ELEKTROMOBILLARNING ZARYADLASH (QUVVATLASH TIZIMLARI) TURLARINI TAHLIL QILISH

Daminov Oybek Olimovich, dotsent
Toshkent davlat texnika universiteti
Jo‘raboyev Akbar Zokir o‘g‘li, tayanch doktorant
Toshkent davlat texnika universiteti
Sapayev Xushnud Babajanovich, professor
Toshkent davlat texnika universiteti

Turli tadqiqotlar hisobotlariga ko‘ra zararli gazlarning ortib borishida ichki yonuv dvigatellari bilan jihozlangan avtotransport vositalarining qisman bo‘lsada o‘z ta’siriga ega ekanligini e’tirof etishmoqda. Bu esa o‘z navbatida kelgusi yillarda xususan 2020–2030-yillarda elektr yuritmali transport vositalariga bo‘lgan talabning oshishini muhim omillaridan biri bu atrof-muhit global ekologik muammolaridan biri bo‘lgan zaharli gazlarni ya’ni emissiyani kamaytirish uchun o‘z yo‘liga ega ekanligini ko‘rsatadi. Shuning uchun jahon bozorida kun sayin elektr yuritmali avtotransport voistalariga bo‘lgan talab ortib bormoqda [1].

Elektr yuritmali transport vositalariga yoki elektromobillarga (EV) o‘tish uglerod chiqindilarini va qazilma yoqilg‘iga bog‘liqlikni kamaytirishimkoniyatining yuqoriligi bilan belgilanadi. Biroq, elektromobillarning ommalashishiga quvvatlash infratuzilmasining yetarli emasligi, batareya bilan bog‘liq cheklovlar, quvvatlash tezligi, narx, energiya zichligi hamda kobalt va litiy kabi muhim elementlarga qaramlik singari jiddiy muammolar to‘sqinlik qilishi mumkin. Elektromobillar sonining ortishi va ularning keng tarqalishi ishonchli, arzon va yuqori quvvatli zaryadlash yechimlarini ishlab chiqish maqsadida quvvat elektronikasi konvertorlari va boshqaruv tizimlari bo‘yicha tadqiqotlarni rag‘batlantirmoqda.

Elektromobillar quvvatlagichlar yordamida quvvatlantiriladi ya’ni zaryad oladi. Elektromobillarni quvvatlantirishning ikkita asosiy usuli mavjud: simli va simsiz. Simsiz quvvatlantirishda quvvatlash infratuzilmasi va elektromobillar kabellar yordamida bir-biriga ulanmaydi. Hozirda simsiz quvvatlantirish texnologiyalarini rivojlantirish ishlari olib borilmoqda va simli quvvatlagichlarni simsizlari bilan almashtirish uchun jiddiy ilmiy tadqiqotlar talab etiladi. Avtomobil muhandislari jamiyati (SAE) J1772 standartiga ko‘ra simli quvvatlagichlar (a) bortdagi (integratsiyalashgan) va (b) bortdan tashqari (alohida) turlariga bo‘linadi. Integratsiyalashgan quvvatlagichlar quvvatlash shoxobchasiga, bortdagi quvvatlagichlar (OBC) esa elektromobilning o‘ziga o‘rnatiladi. Elektromobillar odatda ikki yo‘nalishli va bir yo‘nalishli bort quvvatlagichlari yordamida quvvatlantiriladi. “Tarmoqdan avtomobilga” (V2G) funksiyasini ta’minlash uchun bir yoki ikki yo‘nalishli bort quvvatlagichlaridan foydalanish mumkin.

Ikki yo‘nalishli bort o‘zgartirgichlarisiz elektromobillar V2X rejimida ishlay olmaydi.

Galvanik izolyatsiya, ixcham o‘lchamlar, arzon narx, yengil vazn, yuqori samaradorlik, yuqori ishonchlilik, yuqori quvvat zichligi va sodda dizayn ehtiyojlarini qondirish bilan birga akkumulyatorni tez zaryadlashni ta’minlash elektromobil zaryadlagichining maqsadi hisoblanadi. Shunga qaramay, elektromobil zaryadlagichlarining dizayni past quvvat zichligi, yuqori narx, izolyatsiyaning yo‘qligi va past samaradorlik kabi jiddiy qiyinchiliklarga duch keladi. Quvvatlash vaqti va batareyaning ishlash muddatiga elektromobil zaryadlagichlari ta’sir qiladi, shuning uchun zaryadlash infratuzilmasini rivojlantirishda ularning dizayni, ishlab chiqilishi va boshqarilishini hisobga olish muhimdir.

Avtomobilning o‘lchami va maqsadiga qarab, elektromobil konvertorlarining quvvat ko‘rsatkichlari keng diapazonda bo‘lishi mumkin, yengilroq, ixchamroq elektromobillar uchun bir necha kilovattdan (kVt) tijorat yoki yuqori samarali avtomobillar uchun bir necha yuz kVt gacha. FIKning pasayishi avtomobillar yurish masofasining qisqarishiga olib keladi, bu esa elektr energiyasini o‘zgartirishda o‘ziga xos yo‘qotishlar tufayli ushbu o‘zgartirgichlarning asosiy muammosi hisoblanadi. Yana bir muammo issiqlik boshqaruvi bo‘lib, u tizimning ishlashi va chidamliligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin, chunki konvertorlar issiqlik ishlab chiqaradi, ayniqsa yuqori chastotalar va yuqori quvvatlarda. Issiqlik ishlab chiqarish va quvvatni o‘zgartirish muammolari tufayli samaradorlikning yo‘qolishi elektromobillarni zaryadlash tizimlaridagi o‘zgaruvchan va o‘zgarmas tok o‘zgartirgichlari uchun muhim tashvishdir. O‘zgaruvchan-doimiy tok o‘zgartirgichlari elektr energiyasi batareyalari uchun o‘zgaruvchan tokni to‘g‘rilash va tarmoqdan doimiy va boshqariladigan tokka filtrlash kerak, bu esa energiya yo‘qotishlariga olib kelishi mumkin, ayniqsa yuqori quvvatli tizimda ko‘rsatkichlarni nazorat qilishga talab ortadi. Zaryadlagichning samaradorligi va tizimning barqarorligi ikkala turdagi o‘zgartirgichlarda mavjud bo‘lgan elektromagnit interferensiya tufayli buzilishi mumkin. Ixcham o‘zgartirgich konstruksiyalarida issiqlik tarqalishini yaxshilash juda muhim, chunki ortiqcha issiqlik komponentlarga zarar yetkazishi, o‘zgartirgichning ishlash muddatini cheklashi va tizimning umumiy ishonchliligi, samaradorligi va xavfsizligini pasaytirishi mumkin. [2].

Elektromobillarga talab ortib borayotganligi sababli, samarali elektromobil quvvatlagichlari tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Elektromobil zaryadlagichlari quvvat jihatidan turlicha bo‘lib, elektr vilkalari kabi past quvvatli variantlardan tortib yuqori quvvatli stansiyalargacha o‘zgarib turadi. EV uchun ixtisoslashtirilgan standartlarni ta’minlash maqsadida SAE tashkil etildi. Elektromobil quvvatlagichining turli tasniflari mavjud bo‘lib 1-jadvalda ko‘rsatilgan. SAE va EPA elektromobillarni quvvatlash qurilmalarini quvvatiga qarab 1- va 2-darajali (AC) va 3-darajali (DC) toifalarga ajratgan. 1-darajali zaryadlagichlar odatda 2-3 kVt quvvatga ega bir fazali mahalliy zaryadlagichlar bo‘lib, ular foydalanuvchining uyida zaryadlaydi. 2-darajali zaryadlagichlar statsionar elektromobillarga deyarli 6-7 kVt elektr energiyasini beradi va 1-darajali zaryadlagichlarga qaraganda tezroq (taxminan 1-3 soat). 2-darajali quvvatlagichlar savdo markazlari, ish joylari va boshqa jamoat joylarida keng

tarqalgan. Ultra tez yoki tez zaryadlash 50 kVt dan 350 kVt gacha bo‘lgan tezlikda o‘zgarmas tok quvvatini ta’minlaydi, ba’zi turlari 500 kVt quvvatga, 600 A maksimal tokiga va 1500 V maksimal kuchlanishga ega.

1-jadval

Elektromobillarni zaryadlantirish turlari

Turkumi/Kategoriyasi	**Turi/Sub-kategoriyasi**	**Tavsifi/Qo‘shimcha turlari**
1. Joylashuv turiga ko‘ra	Bortdagi quvvatlantirgich	Mashinaning ichiga o‘rnatilgan.
		Mashinadan tashqarida
	Tashqi quvvatlantirgich	Stansiya ko‘rinishida.
2. Quvvat darajasi turiga ko‘ra	1-daraja (Level 1)	Oddiy uy rozetkasi (sekin).
	2-daraja (Level 2)	Tezroq quvvatlash moslamasi.
	3-daraja (Level 3)	Juda tez quvvatlash stansiyasi (DC Fast Charge).
3. Mexanik ulanish aloqa turiga ko‘ra	O‘tkazgichli quvvatlantirgich	Sim orqali ulanadigan.
		Statik: To‘xtab turganda quvvatlash.
	Induksion/Simsiz quvvatlantirgich	Dinamik: Harakat davomida quvvatlash.
		Kvazi-dinamik: Qisqa to‘xtashlarda quvvatlash.
4. Tok turiga ko‘ra	AC quvvatlantirgich	O‘zgaruvchan tok orqali.
	DC quvvatlantirgich	O‘zgarmas tok orqali (tezkor).
	Universal quvvatlantirgich	Har ikkala turda ham ishlay oladigan.
5. Energiya oqimi yo‘nalishiga ko‘ra	Bir yo‘nalishli	Faqat tarmoqdan mashinaga.
	Ikki yo‘nalishli	Ham mashinaga, ham mashinadan tarmoqqa (V2G).
6. Himoya turiga ko‘ra	Izolatsiyalangan	Elektr xavfsizligi uchun alohidalangan.
	Izolatsiyalanmagan	To‘g‘ridan-to‘g‘ri ulanishga asoslangan.

Induktiv zaryadlash usulida elektr yuritgich va elektr ta’minoti bir-biri bilan fizik bog‘lanmagan. Simsiz zaryadlash bu texnikaning yana bir nomi bo‘lib, u to‘liq avtomatlashtirilgan va zarba ehtimolini bartaraf etadi. Katta quvvatni tarqatish va past samaradorlikka ega. Statik induksion, kvazidinamik va dinamik zaryadlash simsiz zaryadlashning keyingi turlari hisoblanadi. Statik zaryadlashning afzalligi shundaki, zaryadlashni tegishli joylarda, masalan, svetoforlar, avtoturargohlar, turar-joy garajlari va hokazolarda amalga oshirish mumkin, asosiy qiyinchilik esa yo‘lda harakatlanish masofasidir. Elektromobillarning harakatlanish masofasi kvazidinamik yordamida oshiriladi, bu esa qisqa to‘xtashlarda (harakat signallari) qo‘llaniladi. Dinamik zaryadlash avtomobillarni ma’lum zaryadlash yo‘llari bo‘ylab harakatlanayotganda uzluksiz zaryadlash imkonini beradi. Umuman olganda, simsiz zaryadlash foydalanish qulayligi, xavfsizligi va ishonchliligi kabi afzalliklarga ega; ammo, unga past quvvat samaradorligi, hajmdorligi, tejamkorligi va diapazoni kabi texnik cheklovlar to‘sqinlik qiladi [3].

Elektromobil (EV) quvvatlagichlarining tizimli tasnifi turli xil iste’molchilar va tarmoq talablarini qondirish uchun mo‘ljallangan murakkab texnologik ekotizimni ko‘rsatadi. Quvvatlagich texnologiyalarining turlariga ko‘ra bir necha tizimlar mavjud bo‘lib ular asosan maishiy, zaryad stansiyasiga ulangan, simsiz zaryadlash usullari aosiy bo‘lib hisoblasak bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Jo‘raboyev A.Z., Daminov O.O., Mirzaabdullayev J.B., Abdullayev I.Y. Elektr yuritmali avtotransport vositalarining energetik qisimlarini tahlil qilish, Development of science Ilmiy jurnal. 2026/2, Volume 5. 221-234 b.

2. Zeb, K., Sadiq, M., Uddin, W., Gulzar, M. M., Alqahtani, M., & Khalid, M. (2025). A systematic review of topologies, control strategies, challenges, recent developments, and future prospects on emerging electric vehicle chargers. *Energy Strategy Reviews*, *61*, 101846. https://doi.org/10.1016/j.esr.2025.101846. 2025.

3. M. Khalid, F. Ahmad, B. Panigrahi, et al., A comprehensive review on advanced charging topologies and methodologies for electric vehicle battery, J. Energy Storage 53 https://doi.org/10.1016/j.est.2022.105084. 2022.