçi səviyyəsində daha əlçatan olmasına xidmət edəcəkdir. Regenerativ əyləc texnologiyaları yalnız mövcud texniki nailiyyətlərin nəticəsi deyil, həm də gələcəyin daha ağıllı, daha yaşıl və daha davamlı nəqliyyat sistemlərinə keçidində mühüm bir mərhələdir. Onun inkişafı multidissiplinar elmi tədqiqatlar, texnoloji investisiyalar və siyasət səviyyəsində düzgün təşviqlərlə birgə aparılmalıdır [8].

Nəticə. Məqalədə regenerativ əyləc texnologiyalarının nəqliyyat sistemlərində tətbiq imkanları, texniki prinsipləri və ekoloji-iqtisadi üstünlükləri geniş şəkildə araşdırılmışdır. Analizlər bir daha göstərdi ki, regenerativ əyləc texnologiyası nəqliyyat vasitələrinin kinetik enerjisini effektiv şəkildə elektrik enerjisinə çevirərək həm enerji səmərəliliyini artırır, həm də ətraf mühitin mühafizəsinə töhfə verir. Texniki baxımdan bu texnologiyanın əsas komponentləri olan elektrik mühərriki (generator rejimində), konvertor və enerji saxlayan qurğular (bataryalar və superkapasitör) arasında düzgün inteqrasiya, yük-

sək nəticə və təhlükəsizliyi təmin edir. Regenerativ əyləc sistemi xüsusilə elektrikli və hibrid nəqliyyat vasitələrində uğurla tətbiq olunur və sürətli dəmiryolu sistemlərində də geniş potensiala malikdir.

Ekoloji nöqteyi-nəzərindən bu texnologiyanın tətbiqi karbon emissiyalarının azalmasına, enerji sərfiyyatının optimallaşdırılmasına və şəhər nəqliyyatında dayanıqlılığın artırılmasına səbəb olur. İqtisadi baxımdan isə ilkin investisiya və texnoloji asılılıq çətinliklər yaratsa da, uzunmüddətli perspektivdə enerji xərclərinin azalması və servis ehtiyaclarının optimallaşması baxımından sərfəlidir.

Tədqiqat nəticəsində aşağıdakı qənaətə gələ bilərik:

– regenerativ əyləc texnologiyası nəqliyyat sistemlərinin modernləşdirilməsində mühüm rolə malikdir;

– gələcəkdə enerji saxlama texnologiyalarının təkmilləşdirilməsi və süni intellektlə birgə idarəetmə sistemləri bu texnologiyanın effektivliyini daha da artıracaq;

– dövlət dəstəyi, normativ bazanın yenilənməsi və yerli istehsal imkanlarının inkişafı texnologiyanın geniş yayılması üçün əsas şərtlərdir.

Regenerativ əyləc texnologiyası təkcə texniki yenilik deyil, həm də ekoloji, sosial-iqtisadi baxımdan gələcək nəqliyyat sistemlərinin mühüm dayaqdır. Onun inkişafı yalnız nəqliyyat vasitələrinin təkmilləşməsi ilə deyil, həm də daha ağıllı, enerji-effektiv və dayanıqlı cəmiyyətlərin qurulması ilə bilavasitə bağlı olacaqdır. Hazırda regenerativ əyləc texnologiyası nəqliyyatın energetik və ekoloji transformasiyasında strateji rol oynayacaq əsas texnologiyalardan biri kimi formalaşmaqdadır. Karbon emissiyalarının azaldılması, enerji səmərəliliyinin artırılması və ağıllı nəqliyyat sistemlərinin inkişafı bu texnologiyanın vacibliyini daha da artırır. Gələcək nəqliyyat sistemləri – istər fərdi elektrikli nəqliyyat vasitələri, istər ictimai nəqliyyat, istərsə də dəmiryolu infrastrukturu regenerativ əyləc texnologiyasını mərkəzi element kimi qəbul edəcək.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikasının Nəqliyyat, Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyi. İnnovativ texnologiyaların nəqliyyatda tətbiqi üzrə

strateji baxış. Bakı, Rəsmi nəşr, 2021, s.5-27.

2. Громов А.А. Рекуперация энергии: теория, практика и инженерные решения Санкт-Петербург: ТехноПресс, 2020, с.12-55.

3. Школяр Л.Г. Экологические аспекты применения электротранспорта и рекуперативного торможения Екатеринбург УрФУ, 2021, с.50-77.

4. Гусев В.Е. Системы рекуперации энергии в транспорте Санкт-Петербург: Политехника, 2018, с.45-85.

5. Кулагин С.В. Умные технологии в транспортной инфраструктуре. Москва, Научный Мир, 2022, с.110-145.

6. Лебедев П.А., Козлов М.И. Инновационные технологии в транспортной энергетике. Москва, Транспорт, 2019, с.95-130.

7. Əliyeva S.T. Ekoloji nəqliyyat və enerji effektivliyi Bakı, “AzTU” nəşriyyatı, 2021, s.88-110.

Y.Haziyev, S.Valiyev, G.Mammadova
Examples of application of regenerative
braking technologies in transport

Abstract

This article examines the application of regenerative braking technologies in modern transportation systems and analyzes their role in increasing energy efficiency and reducing environmental impacts. Regenerative braking technology allows vehicles to convert kinetic energy generated during braking into electrical energy and reuse it. The article presents examples of the application of this technology in various modes of transportation – electric cars, high-speed and urban train systems, electric bicycles and hybrid buses. The study shows that regenerative braking technology significantly reduces the energy consumption of vehicles and serves to minimize carbon emissions. The article also emphasizes the effectiveness of using regenerative energy in real-time mode through smart energy management systems in urban transportation. The relevance of the topic is justified by the expanding application of this technology in terms of the development of sustainable and green transportation.

Я.Азиев, С.Велиев, Г.Маммадова
Примеры применения технологий
рекуперативного торможения
на транспорте

Аннотация

В данной статье рассматривается применение технологий рекуперативного торможения в современных транспортных системах и анализируется их роль в повышении энергоэффективности и снижении воздействия на окружающую среду. Технология рекуперативного торможения позволяет транспортным средствам преобразовывать кинетическую энергию, вырабатываемую при торможении, в электрическую энергию и повторно использовать ее. В статье приведены примеры применения данной технологии в различных видах транспорта – электромобилях, высокоскоростных и городских поездах, электровелосипедах и гибридных автобусах. Исследование показывает, что технология рекуперативного торможения значительно снижает энергопотребление транспортных средств и служит для минимизации выбросов углерода. В статье также подчеркивается эффективность использования рекуперативной энергии в режиме реального времени посредством интеллектуальных систем управления энергией в городском транспорте. Актуальность темы обоснована расширяющимся применением данной технологии с точки зрения развития устойчивого и зеленого транспорта.

Yadulla Həziyev,
Naxçıvan Dövlət Universitetinin
baş müəllimi
e-mail: yadohazi@gmail.com

Səyyad Vəliyev,
Naxçıvan Müəllimlər İnstitutunun
baş müəllimi
e-mail: seyyadveliyev75@gmail.com

Gülşən Məmmədova,
Naxçıvan Dövlət Universitetinin
baş müəllimi
e-mail: memmedovagulsen841@gmail.com