

ELEKTROMOBIL BATAREYASINI MA'LUM IQLIM SHAROITLARIDA QIZDIRISH UCHUN SARFLANADIGAN ENERGIYANI EKSPERIMENTAL BAHOLASH

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 batareyasining past harorat sharoitida qizdirilishi jarayonida sarflanadigan elektr energiyasini eksperimental baholash masalasi ko'rib chiqilgan. Tadqiqotda batareyaning boshlang'ich harorati 5°C va 10°C bo'lgan holatlar uchun qizdirish jarayoni tahlil qilingan. Eksperimental natijalarga ko'ra, batareyaning boshlang'ich harorati 5°C bo'lganda bir marta qizdirish uchun 2,69 kWh, umumiy qizdirish jarayoni uchun esa 16,14 kWh energiya sarflangan. Boshlang'ich harorat 10°C bo'lgan holatda esa bir marta qizdirish uchun sarflangan energiya 2,01 kWh, umumiy energiya sarfi 12,06 kWh ni tashkil etgan.

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

Bugungi kunda elektromobillardan foydalanishning kengayishi transport vositalarining energiya samaradorligini oshirish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni qisqartirish imkonini bermoqda. Biroq elektromobillarning ekspluatatsion samaradorligiga tashqi muhit harorati sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, past harorat sharoitida tortish batareyasining elektroximik jarayonlari sekinlashishi natijasida uning quvvati, zaryad qabul qilish qobiliyati va energiya samaradorligi pasayishi mumkin.

Litiy-ion batareyalarning normal ishlashi uchun ma'lum harorat oralig'ini ta'minlash talab etiladi. Shu sababli zamonaviy elektromobillarda batareyaning termik boshqaruv tizimi qo'llanilib, u batareyani sovitish yoki qizdirish orqali uning optimal ishchi holatini ta'minlaydi. Past haroratlarda batareyani qizdirish uchun elektromobilning o'z energiya manbasidan elektr energiyasi sarflanadi. Natijada batareyani qizdirish jarayonida sarflangan energiya avtomobilning yurish masofasiga va umumiy energiya samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Batareya harorati qanchalik past bo'lsa, uni talab etilgan ishchi haroratga yetkazish uchun shunchalik katta miqdorda issiqlik energiyasi talab qilinadi. Ushbu jarayonni eksperimental jihatdan o'rganish elektromobilning real ekspluatatsiya sharoitlarida energiya sarfini aniqlash imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi elektromobil batareyasining turli boshlang'ich haroratlarda qizdirish jarayoniga sarflanadigan elektr energiyasini aniqlash va boshlang'ich haroratning energiya sarfiga ta'sirini baholashdan iborat.

Tadqiqot davomida elektromobil tortish batareyasining past harorat sharoitidagi termik holati va uni qizdirish jarayonida sarflanadigan elektr energiyasi eksperimental ravishda o'rganildi. Tajribalar batareyaning ikki xil boshlang'ich haroratida, ya'ni 5°C va 10°C haroratlarda amalga oshirildi.

Eksperiment davomida batareyaning boshlang'ich harorati qayd etilib, qizdirish tizimi ishga tushirildi va batareyani belgilangan ishchi holatga olib kelish uchun sarflangan energiya miqdori aniqlangan. Energiya sarfi bir martalik qizdirish jarayoni hamda umumiy qizdirish jarayoni bo'yicha baholandi.

Eksperimental natijalarni taqqoslash uchun quyidagi asosiy parametrlar qabul qilindi:

- batareyaning boshlang'ich harorati, °C;
- bir marta qizdirish uchun sarflangan energiya, kWh;
- umumiy qizdirish uchun sarflangan energiya, kWh.

Olingan natijalar batareyaning boshlang'ich harorati bilan qizdirish uchun zarur bo'lgan energiya o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash imkonini beradi.

Batareyaning boshlang'ich harorati 5°C ni tashkil etganda o'tkazilgan eksperiment natijalariga ko'ra, bir marta qizdirish jarayonida 2,69 kWh elektr energiyasi sarflangan. Qizdirish jarayonlari yig'indisi bo'yicha esa umumiy energiya sarfi 16,14 kWh ni tashkil etgan.

Batareyaning boshlang'ich harorati 10°C bo'lgan ikkinchi eksperimentda bir marta qizdirish uchun sarflangan energiya 2,01 kWh, umumiy qizdirish jarayonida sarflangan energiya esa 12,06 kWh ga teng bo'lgan.

1-jadval

Olingan eksperimental natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan

№	Batareyaning boshlang'ich harorati, °C	Bir marta qizdirish energiyasi, kWh	Umumiy qizdirish energiyasi, kWh
1	5	2,69	16,14
2	10	2,01	12,06

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, batareyaning boshlang'ich harorati 5°C dan 10°C gacha oshirilganda, bir marta qizdirish uchun sarflanadigan energiya 2,69 kWh dan 2,01 kWh gacha kamaygan.

Mazkur kamayish absolyut qiymatda:

$$\Delta E = 2,69 - 2,01 = 0,68 \text{ kWh}$$

ni tashkil qiladi.

Demak, boshlang'ich haroratni 5°C dan 10°C gacha oshirish natijasida bir martalik qizdirish uchun sarflanadigan energiya 0,68 kWh ga kamaygan.

Nisbiy kamayish esa quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta = \frac{2,69 - 2,01}{2,69} \cdot 100 = 25,28\%$$

Shunday qilib, batareyaning boshlang'ich haroratini 5°C dan 10°C gacha oshirish bir martalik qizdirish energiyasi sarfini taxminan 25,3% ga kamaytirgan.

Umumiy energiya sarfi bo'yicha ham xuddi shunday tendensiya kuzatiladi. 5°C haroratdagi tajribada umumiy sarf 16,14 kWh bo'lgan bo'lsa, 10°C haroratdagi tajribada bu ko'rsatkich 12,06 kWh ni tashkil etgan. Ularning farqi:

$$\Delta E_{um} = 16,14 - 12,06 = 4,08 \text{ kWh}$$

Nisbiy kamayish:

$$\eta_{um} = \frac{16,14 - 12,06}{16,14} \cdot 100 = 25,28\%$$

Demak, boshlang'ich haroratning 5°C dan 10°C gacha oshirilishi umumiy qizdirish jarayonida sarflanadigan energiyani ham taxminan 25,3% ga kamaytirgan.

Bu natija batareyaning dastlabki termik holati qizdirish tizimining energiya samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatadi.

Eksperimental natijalarning fizik mohiyatini batareyaning issiqlik balansiga asoslangan holda izohlash mumkin. Batareyani qizdirish jarayonida sarflangan energiya asosan batareya massasini talab etilgan haroratgacha qizdirish va qizdirish jarayonida atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlikni qoplashga sarflanadi.

Batareyaga beriladigan issiqlik energiyasining soddalashtirilgan ifodasi quyidagicha yozilishi mumkin:

$$Q = mc\Delta T + Q_{loss} \quad (1)$$

bu yerda:

Q - batareyani qizdirish uchun talab qilinadigan umumiy issiqlik energiyasi, J;

m - batareya massasining qiymati, kg;

c - batareyaning oʻrtacha solishtirma issiqlik sigʻimi, J/(kg·K);

ΔT — batareya haroratining oʻzgarishi, °C yoki K;

Q_{loss} - qizdirish jarayonida atrof-muhitga yoʻqotiladigan issiqlik miqdori, J.

Amaliy elektromobillarda esa elektr energiyasining issiqlik energiyasiga aylanish samaradorligi ham hisobga olinishi kerak. Shu sababli qizdirish tizimining elektr energiyasi sarfi quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$E_{issiqlik} = \frac{Q}{\eta_h} \quad (2)$$

bu yerda η_h - qizdirish tizimining samaradorligi.

Batareyaning boshlangʻich harorati 5°C boʻlganda uning belgilangan ishchi haroratiga yetkazish uchun zarur boʻlgan harorat farqi 10°C dagi holatga nisbatan kattaroq boʻladi. Shu sababli batareyaga koʻproq issiqlik energiyasi berilishi talab etiladi. Eksperimental natijalarda bu holat 2,69 kWh va 2,01 kWh qiymatlarining farqida aniq namoyon boʻlgan.

Shuningdek, past haroratda batareyaning ichki qarshiligi ortishi ham termik boshqaruv jarayoniga taʼsir qilishi mumkin. Batareyaning elektroximik jarayonlari past haroratlarda sekinlashadi va natijada batareyani samarali ishchi holatga keltirish uchun qoʻshimcha termik energiya talab etiladi.

Muhokama

Tajriba natijalari elektromobil batareyasining boshlangʻich harorati qizdirish tizimining energiya sarfiga bevosita taʼsir qilishini koʻrsatdi. Xususan, 5°C boshlangʻich haroratda bir martalik qizdirish uchun 2,69 kWh energiya talab qilingan boʻlsa, 10°C haroratda ushbu koʻrsatkich 2,01 kWh gacha kamaygan.

Bu yerda muhim jihat shundaki, batareya haroratining atigi 5°C ga oshirilishi qizdirish uchun sarflanadigan elektr energiyasining taxminan 25% ga kamayishiga olib

kelgan. Ushbu natija elektromobilni past haroratli muhitda ekspluatatsiya qilishda batareyani oldindan termik tayyorlashning ahamiyatini ko'rsatadi.

Masalan, elektromobil uzoq vaqt davomida past tashqi harorat sharoitida to'xtab turganda batareya harorati sezilarli darajada pasayishi mumkin. Bunday holatda avtomobil ishga tushirilgandan so'ng batareyani qizdirish uchun energiya sarflanadi. Agar batareyaning termik holati oldindan boshqarilsa, qizdirish uchun talab qilinadigan qo'shimcha energiya miqdorini kamaytirish mumkin.

Tadqiqot natijalari elektromobilning umumiy energiya sarfini hisoblashda faqat harakatlanish uchun sarflangan energiyani emas, balki batareyani qizdirish uchun sarflanadigan energiyani ham hisobga olish zarurligini ko'rsatadi. Ayniqsa, qishki ekspluatatsiya sharoitida ushbu komponent elektromobilning real energiya samaradorligini baholashda muhim ahamiyatga ega.

Xulosa qilib aytganda o'tkazilgan eksperimental tadqiqot natijalariga asoslanib, elektromobil batareyasining boshlang'ich harorati qizdirish jarayonida sarflanadigan energiya miqdoriga sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.

Batareyaning boshlang'ich harorati 5°C bo'lgan holatda bir marta qizdirish uchun 2,69 kWh, umumiy qizdirish jarayonida esa 16,14 kWh energiya sarflangan. Boshlang'ich harorat 10°C bo'lganda esa mos ravishda 2,01 kWh va 12,06 kWh energiya sarfi qayd etilgan.

5°C dan 10°C gacha boshlang'ich haroratning oshirilishi natijasida bir martalik qizdirish energiyasi 0,68 kWh, umumiy energiya sarfi esa 4,08 kWh ga kamaygan. Nisbiy jihatdan har ikkala holatda ham energiya sarfining kamayishi taxminan 25,3% ni tashkil etgan.

Shunday qilib, eksperimental natijalar elektromobil batareyasining boshlang'ich haroratini optimal darajada ushlab turish qizdirish tizimining energiya sarfini kamaytirishning samarali usullaridan biri ekanligini ko'rsatadi. Olingan natijalar elektromobillarning past harorat sharoitidagi ekspluatatsion samaradorligini oshirish, batareyani termik boshqarish algoritmlarini takomillashtirish va energiya sarfini prognozlash modellarini ishlab chiqishda foydalanish mumkin.

Kelgusidagi tadqiqotlarda batareyaning 0, 5, 10, 15 va 20°C kabi bir nechta boshlang'ich haroratlaridagi tajriba natijalarini olish, qizdirish davomiyligi, tashqi muhit harorati, batareya sig'imi va qizdirish quvvati kabi parametrlarni hisobga olgan holda matematik model ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir. Bu esa elektromobil batareyasining termik boshqaruv tizimi uchun energiya sarfini aniqroq prognozlash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Plett G.L. Battery Management Systems, Volume I: Battery Modeling. Artech House, 2015.
2. Pesaran A.A. Battery thermal management in EVs and HEVs: Issues and solutions. National Renewable Energy Laboratory.
3. Jaguemont J., Boulon L., Dubé Y. A comprehensive review of lithium-ion batteries used in electric vehicles at cold temperatures. Applied Energy.
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. Hannan M.A. et al. Battery energy-storage systems and thermal management technologies for electric vehicles. Renewable and Sustainable Energy Reviews.