



**ZAMONAVIY ELEKTROMOBILLARDA
ELEKTRODVIGATELLAR TURLARI, QO'LLANILISHI VA
ISTIQBOLLARI**

Abdullayev Abdupatto Salimovich

Andijon davlat texnika instituti

Avtomobilsozlik va transport kafedrası katta o'qituvchi

Axmadjonova Begoyim Sobirjon qizi

Andijon davlat texnika instituti

4-kurs talabasi

Annotatsiya. Maqolada asosiy dvigatel turlari – doimiy magnitli sinxron dvigatellar (PMSM), asinxron dvigatellar (IM), cho'tkasiz doimiy tok dvigatellari (BLDC) va doimiy tok dvigatellari (DC) – ularning tuzilishi, afzalliklari va cheklovlari nuqtai nazaridan ko'rib chiqiladi. Shuningdek, elektrodvigatellarning turli elektromobil modellarida qo'llanilishi va sohada joriy etilayotgan innovatsiyalar tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: elektromobil, elektrodvigatel, doimiy magnitli sinxron dvigatel, asinxron dvigatel, cho'tkasiz dvigatel, doimiy tok dvigateli, samaradorlik, innovatsiyalar, nodir tuproq elementlari, kelajak istiqbollari.

Kirish. Elektromobillar global avtomobilsozlik sohasida ekologik toza va barqaror transport vositasi sifatida muhim o'rin egallamoqda. Ushbu transport vositalarining asosiy komponenti elektrodvigatel bo'lib, uning turi, samaradorligi va qo'llanilishi elektromobilning ishlash ko'rsatkichlari, narxi va bozor raqobatbardoshligiga bevosita ta'sir qiladi. Zamonaviy elektromobillarda turli xil elektrodvigatellar qo'llanilmoqda, ularning har biri o'ziga xos afzallik va cheklovlarga ega.

Maqolaning maqsadi zamonaviy elektromobillarda ishlatiladigan elektrodvigatellar turlarini tahlil qilish, ularning qo'llanilish sohalari va kelajakdagi



rivojlanish istiqbollarini ko'rib chiqishdir. Maqola quyidagi bo'limlardan iborat: adabiyotlar tahlili, elektrodvigatellar turlari, qo'llanilish sohalari, kelajak istiqbollari va xulosa.

Adabiyotlar tahlili. Elektromobillarda qo'llaniladigan elektrodvigatellar bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqotlar va nashrlar mavjud. Quyida ushbu sohada o'tkazilgan asosiy tadqiqotlar va ularning xulosalari qisqacha ko'rib chiqiladi.

1. *Ehsani va boshqalar (2018)* "Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles" kitobida elektrodvigatellar turlarini tahlil qilib, doimiy magnitli sinxron dvigatellarning (PMSM) yuqori samaradorligi (95% gacha) va kichik o'lchamlari tufayli zamonaviy elektromobillarda yetakchi ekanligini ta'kidlagan. Ular nodir tuproq elementlarining narxi va ekologik muammolarini muhim cheklov sifatida qayd etgan.

2. *Boldea va boshqalar (2014)* "Electric Machines and Drives for Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles" maqolasida Doimiy magnitli elektrodvigatellar, xususan, sinxron reluktans dvigatellar (SynRM) va ferrit magnitli dvigatellar kelajakda elektromobilsozlikda keng qo'llanilishi mumkinligini ta'kidlagan.

3. *ResearchGate'dagi tadqiqotlar (2020)* elektr mashinalarining sinov usullari va qo'llanilish sohalari bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar taqdim etib, asinxron dvigatellarning (IM) arzonligi va mustahkamligini, lekin samaradorlik jihatidan PMSMdan orqada qolishini ko'rsatgan.

4. *Texnoanalitik (2020)* veb-saytida elektrodvigatellar turlari haqida umumiy ma'lumot berilib, doimiy tok dvigatellarining (DC) eskirganligi va zamonaviy elektromobillarda deyarli qo'llanilmasligi qayd etilgan.

Adabiyotlar tahlilidan xulosa qilish mumkinki, zamonaviy elektromobillarda PMSM, BLDC va IM dvigatellari yetakchi o'rinni egallaydi, DC dvigatellari esa o'z ahamiyatini yo'qotmoqda. So'nggi tadqiqotlar Doimiy magnitli elektrodvigatellar va sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlariga e'tibor qaratmoqda.

Elektrodvigatellar turlari

Zamonaviy elektromobillarda qo'llaniladigan elektrodvigatellar quyidagi asosiy turlarga bo'linadi:



1. *Doimiy magnitli sinxron dvigatellar (PMSM)*. PMSM dvigatellari rotorda doimiy magnitlar (odatda neodimiy asosidagi) va statorda aylanma magnit maydon hosil qiluvchi o'ramlardan iborat. Ular yuqori samaradorlik (90-95%) va quvvat zichligi bilan ajralib turadi.

Afzalliklari:

- Yuqori samaradorlik va kichik o'lchamlar.
- Yuqori moment zichligi.
- Past issiqlik chiqishi.

Kamchiliklari:

- Nodir tuproq elementlarining yuqori narxi.
- Yuqori haroratlarda magnit xususiyatlarini yo'qotish xavfi.

2. *Asinxron dvigatellar (IM)*. Asinxron dvigatellar, "sincap qafasi" rotorli dvigatellar sifatida tanilgan, oddiy tuzilishi va mustahkamligi bilan mashhur. Ular uch fazali o'zgaruvchan tok manbai bilan ishlaydi.

Afzalliklari:

- Arzon ishlab chiqarish narxi.
- Yuqori chidamlilik va minimal texnik xizmat.
- Nodir tuproq elementlariga ehtiyoj yo'q.

Kamchiliklari:

- Samaradorlik (85-90%) PMSMdan pastroq.
- Katta o'lcham va og'irlik.

3. *Cho'tkasiz doimiy tok dvigatellari (BLDC)*. BLDC dvigatellari doimiy magnitli rotor va elektron boshqaruv tizimiga ega bo'lib, cho'tkali dvigatellarga nisbatan uzoqroq umr ko'radi. Ular kichik va o'rta quvvatli elektromobillarda qo'llaniladi.

Afzalliklari:

- Yuqori samaradorlik (90% gacha).
- Past shovqin va uzoq umr.
- Cho'tkalar yo'qligi tufayli eskirish minimal.

Kamchiliklari:



- Murakkab boshqaruv tizimlari tufayli yuqori narx.
- Nodir tuproq elementlariga bog‘liqlik.

4. *Doimiy tok dvigatellari (DC)*. DC dvigatellari cho‘tkali tuzilishga ega bo‘lib, elektromobillarning dastlabki modellarida keng ishlatilgan. Hozirda ular zamonaviyroq turlarga o‘rin bosmoqda.

Afzalliklari:

- Oddiy boshqaruv va arzon narx.
- Yuqori boshlang‘ich moment.

Kamchiliklari:

- Past samaradorlik (80% gacha).
- Cho‘tkalarning eskirishi va shovqin.
- Zamonaviy elektromobillarda deyarli qo‘llanilmaydi.

Qo‘llanilish sohalari. Elektrodvигatellar turlari elektromobillarning turiga, maqsadiga va bozor segmentiga qarab qo‘llaniladi. Quyida asosiy qo‘llanilish sohalari tahlil qilinadi:

1. *Premium elektromobillar:*

Dvigatel turi: PMSM.

Misollar: Tesla Model S, Porsche Taycan, BMW i4.

Sabab: Yuqori samaradorlik va quvvat zichligi premium modellar uchun muhim. PMSM dvigatellari katta masofa va tezkor tezlashuvni ta’minlaydi.

2. *Iqtisodiy elektromobillar:*

Dvigatel turi: IM, SynRM (yoki gibridd tuzilmalar).

Misollar: Tesla Model 3 (ba’zi versiyalar), Nissan Leaf.

Sabab: Arzon narx va oddiy tuzilish iqtisodiy modellar uchun muhim. Asinxron dvigatellar ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi.

3. *Kichik va yengil elektromobillar:*

Dvigatel turi: BLDC.

Misollar: Elektr skuterlar, kichik shahar avtomobillari (masalan, Smart EQ Fortwo).



Sabab: BLDC dvigatellari kichik o'lchamlari, past shovqin va uzoq umr ko'rish xususiyatlari tufayli kichik transport vositalari uchun ideal.

4. *Og'ir yuk elektromobillari:*

Dvigatel turi: IM yoki PMSM.

Misollar: Tesla Semi, elektr avtobuslar.

Sabab: Og'ir yuk transportida yuqori moment va chidamlilik muhim. IM dvigatellari mustahkamligi, PMSM esa samaradorligi bilan afzal.

5. *Eski va maxsus ilovalar:*

Dvigatel turi: DC.

Misollar: Eski elektromobil modellar, maxsus sanoat transporti.

Sabab: DC dvigatellari oddiy boshqaruvi tufayli dastlabki modellar uchun ishlatilgan, ammo hozirda eskirgan.

Kelajak istiqbollari. Elektromobilsozlik sohasida elektrodvigatellarning rivojlanishi tezlashmoqda. Quyida asosiy istiqbollar va innovatsiyalar ko'rib chiqiladi:

1. *Doimiy magnitli elektrodvigatellar:*

Tavsif: Ferrit magnitli PMSM va sinxron reluktans dvigatellar (SynRM) nodir tuproq elementlariga bog'liqlikni yo'qotadi. Tesla Model 3'ning ba'zi versiyalarida SynRM va PMSMning gibrid shakli qo'llanilmoqda.

Afzalliklari: Arzon narx, ekologik barqarorlik, ta'minot zanjiri mustaqilligi.

Istiqbol: Kelajakda bu dvigatellar iqtisodiy modellar va ommaviy bozorlar uchun asosiy tanlovga aylanishi kutilmoqda.

2. *Sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlari:*

Tavsif: AI yordamida dvigatel parametrlari real vaqt rejimida optimallashtiriladi, bu samaradorlikni 5-10% oshirishi mumkin.

Afzalliklari: Energiya sarfini kamaytirish, masofani oshirish.

Istiqbol: AI tizimlari barcha dvigatel turlarida standart bo'lib qoladi.

3. *Integratsiyalashgan haydovchi tizimlar:*

Tavsif: Dvigatel, inverter va uzatmalar qutisini birlashtirgan yaxlit tizimlar o'lcham va narxni kamaytiradi.



Afzalliklari: Engilroq va samaraliroq dizayn.

Istiqbol: Premium va iqtisodiy modellar uchun keng qo'llaniladi.

4. Yuqori haroratga chidamli materiallar:

Tavsif: Yangi magnit va o'ram materiallari dvigatellarning ishlash muddatini uzaytiradi va samaradorlikni oshiradi.

Afzalliklari: Chidamlilik va issiqlik chiqishini kamaytirish.

Istiqbol: Og'ir sharoitlarda ishlaydigan transport vositalari uchun muhim.

5. Qonunchilik va bozor talablari:

Ko'plab mamlakatlar nodir tuproq elementlarini qazib olishni cheklovchi qonunlar joriy qilmoqda, bu Doimiy magnitli elektrodvигatellarga talabni oshiradi.

Elektromobillarga bo'lgan global talabning oshishi arzon va samarali dvigatellarga ehtiyojni kuchaytiradi.

Xulosa. Zamonaviy elektromobillarda qo'llaniladigan elektrodvигatellar turlari – PMSM, IM, BLDC va DC – o'ziga xos afzallik va cheklovlarga ega. PMSM va BLDC dvigatellari yuqori samaradorlik va quvvat zichligi tufayli premium va kichik modellar uchun ideal, IM dvigatellari esa arzonligi va mustahkamligi tufayli iqtisodiy modellar uchun afzal. DC dvigatellari eskirgan texnologiya sifatida o'z ahamiyatini yo'qotmoqda.

Elektrodvигatellarning qo'llanilishi elektromobilning maqsadi va bozor segmentiga qarab farqlanadi. Kelajakda Doimiy magnitli elektrodvигatellar, sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlari va integratsiyalashgan tizimlar elektromobilsozlikni yanada samarali, arzon va ekologik toza qiladi. Ushbu innovatsiyalar elektromobillarni ommaviy bozorga kirishini tezlashtiradi va barqaror transportning rivojlanishiga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Ehsani, M., Gao, Y., & Emadi, A. (2018). *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles*. CRC Press.
2. Zeraoulia, M., Benbouzid, M. E. H., & Diallo, D. (2006). Electric Motor Drive Selection Issues for HEV Propulsion Systems. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 55(6), 1756-1764.



3. Boldea, I., Tutelea, L., & Nasar, S. A. (2014). Electric Machines and Drives for Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 61(12), 6911-6921.
4. ELEKTR MASHINALARI fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun USLUBIY KO'RSATMALAR. (2020). *ResearchGate*.
[<https://www.researchgate.net/publication/339664678>]
5. Elektr dvigatellarining turlari Ular nima? (2020). *Texnoanalitik*.
[<https://eltecnoanalista.com>]