E-ISSN : 2181-4341
https://wordlyknowledge.uz
IMPACT FACTOR(SJIF) : 3,934

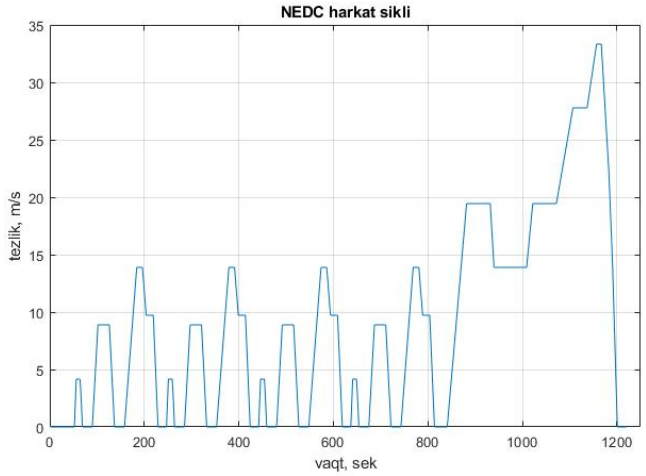
ELEKTROMOBILLARNING ENERGIYA SARFINI XISOBLASH USLUBI

Kasimov Omil Kamalovich
Toshkent davlat transport universiteti, t.f.n., professor
Tuxtamishov Sobit Sobir o‘g‘li
Toshkent davlat transport universiteti, assistent
Otamurodov Musulmon Nizomiddin o‘g‘li
Toshkent davlat transport universiteti, magistrant

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektromobillarning energiya sarfini xisoblash uslubi keltirilgan. Xisob uslubi avtomobilga ta’sir qiluvchi kuchlar orqali ifodalangan va matematik madeli ishlab chiqilgan. Matematik modelda elektromobilning energiya sarifi bilan birgalikda rekurperativ tormozlanishdagi qaytib olingan energiya miqdori aniqlanib NEDC harakat siklida simulatsiya qilingan. Simulatsiya natijalari umumiy energiya sarfini va tormozlanishda qaytib olish bo’lgan enrgiya miqdorini ifodalaydi.
Kalit so’zlar. Elektromobil, energya, rekurperativ tormozlanish, avtomobilga ta’sir qiluhi kuchlar, tortish kuchi, inersiya kuchi, qiyalikga chiqishga qarshilik kuchi, g’ildirashga qarshilik kuchi, aerodinamik qarshilik kuchi, MATLAB/Simulink, model, NEDC.
Annotation. This article presents the method of calculating the energy consumption of electric cars. The calculation method is expressed through the forces acting on the car and a mathematical model is developed. In the mathematical model, together with the energy consumption of the electric car, the amount of energy recovered in recuperative braking was determined and simulated in the NEDC driving cycle. The simulation results represent the total energy consumption and the amount of energy that can be recovered during braking.
Key words. Electric vehicle, energya, recuperative braking, forces acting on the vehicle, traction force, inertia force, hill resistance force, rolling resistance force, aerodynamic resistance force, MATLAB/Simulink, model, NEDC.

Kirish

Avtomobilni harakatlantirish uchun unga ta’sir qilayotgan qarshilik kuchlari va inersiya kuchini yengish bilan amalga oshiriladi. Ushbu kuchlarni yengish uchun elektromobil akkumlyatorining energiyasi sarflanadi. Energya sarfini xisoblashda NEDC harakat siklini kirish paramert sifatida qabul qilish mumkin [3].



1-rasm. NEDC xarakat sikli

NEDC harakat siklinidan kirish paramert sifatida elektromobilning tezligini olish mumkin. Harakat siklida avtomobil tezlanish, ozgarmas tezlik va sekinlanish rejimlarida harakatlanadi. Tezlanish va o’zgarmas tezlik bilan harakatlanganda energiya sarflanadi, selinlanish boshlanganda elektromobil energiyani qayta to’playdi [4].

Matematik model quyidagi tenglamalar asosida MATLAB/Simulink dasturida blok - diagramma sifatida amalga oshiriladi.

E-ISSN : 2181-4341
https://wordlyknowledge.uz
IMPACT FACTOR(SJIF) : 3,934

Avtomobil harakatini ifodalovchi kuchlar tenglamasi [1]:

$Ft=Fi+Fs+Ff+Fa$ (1)

bu yerda:

F_t [N] - tortish kuchi

F_i [N] - inersiya kuchi

F_s [N] – qiyalikga chiqishga qarshilik kuchi

F_f [N] – g'ildirashga qarshilik kuchi

F_a [N] - aerodinamik qarshilik kuchi

Avtomobilni oldinga siljitishga harakat qiladigan tortish kuchini "ijobiy" kuch deb hisoblash mumkin. Boshqa barcha kuchlar qarshilik ko'rsatadigan "manfiy" kuchlar, ular avtomobilni sekinlashtirishga harakat qiladi [2]. Qachonki tortish kuchi qarshilik kuchlaridan yuqori bo'lsa, avtomobil tezlashadi. Qachonki tortishish kuchi qarshilik kuchlari yig'indisidan kichik bo'lsa, avtomobil sekinlashadi. Qachonki tortishish kuchi qarshilik kuchlarining yig'indisiga teng bo'lsa, mashina doimiy tezlikni saqlaydi [5].

Inersiya kuchi [N] quydagi tenglama bilan berilgan [9]:

$F_i=m_a \cdot a$ (4)

Bu yerda:

m_a [kg] - avtomobilning umumiy massasi

a [m/s^2] - avtomobil tezlanishi

Umumiy avtomobil massasi [kg] shaylangan avtomobil massasi, haydovchining massasi va qo'shimcha massa faktoridan iborat [6]. Massa faktori aylanadigan komponentlarning avtomobilning umumiy massasiga ta'sirini hisobga oladi [10].

$m_a=f_m \cdot m_{sh}+m_h$ (5)

bu yerda:

f_m [-]-massa omili

m_{sh} [kg]-shaylangan avtomobil massasi

m_h [kg]-haydovchi massasi

Avtomobilning tezlashishini quyidagicha hisoblash mumkin [7]:

$$a = \frac{dv}{dt}$$

bu yerda:

dv [m/s] – tezlik farqi

dt [s] – vaqt farqi

Qiyalikga chiqishga qarshilik kuchi [N] tenglama bilan berilgan:

$F_s=m_a \cdot g \cdot sin(\alpha_s)$ (6)

Bu yerda:

g [m/s^2] - gravitatsion tezlanish

a_s [rad] - yo'l qiyalik burchagi

G'ildirashga qarshilik kuchi [N] tenglama bilan berilgan:

$F_f=m_a \cdot g \cdot f \cdot cos(\alpha_s)$ (7)

bu yerda:

f [-]-ishqalanish koeffitsienti

Aerodinamik kuchi [N] tenglama bilan berilgan:

$F_a=0.5 \cdot \rho \cdot c_x \cdot A \cdot v^2$ (8)

bu yerda:

ρ [kg/m^3] - havo zichligi 20 ° C da

c_x [-] - suyirlik koeffisiyenti

A [m^2] - avtomobil old yuzi

v [m / s]-avtomobil tezligi

E-ISSN : 2181-4341
https://wordlyknowledge.uz
IMPACT FACTOR(SJIF) : 3,934

Umumiy **quvvat** P_t [Wt]

$$P_t = F_t \cdot v$$

Vaqt bo'yicha jami quvvatni birlashtirib (siklning butun davomiyligi uchun) **umumiy energiya** sarfini E_t [10].

$$E_t = \int P_t \cdot dt = \int (F_f + F_s + F_a + F_i) \cdot v \cdot dt$$

Avtomobilning o'rtacha energiya iste'moli $E_{o'r}$ [Vt/km] NEDC sikli bo'yicha hisoblanadi. Elektromobilning sikl bo'yicha umumiy energya sarfini xisoblashdan oldin rekurperatsiya vaqtidagi energiyani xisoblab olinadi [11].

$$E_{regen} = \int_{a \le 0} P_t \cdot dt$$

Tortish rejimidagi energiya sarfini avtomobilning tezlanishi no'ldan kata bo'lganda xisoblanadi [8].

$$E_t = \int_{a \ge 0} P_t \cdot dt$$

$$E_{umumiy=} E_t - E_{regen}$$

Bu erda P_r [kVt/tonna] **quvvat-og'irlik nisbati** bo'lib, nominal dvigatel quvvati va avtomobil massasi o'rtasidagi nisbat sifatida aniqlanadi [9].

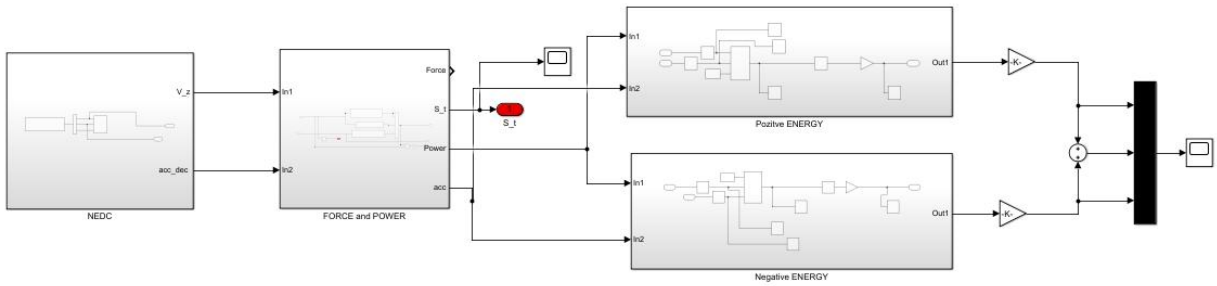
$$P_r = \frac{P_{max}}{m_a}$$

MATLAB/Simulik dastur kodi

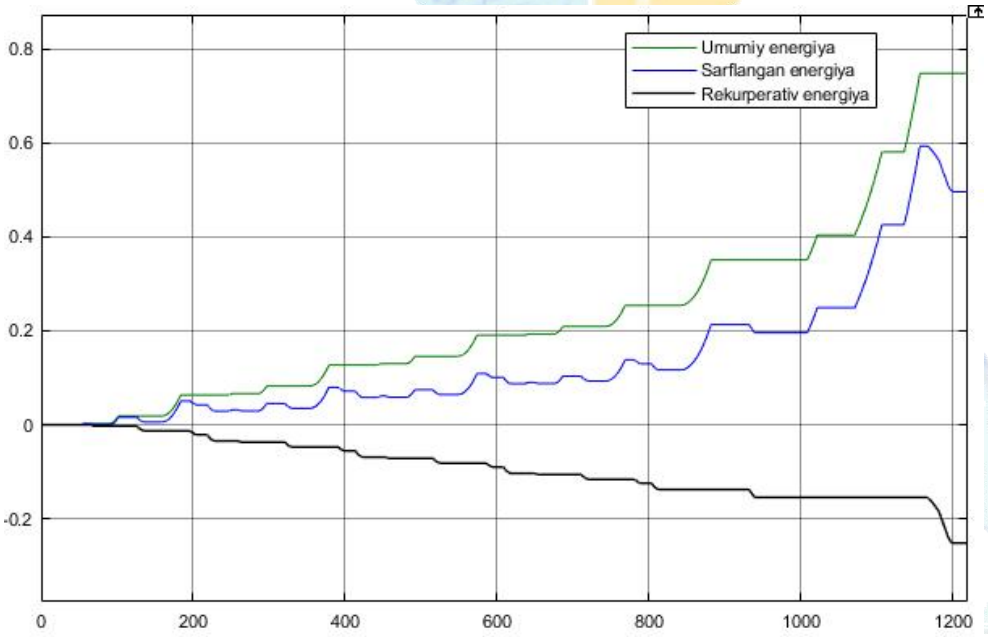
```
clear all
clc
load('NEDC')
figure()
plot(T_z,V_z,T_z,G_z,T_z,D_z)
title('NEDC harkat sikli')
xlabel('vaqt, sek')
ylabel('tezlik, m/s')
grid on
legend V G D
% % Vehicle
M=1205;
Cx=0.35;
f_r=0.02;
g=9.81;
rho=0.361;
A_f=6.6;
J_wheel=0.32;
%%Transmission
eff_gb=0.97;
```

WORDLY KNOWLEDGE

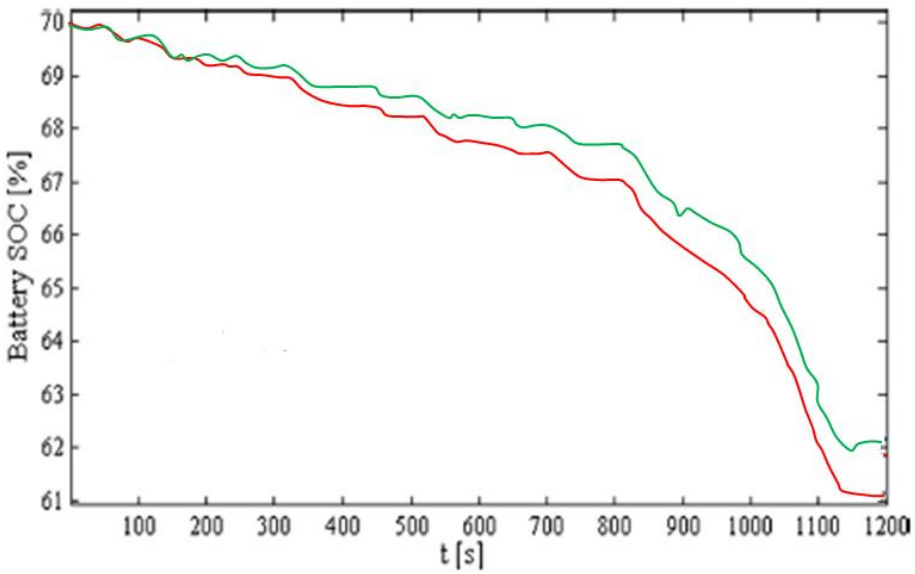
E-ISSN : 2181-4341
https://wordlyknowledge.uz
IMPACT FACTOR(SJIF) : 3,934



2-rasm. Elektromobilning energiya sarfini xisoblash blok-sxemasi.



3-rasm. NEDC harakat siklida energiya sarfining grafigi.



4-rasm. Elektromobil akkumlyatori quvvatining kamayish grafigi.

Simulatsiya natijasida Elektromobil NEDC sikli boyicha 750 J energiya is'temol qilib, rekurperativ tormozlanish ya'ni sekinlanish vaqtida 250 J energiyani qayta tiklagan. Umumiy energiya safi esa 500 J ni tashkil qiladi. Akkumlyator batereyasining quvvati sikl davomida 12 % ni tejalganini ko'rish mumkin.

E-ISSN : 2181-4341
https://wordlyknowledge.uz
IMPACT FACTOR(SJIF) : 3,934

Adabiyotlar:

1. Касымов О.К. Исследование параметров, характеризующих устойчивость легкового автомобиля при торможении. Труды ТАДИ, Ташкент, 1996.
2. Касимов О.К., Ташпулатов У.Х. Силы взаимодействия колес автомобиля с дорогой при торможении, «Проблемы механики» №2, (2016)
3. Касимов О., Юсупов У., Влияние увода шин на курсовую устойчивость прицепов, Материалы Республиканской научной конференции на тему «Инновационные научные исследования и методы в Узбекистане» (2020),
4. Касимов О., Ражапова С.С., Критерии сохранения управляемости автомобиля при экстренном торможении, Экономика и социум, (2020)
5. Касимов О. Методика математического моделирования процесса торможения легкового автомобиля, Экономика и социум, (2021)
6. Касимов О.К., Тухтамишов С.С., Определение параметров электровакуумного насоса для тормозных усилителей автомобиля, Экономика и социум, (2022)
7. Mukhitdinov A., Ziyaev K., Omarov J., Methodology of constructing driving cycles by the synthesis, E3S Web of Conferences, (2021), DOI: 10.1051/e3sconf/202126401033
8. SS To'xtamishov, Avtomatik transmissiyali avtomobilning dvigatel ko’rsatgichlarini matlab dasturida xisoblash uslubi , Научный журнал транспортных средств и дорог, 2021
9. S.S To’xtamishov. Avtomatik transmissiyali avtomobilning dvigatel ko’rsatgichlarini matlab dasturida xisoblash uslubi. Том 1 № 2 (2021): Научный журнал транспортных средств и дорог
10. To‘Xtamishov Sobit Sobir O‘G‘Li, & Nosirjonov Shohruhbek Ilhomjon O’G’Li (2021). Avtomobillar bo‘ylama oralig‘ida xavfsiz masofani meyorlash uslubi. Academic research in educational sciences, 2 (11), 1179-1183.
11. YU Boltayevich, MA Anvarovich, TS Sobirovich - Eurasian Journal of Engineering and Technology, 2022

WORDLY
KNOWLEDGE