

**ELEKTROMOBILLARDA ELEKTRODVIGATELLAR TURLARI –
SAMARADORLIK, NARX VA EKOLOGIK TA’SIR**

Biloldinov Xusanboy Zafar o’g’li

Andijon davlat texnika instituti

Avtomobilsozlik va transport kafedrası assistenti

Axmadjonova Begoyim Sobirjon qizi

Andijon davlat texnika instituti

4-kurs talabasi

Annotatsiya. *Ushbu maqola elektromobillarda qo’llaniladigan elektrodvigatellar turlarini, ularning samaradorligi, narxi va ekologik ta’sirini chuqur tahlil qilishga bag’ishlangan. Maqolada doimiy magnitli sinxron dvigatellar (PMSM), asinxron dvigatellar (IM), cho’tkasiz doimiy tok dvigatellari (BLDC) va doimiy tok dvigatellari (DC) kabi asosiy dvigatel turlari ko’rib chiqiladi. Har bir tur bo’yicha samaradorlik ko’rsatkichlari, xarajat tahlili va atrof-muhitga ta’siri solishtiriladi. Adabiyotlar tahlili orqali sohada o’tkazilgan tadqiqotlar va so’nggi innovatsiyalar yoritiladi.*

Kalit so’zlar: *elektromobil, elektrodvigatel, samaradorlik, narx, ekologik ta’sir, doimiy magnitli sinxron dvigatel, asinxron dvigatel, cho’tkasiz dvigatel, doimiy tok dvigateli, nodir tuproq elementlari.*

Kirish. Elektromobillar global avtomobilsozlik sohasida ekologik toza va barqaror transport vositasi sifatida muhim o’rin egallamoqda. Ushbu transport vositalarining yuragi elektrodvigatel bo’lib, uning samaradorligi, narxi va atrof-muhitga ta’siri elektromobilning bozor raqobatbardoshligiga bevosita ta’sir ko’rsatadi. Elektrodvigatellar turlari o’ziga xos texnik xususiyatlar, ishlab chiqarish xarajatlari va ekologik oqibatlariga ega bo’lib, ularni tanlash avtomobilning maqsadi, byudjeti va ekologik talablarga bog’liq.



Maqolaning maqsadi elektromobillarda qo'llaniladigan elektrodvigatellar turlarini samaradorlik, narx va ekologik ta'sir nuqtai nazaridan tahlil qilish, ularning afzallik va kamchiliklarini solishtirish hamda sohadagi so'nggi texnologik yutuqlarni muhokama qilishdir. Maqola quyidagi bo'limlardan iborat: adabiyotlar tahlili, elektrodvigatellar turlari, samaradorlik tahlili, narx tahlili, ekologik ta'sir, so'nggi innovatsiyalar va xulosa.

Adabiyotlar tahlili. Elektromobillarda qo'llaniladigan elektrodvigatellar bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar samaradorlik, narx va ekologik ta'sir masalalariga alohida e'tibor qaratgan. Quyida asosiy adabiyotlar va ularning xulosalari ko'rib chiqiladi.

1. *Zeraoulia va boshqalar (2006)* "Electric Motor Drive Selection Issues for HEV Propulsion Systems" maqolasida dvigatel tanlashda samaradorlik, narx va atrof-muhit omillarini muhokama qilgan. Ular cho'tkasiz doimiy tok dvigatellarining (BLDC) past shovqin va uzoq umr ko'rishini, ammo murakkab boshqaruv tizimlari tufayli qimmat ekanligini ta'kidlagan.

2. *Boldea va boshqalar (2014)* "Electric Machines and Drives for Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles" maqolasida nodir tuproq elementlarining ekologik ta'sirini kamaytirish uchun ferrit magnitli dvigatellar va sinxron reluktans dvigatellar (SynRM) kabi muqobil yechimlarni muhokama qilgan.

3. *ResearchGate'dagi tadqiqotlar (2020)* elektr mashinalarining sinov usullari va samaradorlik ko'rsatkichlarini tahlil qilib, asinxron dvigatellarning (IM) arzonligi va chidamliligini, lekin samaradorlik jihatidan PMSMdan orqada qolishini ko'rsatgan.

4. *Texnoanalitik (2020)* veb-saytida elektrodvigatellar turlari haqida umumiy ma'lumot berilib, asinxron dvigatellarning oddiy tuzilishi va doimiy tok dvigatellarining eskirganligi qayd etilgan.

Adabiyotlar tahlilidan xulosa qilish mumkinki, elektromobillarda qo'llaniladigan dvigatellar samaradorlik, narx va ekologik ta'sir bo'yicha turlicha xususiyatlarga ega. So'nggi tadqiqotlar Doimiy magnitli elektrodvigatellar va yuqori samarali boshqaruv tizimlariga e'tibor qaratmoqda.



Samaradorlik tahlili. Samaradorlik elektromobilning energiya sarfi va masofasiga bevosita ta'sir qiladi. Quyida dvigatel turlari bo'yicha samaradorlik ko'rsatkichlari tahlil qilinadi:

1. *Doimiy magnitli sinxron dvigatellar (PMSM):* 90-95% samaradorlikka ega. Yuqori samaradorlik akkumulyator energiyasini tejash va masofani oshirish imkonini beradi. Masalan, Tesla Model S kabi premium elektromobillar PMSMdan foydalanadi.

2. *Cho'tkasiz doimiy tok dvigatellari (BLDC):* 90% gacha samaradorlikka ega. PMSMga yaqin ko'rsatkichlarga ega bo'lsa-da, kichikroq quvvatli ilovalarda ko'proq qo'llaniladi.

3. *Asinxron dvigatellar (IM):* 85-90% samaradorlikka ega. Pastroq samaradorlik tufayli energiya sarfi yuqori bo'lishi mumkin, lekin oddiy tuzilishi tufayli ishlab chiqarish oson.

4. *Doimiy tok dvigatellari (DC):* 80% gacha samaradorlik. Past samaradorlik tufayli zamonaviy elektromobillarda deyarli ishlatilmaydi.

Ta'sir: Yuqori samaradorlik elektromobilning operatsion xarajatlarini kamaytiradi va CO2 emissiyasini pasaytiradi, chunki kamroq energiya talab qilinadi.

Narx tahlili. Narx elektromobilning bozor raqobatbardoshligiga ta'sir qiluvchi muhim omil hisoblanadi.

1. *Doimiy magnitli sinxron dvigatellar (PMSM):*
 - *Xarajatlar:* Nodir tuproq elementlari (neodimiy, disproziy) va murakkab boshqaruv tizimlari tufayli yuqori. Neodimiy narxi global bozor o'zgarishlariga bog'liq.
 - *Ilova:* Premium va yuqori samarali elektromobillarda (masalan, Tesla, BMW i4).
2. *Cho'tkasiz doimiy tok dvigatellari (BLDC):*
 - *Xarajatlar:* PMSMga o'xshash, lekin kichikroq o'lchamlari tufayli ba'zi hollarda arzonroq. Elektron boshqaruv tizimlari narxni oshiradi.
 - *Ilova:* Kichik va o'rta quvvatli elektromobillar (masalan, elektr skuterlar, Nissan Leaf).



3. *Asinxron dvigatellar (IM):*

- *Xarajatlar:* Eng arzon variant, chunki nodir tuproq elementlari talab qilinmaydi va tuzilishi oddiy.
- *Ilova:* Iqtisodiy elektromobillar (masalan, Tesla Model 3'ning ba'zi versiyalari).

4. *Doimiy tok dvigatellari (DC):*

- *Xarajatlar:* Dastlabki xarajatlar past, lekin cho'tkalarning eskirishi tufayli texnik xizmat xarajatlari yuqori.
- *Ilova:* Eski elektromobil modellarida.

Ta'sir: Arzon dvigatellar elektromobillarni ommaviy bozorga kirishini osonlashtiradi, lekin past samaradorlik uzoq muddatda operatsion xarajatlarni oshirishi mumkin.

Ekologik ta'sir. Elektrodvigatellarning ekologik ta'siri ishlab chiqarish jarayoni, materiallar va ish paytidagi energiya sarfiga bog'liq.

1. *PMSM va BLDC:*

- *Salbiy ta'sir:* Nodir tuproq elementlarini qazib olish suv va tuproq ifloslanishiga olib keladi. Masalan, neodimiy qazib olishda katta miqdorda kimyoviy chiqindilar hosil bo'ladi.
- *Ijobiy ta'sir:* Yuqori samaradorlik tufayli ish paytida energiya sarfi kamayadi, bu esa CO2 emissiyasini pasaytiradi.

2. *IM:*

- *Ijobiy ta'sir:* Nodir tuproq elementlarisiz ishlab chiqariladi, shuning uchun ekologik zarar minimal. Ishlab chiqarish jarayoni kamroq energiya talab qiladi.
- *Salbiy ta'sir:* Pastroq samaradorlik tufayli energiya sarfi yuqori, bu bilvosita emissiyalarni oshirishi mumkin.

3. *DC:*

- *Salbiy ta'sir:* Past samaradorlik tufayli energiya sarfi yuqori. Cho'tkalarning eskirishi qayta ishlashni qiyinlashtiradi.
- *Ijobiy ta'sir:* Oddiy materiallar ishlatiladi, lekin umumiy ekologik foyda past.



4. *Doimiy magnitli elektrodvigatellar:*

o Ferrit magnitli dvigatellar va sinxron reluktans dvigatellar (SynRM) nodir tuproq elementlariga bog‘liqlikni yo‘qotadi, bu esa ishlab chiqarishning ekologik zararini kamaytiradi.

Ta’sir: Ekologik toza dvigatellar elektromobillarni barqaror transport vositasiga aylantirishda muhim rol o‘ynaydi.

So‘nggi texnologik yutuqlar. Elektromobilsozlik sohasida samaradorlikni oshirish, narxni pasaytirish va ekologik ta’sirni kamaytirishga qaratilgan innovatsiyalar jadal rivojlanmoqda:

1. *Doimiy magnitli elektrodvigatellar:* Ferrit magnitli PMSM va SynRM dvigatellar narxni pasaytiradi va ekologik zarar ko‘lamini kamaytiradi. Masalan, Tesla Model 3‘da qisman SynRM texnologiyasi qo‘llanilgan.

2. *Sun‘iy intellekt asosidagi boshqaruv:* AI yordamida dvigatel parametrlari real vaqt rejimida optimallashtiriladi, bu samaradorlikni 5-10% oshirishi mumkin.

3. *Integratsiyalashgan tizimlar:* Dvigatel, inverter va uzatmalar qutisini birlashtirgan yaxlit tizimlar o‘lcham va narxni kamaytiradi.

4. *Yuqori haroratga chidamli materiallar:* Yangi magnit va o‘ram materiallari dvigatellarning ishlash muddatini uzaytiradi.

Xulosa. Elektromobillarda qo‘llaniladigan elektrodvigatellar turlari samaradorlik, narx va ekologik ta’sir nuqtai nazaridan turlicha xususiyatlarga ega. PMSM va BLDC dvigatellari yuqori samaradorlik va quvvat zichligi bilan ajralib tursa-da, nodir tuproq elementlariga bog‘liqligi ularning narxi va ekologik zararini oshiradi. Asinxron dvigatellar arzon va ekologik jihatdan barqarorroq, lekin samaradorlik jihatidan orqada qoladi. DC dvigatellari esa eskirgan texnologiya sifatida zamonaviy elektromobillarda deyarli qo‘llanilmaydi.

So‘nggi texnologik yutuqlar, xususan, Doimiy magnitli elektrodvigatellar va sun‘iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlari elektromobilsozlikni yanada samarali, arzon va ekologik toza qilmoqda. Kelajakda ushbu yo‘nalishdagi tadqiqotlar elektromobillarni ommaviy bozorga yanada kirib borishiga 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>]