

ELEKTROMOBIL BATAREYASINI MAQBUL HARORATGACHA QIZDIRISHDA ENERGIYA SARFINING HARORATGA BOG'LIQLIGINI EKSPERIMENTAL TADQIQ ETISH

Qosimov Baxtiyor Axmatjonovich

Transport vositalari muhandisligi kafedrası assistenti

Jizzax politexnika institute

E-mail: baxtiyoraxmatjonovich@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-2359-7732>

tel: +99891 569 97 04

Annotatsiya: Ushbu maqolada elektromobil tortish batareyasini optimal ishchi haroratgacha qizdirish jarayonida sarflanadigan elektr energiyasining batareya boshlang'ich haroratiga bog'liqligi eksperimental tadqiq etilgan. Olingan natijalar elektromobil batareyalarining termik boshqaruv tizimlarini takomillashtirish, qishki ekspluatatsiyada energiya sarfini kamaytirish va batareyaning energiya samaradorligini oshirish uchun amaliy ahamiyatga ega.

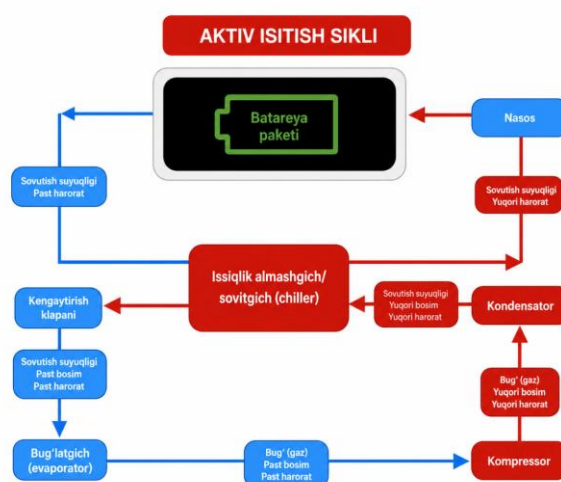
Kalit so'zlar: elektromobil, litiy-ion batareya, termal boshqaruv, qizdirish, energiya sarfi, optimal harorat, elektr energiyasi.

Kirish. Elektromobillarning keng qo'llanilishi transport tizimida energiya samaradorligini oshirish va an'anaviy ichki yonuv dvigatelli transport vositalariga nisbatan ekologik yuklamani kamaytirish imkonini bermogda. Shu bilan birga, elektromobilning ekspluatatsion samaradorligi tashqi muhit harorati va tortish batareyasining termik holatiga sezilarli darajada bog'liq.

Ayniqsa, past harorat sharoitida litiy-ion batareyalarda elektroximik jarayonlarning tezligi pasayadi, ichki qarshilik ortadi va batareyaning samarali quvvat berish qobiliyati yomonlashadi. Shu sababli elektromobillarda batareyani belgilangan optimal ishchi harorat oralig'ida ushlab turish uchun maxsus termik boshqaruv tizimlari qo'llaniladi.

Batareyani past haroratdan optimal ishchi haroratgacha qizdirish ma'lum miqdorda elektr energiyasini talab qiladi. Ushbu energiya to'g'ridan-to'g'ri elektromobilning tortish batareyasidan olinishi sababli qizdirish jarayoni avtomobilning umumiy energiya sarfiga va bir marta zaryadlanganda bosib o'tiladigan masofaga ta'sir qilishi mumkin.

Shu nuqtai nazardan, batareyaning boshlang'ich harorati va uni qizdirish uchun sarflanadigan energiya o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.



1-rasm. Elektromobil tortish batareyasining termik boshqaruv va qizdirish jarayonining umumiy sxemasi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi elektromobil batareyasining turli boshlang'ich haroratlarida optimal haroratgacha qizdirish uchun sarflanadigan energiya miqdorini aniqlash hamda harorat oshishi bilan energiya sarfining o'zgarish qonuniyatini eksperimental asoslashdan iborat. Tadqiqot metodikasi. Eksperimental tadqiqotda elektromobil batareyasining 15 va 20°C boshlang'ich haroratlaridagi qizdirish jarayoni o'rganildi. Har bir tajribada batareya belgilangan optimal ishchi haroratgacha qizdirildi va qizdirish uchun sarflangan elektr energiyasi aniqlandi.

Tadqiqotda ikki asosiy ko'rsatkich qabul qilindi:

- bir marta qizdirish uchun sarflangan elektr energiyasi;
- batareyani olti marta to'liq qizdirish uchun sarflangan umumiy energiya.

Umumiy energiya sarfi quyidagi ifoda orqali aniqlandi:

$$E_{\Sigma} = nE_1 \quad (1)$$

bu yerda:

E_{Σ} - umumiy qizdirish uchun sarflangan energiya, kWh;

E_1 - bir marta qizdirish uchun sarflangan energiya, kWh;

n - qizdirishlar soni.

Tadqiqot shartiga ko'ra, ($n=6$). Shu sababli:

$$E_{\Sigma} = 6E_1$$

Masalan, batareyaning boshlang'ich harorati 15°C bo'lganda bir marta qizdirish uchun sarflangan energiya 1,34 kWh ni tashkil etadi. Bunda umumiy energiya sarfi:

$$E_{\Sigma} = \frac{6}{E_1} \quad (2)$$

ga teng bo'ladi.

Xuddi shuningdek, batareyaning boshlang'ich harorati 20°C bo'lganda bir marta qizdirish uchun 0,67 kWh energiya sarflanadi va olti marta qizdirish uchun:

$$E_{\Sigma} = \frac{6}{E_0.0,67} = 4,02 \text{ kWh}$$

energiya talab etiladi.

Eksperimental natijalar. Tajriba natijalari $5-20^{\circ}\text{C}$ harorat oralig'ida batareyani qizdirish uchun sarflanadigan energiya muntazam ravishda kamayib borishini ko'rsatdi.

1-jadval

Batareya haroratining qizdirish energiyasi sarfiga ta'siri

№	Boshlang'ich harorat, °C	Bir marta qizdirish, kWh	6 marta qizdirish, kWh	5 C ga nisbatan kamayish, %
1	5	2,69	16,14	0
2	10	2,01	12,06	25,28
3	15	1,34	8,04	50,19
4	20	0,67	4,02	75,09

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, batareyaning boshlang'ich harorati oshishi bilan qizdirish uchun talab qilinadigan energiya miqdori izchil kamaygan.

5°C haroratda bir martalik qizdirish uchun 2,69 kWh energiya sarflangan bo'lsa, 10°C da bu qiymat 2,01 kWh, 15°C da 1,34 kWh va 20°C da atigi 0,67 kWh ni tashkil etgan. Boshqacha aytganda, 5°C dan 20°C gacha harorat oshirilganda bir marta qizdirish uchun zarur bo'lgan energiya:

$$\Delta E = 2,69 - 0,67 = 2,02 \text{ kWh}$$

ga kamaygan.

Demak, batareyaning boshlang'ich harorati 5°C dan 20°C gacha oshirilganda bir martalik qizdirish uchun sarflanadigan energiya taxminan 75 % ga kamaygan.

2-jadval

Haroratning oshishi natijasida energiya tejalishi

Harorat oralig'i	Bir martalik energiya kamayishi, kWh	Kamayish, %
5 → 10°C	0,68	25,28
10 → 15°C	0,67	33,33
15 → 20°C	0,67	50,00

5 → 20°C	2,02	75,09
----------	------	-------

Natijalar shuni ko'rsatadiki, haroratning har bir keyingi bosqichida bir martalik qizdirish energiyasi taxminan 0,67–0,68 kWh ga kamayib borgan.

Bu holat batareya harorati optimal ishchi haroratga yaqinlashgan sari qizdirish uchun talab qilinadigan harorat farqi kamayishi bilan izohlanadi.

Umumiy energiya sarfining tahlili. Batareyaning boshlang'ich harorati 5°C bo'lganda olti marta qizdirish uchun jami 16,14 kWh energiya sarflangan. Harorat 10°C ga oshirilganda umumiy energiya sarfi 12,06 kWh gacha kamaygan. 15°C boshlang'ich haroratda esa ushbu qiymat 8,04 kWh ni tashkil etgan. Batareya harorati 20°C ga yetganda olti marta qizdirish uchun sarflanadigan umumiy energiya 4,02 kWh gacha kamaygan.

3-jadval

Olti marta qizdirishdagi umumiy energiya sarfi

Boshlang'ich harorat, °C	Bir marta qizdirish, kWh	6 marta qizdirish, kWh	5°C holatiga nisbatan tejalgan energiya, kWh
5	2,69	16,14	0
10	2,01	12,06	4,08
15	1,34	8,04	8,10
20	0,67	4,02	12,12

Shunday qilib, batareyani oldindan yuqoriroq haroratda ushlab turish yoki termik boshqaruv tizimi yordamida uning haroratini optimal diapazonga yaqinlashtirish qizdirish uchun sarflanadigan elektr energiyasini sezilarli darajada kamaytirishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda o'tkazilgan eksperimental tadqiqot natijalariga ko'ra, elektromobil batareyasining boshlang'ich harorati uning optimal ishchi haroratgacha qizdirilishi uchun sarflanadigan energiya miqdoriga bevosita ta'sir qiladi.

Batareyaning boshlang'ich harorati 15°C da 1,34 kWh va 20°C da 0,67 kWh energiya sarflangan.

Ayniqsa, 15°C haroratda bir marta qizdirish uchun 1,34 kWh va olti marta qizdirish uchun 8,04 kWh energiya sarflanishi batareya optimal ishchi haroratga yaqinlashgani sari termik boshqaruvga bo'lgan energiya talabi sezilarli kamayishini ko'rsatadi. 20°C holatida esa ushbu ko'rsatkichlar mos ravishda 0,67 va 4,02 kWh gacha kamaygan. Shu asosda elektromobillarda batareyaning haroratini optimal diapazonda oldindan ushlab turish, qizdirish jarayonini aqlli boshqarish va qizdirish vaqtini avtomobilning ekspluatatsion sharoitlariga moslashtirish orqali qo'shimcha energiya sarfini kamaytirish mumkin. Olingan eksperimental natijalar elektromobil batareyasining termik boshqaruv tizimi uchun matematik model ishlab chiqishda, energiya sarfini prognozlashda hamda sovuq iqlim sharoitida elektromobilning real yurish zaxirasini baholashda foydalanish uchun asos bo'la oladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Plett G.L. Battery Management Systems, Volume I: Battery Modeling. Artech House, 2015.
2. Liu H., Shi C., Liu C., Chang W. A Review of Lithium-Ion Battery Thermal Management Based on Liquid Cooling and Its Evaluation Method // Energies. 2025. Volume. 18. Nombr 17. 4569. DOI: 10.3390/en18174569.
3. Ali Z.M., Jurado F., Gandoman F.H., Calasan M. Advancements in battery thermal management for electric vehicles: Types, technologies, and control strategies including deep learning methods // Ain Shams Engineering Journal. 2024. Volume. 15, Nombr. 9. 102908. DOI: 10.1016/j.asej.2024.102908.
4. Bandhauer T.M., Garimella S., Fuller T.F. A critical review of thermal issues in lithium-ion batteries. Journal of The Electrochemical Society.

5. Jaguemont J., Boulon L., Dubé Y. A comprehensive review of lithium-ion batteries used in electric vehicles at cold temperatures. Applied Energy.
6. Pesaran A.A. Battery thermal management in EVs and HEVs: Issues and solutions. National Renewable Energy Laboratory.
7. Hannan M.A. et al. Battery energy-storage systems and thermal management technologies for electric vehicles. Renewable and Sustainable Energy Reviews.