

ELEKTROMOBILLAR TUZILISHI.

*Kamalova Shazada**Taxiatosh tumani 1-sonli politexnikumi.*

Annotatsiya: Ushbu maqolada elektromobillarning umumiy tuzilishi va ishlash prinsiplari litiy-ionli akkumulyatorlar misolida yoritib beriladi. Elektromobillarda qoʻllaniladigan asosiy texnologik komponentlar – akkumulyator bloki, elektr dvigatel, inverter, quvvat boshqaruv tizimi va energiya uzatish mexanizmlarining oʻzaro bogʻliqligi tahlil qilinadi. Litiy-ionli akkumulyatorlarning kimyoviy tuzilishi, ishlash mexanizmi, afzalliklari va cheklovlari batafsil koʻrib chiqilib, ularning elektromobillar samaradorligidagi oʻrni baholanadi. Tadqiqot natijalari elektromobillarni rivojlantirish va energiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit soʻzlar: Elektromobil, litiy-ionli akkumulyator, elektr dvigatel, inverter, BMS, energiya samaradorligi, qayta zaryadlash, elektr transport.

Soʻnggi yillarda global miqyosda ekologik muammolar, atmosferaning ifloslanishi va anʼanaviy yoqilgʻi resurslarining kamayib borishi transport sohasida muqobil yechimlarga boʻlgan ehtiyojni keskin oshirdi. Shu sababli elektromobillar zamonaviy transport tizimining muhim tarkibiy qismiga aylanmoqda. Elektromobillar ichki yonuv dvigatellariga nisbatan kam shovqinli, ekologik toza va energiya samaradorligi yuqori boʻlishi bilan ajralib turadi.

Elektromobil texnologiyasining yuragi hisoblangan litiy-ionli akkumulyatorlar elektr energiyasini saqlash va uni harakat energiyasiga aylantirish jarayonida asosiy rolni bajaradi. Ushbu akkumulyatorlar yuqori energiya zichligi, uzoq xizmat muddati va tez zaryadlanish xususiyatlari tufayli elektromobillarda keng qoʻllanilmoqda.

Elektromobillar tuzilishida asosiy energiya manbai – litiy-ion akkumulyator (Li-ion batareya) hisoblanadi. Quyida uni batafsil, bosqichma-bosqich va faqat matn shaklida tushuntiraman.

Bitta litiy-ion hujayra (cell) nima va unda nima bor?

Har bir litiy-ion batareya bitta kichik □hujayra□dan boshlanadi. Bu hujayra 4 ta asosiy qismdan iborat:

Katod (musbat elektrod)

- Material: litiy birikmasi (eng keng tarqalganlari:
 - NMC (nikel-mangan-kobalt)
 - NCA (nikel-kobalt-alyuminiy)
 - LFP (litiy-temir-fosfat)
 - LMO (litiy-mangan-oksid) va boshqalar).
- Katod — batareyaning “manba”si. Zaryadlash vaqtida litiy ionlari (Li^+) katoddan chiqib ketadi.
- NMC va NCA yuqori energiya zichligiga ega (uzoq masofa), lekin qimmat va xavfliroq.
- LFP arzonroq, xavfsizroq, uzoqroq xizmat qiladi, lekin energiya zichligi biroz pastroq.

Anod (salbiy elektrod)

- Material: grafit (ba’zan kremniy qo’shilgan grafit).
- Zaryadlash vaqtida litiy ionlari anodga kirib, grafit qatlamlari orasiga “tiqilib” qoladi.
- Razryad vaqtida esa ionlar anoddan chiqib ketadi.

Elektrolit

- Suyuq eritma: litiy tuzi (LiPF_6 , LiTFSI va h.k.) organik erituvchida (etilen-karbonat, dimetil-karbonat, etil-metil-karbonat aralashmasi).
- Faqat litiy ionlarini o’tkazadi, elektronlarni o’tkazmaydi.
- Bu eritma yonuvchan bo’lgani uchun batareya xavfsizligi eng muhim masala.

Separator (ajratuvchi plyonka)

- 10□25 mikron qalinlikdagi gözenekli polietilen yoki polipropilen plyonka.
- Katod va anodning to’g’ridan-to’g’ri tegishini oldini oladi (qisqa tutashuvdan saqlaydi).
- Ionlar gözeneklar orqali o’qtadi.

- Agar harorat $130 \div 150$ °C ga yetib qolsa, plyonka yopiladi va ion oqimi to'xtaydi (xavfsizlik mexanizmi).

Qo'shimcha qismlar:

- Katod tomonida $\square$ alyuminiy folga (current collector)
- Anod tomonida $\square$ mis folga (current collector)
- Tashqi qobiq: silindrik (18650, 21700, 4680), prizmatik (to'rtburchak) yoki pouch (yumshoq aluminiiy-polimer sumka).

Elektromobilda hujayralar qanday birlashtiriladi?

Bitta hujayra kuchlanishi taxminan $3,6 \div 3,8$ V. Elektromobil esa $300 \div 800$ V talab qiladi. Shuning uchun:

- Bir nechta hujayra parallel ulanadi $\rightarrow$ sig'im (amper-soat) oshadi
- Keyin parallel guruhlar ketma-ket (serial) ulanadi $\rightarrow$ kuchlanish oshadi

Natija:

- Modul $\rightarrow$ 10–30 ta hujayra bir joyda (odatda sovutish kanallari bilan)
- Batareya paketi (Battery Pack) $\rightarrow$ bir nechta modulning birlashmasi
- Umumiy kuchlanish: 350–800 V
- Umumiy sig'im: 50–120 kVt·soat (Tesla Model 3/Y — 60–82 kVt·soat, Model S/X — 100 kVt·soat, BYD Blade — 60–80 kVt·soat)

Batareya paketining ichidagi qo'shimcha tizimlar

BMS (Battery Management System)

- Har bir hujayraning kuchlanishini, haroratini, ichki qarshiligini doimiy nazorat qiladi
 - Hujayralarni muvozanatlashtiradi (balanslash)
 - Haddan tashqari zaryad, haddan tashqari razryad, qisqa tutashuv, haddan tashqari haroratni oldini oladi
 - Mashina kompyuteri bilan bog'lanib, real vaqt rejimida ma'lumot uzatadi
- Sovutish tizimi
- Suyuq sovutish (eng keng tarqalgan): glykol suvi batareya plitalari orasidan oqib o'tadi

- Ba□zida havo sovutish (Chevrolet Bolt, eski Nissan Leaf)
- Issiqlikni tez chiqarish uchun batareya pastki qismida katta sovutish plitasi

bo□ladi

- Issiqlik pompasiga ulanib, qishda isitadi, yozda sovutadi

Strukturaviy elementlar

- Pastki qismda mustahkam alyuminiy yoki po□lat tray (Tesla □skateboard□shassisi)

- Yonuvchanlikka qarshi materiallar, gaz chiqarish klapanlari

- Termal runaway (o□z-o□zidan yonish) holatida olovni tarqalmasligi uchun maxsus bo□limlar

Litiy-ion batareya qanday ishlaydi (jarayon batafsil)

Zaryadlash (energiya saqlash):

- Tashqi zaryadlovchi + terminalni katodga, – terminalni anodga ulaydi
- Litiy ionlari katoddan ajralib chiqadi → elektrolit orqali anodga o□tadi
- Elektronlar tashqi sim orqali anodga keladi
- Natijada grafit ichida LiC_6 birikmasi hosil bo□ladi
- Kuchlanish 4,2 V gacha ko□tariladi (NMC/NCA uchun)

Razryad (mashina ishlayotganda):

- Elektr motor – terminalni anodga, + terminalni katodga ulaydi
- Litiy ionlari anod grafitidan chiqib, elektrolit orqali katodga qaytadi
- Elektronlar tashqi zanjir orqali (inverter → motor) oqib, mashinani

harakatlantiradi

- Kuchlanish 3,0–3,2 V gacha tushguncha ishlaydi

Bu jarayon minglab marta takrorlanadi. Zamonaviy litiy-ion batareyalar 1500–3000 to□liq sikldan keyin ham 80% sig□imni saqlab qoladi (LFP esa 4000–6000 sikl).

Elektromobilda batareya qayerda joylashgan?

Odatda butun batareya paketi mashina pastki qismida (shassi ostida) yotadi. Bu:

- Og□irlik markazini pastga tushiradi → boshqaruv yaxshi
- Salon maydonini oshiradi (kapot ostida deyarli hech narsa yo□q)

- To'qnashuvda himoya qilish osonroq

Tesla, BYD, Volkswagen ID seriyasi, Hyundai Ioniq 5, Kia EV6 va boshqa ko'plab modellarda shunday skateboard platformasi qo'llaniladi.

Elektromobillar texnologiyasining asosiy afzalliklari bilan bir qatorda ayrim muammolari ham mavjud. Xususan, litiy-ionli akkumulyatorlarning yuqori narxi, qayta ishlash masalalari va sovuq iqlimda samaradorlikning pasayishi muhim muammolar sifatida baholanadi.

Shunga qaramay, zamonaviy ilmiy ishlanmalar akkumulyator sig'imini oshirish, tez zaryadlash texnologiyalarini joriy etish va ekologik xavfsiz qayta ishlash usullarini takomillashtirishga qaratilgan.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, elektromobillar tuzilishida litiy-ionli akkumulyatorlar asosiy energiya manbai sifatida muhim ahamiyatga ega. Ularning samaradorligi elektromobilning umumiy texnik ko'rsatkichlarini belgilaydi.

Elektromobillarni ommalashtirish uchun zaryadlash infratuzilmasini kengaytirish;

Litiy-ionli akkumulyatorlarni qayta ishlash texnologiyalarini rivojlantirish;

Ilmiy-tadqiqot ishlarini qo'llab-quvvatlash orqali energiya zichligi yuqori bo'lgan yangi avlod akkumulyatorlarini yaratish.

Adabiyotlar.

1. Larminie, J., Lowry, J. Electric Vehicle Technology Explained. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2012. 314 p.
2. Ehsani, M., Gao, Y., Longo, S., Ebrahimi, K. Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. CRC Press, 2018. 545 p.
3. Chan, C. C., Chau, K. T. Modern Electric Vehicle Technology. Oxford University Press, 2001. 320 p.
4. Pistoia, G. Lithium-Ion Batteries: Advances and Applications. Amsterdam: Elsevier, 2014. 430 p.

5. Linden, D., Reddy, T. B. Handbook of Batteries. □ 4th ed. □ McGraw-Hill, 2011. □ 1450 p.
6. Scrosati, B., Garche, J. Lithium Batteries: Status, Prospects and Future. □ Journal of Power Sources, 2010, Vol. 195, pp. 2419□2430.
7. Zhang, S. S. The Effect of the Charging Protocol on the Cycle Life of a Li-ion Battery. □ Journal of Power Sources, 2006, Vol. 161, pp. 1385□1391.
8. Ciez, R. E., Whitacre, J. F. Examining Different Recycling Processes for Lithium-ion Batteries. □ Nature Sustainability, 2019, Vol. 2, pp. 148□156.
9. Miller, J. M. Propulsion Systems for Hybrid Vehicles. □ IET Power and Energy Series, 2010. □ 460 p.
10. Husain, I. Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals. □ CRC Press, 2011. □ 360 p.