

**ELEKTROMOBILLARDA QO'LLANILADIGAN
ELEKTRODVIGATELLAR TURLARI**

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 o'rganish va tahlil qilishga bag'ishlangan. Maqolada asosiy elektrodvigatel turlari, ularning tuzilishi, ishlash printsipi, afzalliklari va kamchiliklari keltiriladi. Shuningdek, elektromobillar sohasidagi so'nggi texnologik yutuqlar va ushbu dvigatellarning rivojlanish istiqbollari tahlil qilinadi. Adabiyotlar tahlili orqali sohada o'tkazilgan tadqiqotlar va ularning natijalari ko'rib chiqiladi. Maqola avtomobilsozlik sohasida ishlaydigan muhandislar, talabalar va mutaxassislar uchun foydali ma'lumot manbai bo'lib xizmat qiladi.*

Kalit so'zlar: *elektromobil, elektrodvigatel, doimiy magnitli sinxron dvigatel, asinxron dvigatel, doimiy tok dvigateli, cho'tkasiz dvigatel, samaradorlik, texnologik innovatsiyalar.*

Kirish. *So'nggi yillarda ekologik muammolar va neft resurslarining kamayishi tufayli elektromobillar avtomobilsozlik sohasida muhim o'rin egallamoqda. Elektromobillarning asosiy komponentlaridan biri elektrodvigatel bo'lib, u avtomobilning harakatlanishini ta'minlaydi. Elektrodvigatellar turlari va ularning xususiyatlari elektromobilning samaradorligi, narxi va ishlash muddatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Ushbu maqola elektromobillarda qo'llaniladigan elektrodvigatellar turlarini o'rganish, ularning afzalliklari va kamchiliklarini tahlil qilish hamda sohadagi so'nggi tendensiyalarni ko'rib chiqishga qaratilgan.*



Maqolaning maqsadi elektromobillarda ishlatiladigan elektrodvigatellar haqida keng qamrovli ma'lumot berish, ularning texnik xususiyatlarini solishtirish va kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlarini aniqlashdir. Maqola besh asosiy bo'limga bo'lingan: adabiyotlar tahlili, elektrodvigatellar turlari, ularning tahlili, so'nggi texnologik yutuqlar va xulosa.

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

1. *Ehsani va boshqalar (2018)* o'zlarining "Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles" kitobida elektromobillarda qo'llaniladigan dvigatellar turlarini keng ko'lamda tahlil qilgan. Ular doimiy magnitli sinxron dvigatellar (PMSM) va asinxron dvigatellar (IM) o'rtasidagi farqlarni ta'kidlab, PMSMning yuqori samaradorligi va kichik o'lchamlari tufayli elektromobillarda afzal ekanligini qayd etgan.

2. *Zeraoulia va boshqalar (2006)* "Electric Motor Drive Selection Issues for HEV Propulsion Systems" maqolasida elektrodvigatellarni tanlashda samaradorlik, narx va ishlab chiqarish qulayligi kabi omillarni muhokama qilgan. Ular cho'tkasiz doimiy tok dvigatellarining (BLDC) past shovqin darajasi va uzoq umr ko'rishini alohida ta'kidlagan.

3. *ResearchGate'dagi tadqiqotlar (2020)* elektr mashinalari bo'yicha laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy ko'rsatmalarni taqdim etib, elektrodvigatellarning tuzilishi va sinov usullarini tahlil qilgan. Bu ishlar elektromobillarda ishlatiladigan dvigatellarni sinashda qo'llaniladigan metodologiyalarni tushunishda muhim hissa qo'shgan.

4. *Texnoanalitik (2020)* veb-saytida elektrodvigatellar turlari haqida umumiy ma'lumot berilgan bo'lib, asinxron dvigatellarning oddiy tuzilishi va arzonligi, lekin samaradorlik nuqtai nazaridan PMSMdan orqada qolishi ta'kidlangan.

Adabiyotlar tahlilidan xulosa qilish mumkinki, elektromobillarda eng ko'p qo'llaniladigan dvigatellar: doimiy magnitli sinxron dvigatellar (PMSM), asinxron



dvigatellar (IM), choʻtkasiz doimiy tok dvigatellari (BLDC) va kamroq hollarda doimiy tok dvigatellari (DC). Har bir dvigatel turi oʻziga xos afzallik va kamchiliklarga ega boʻlib, ularni tanlash avtomobilning maqsadi, narxi va ishlash shartlariga bogʻliq.

Elektrodvigatellar turlari

Elektromobillarda qoʻllaniladigan elektrodvigatellar bir nechta asosiy turlarga boʻlinadi. Quyida har bir tur haqida batafsil maʼlumot beriladi.

Doimiy magnitli sinxron dvigatellar (PMSM)

PMSM elektromobillarda eng keng tarqalgan dvigatel turidir. U rotorda doimiy magnitlardan foydalanadi va stator oʻramlari orqali hosil qilingan aylanma magnit maydon yordamida ishlaydi. Ushbu dvigatellar yuqori samaradorlik (95% gacha), kichik oʻlcham va ogʻirlik, shuningdek, yuqori moment zichligi bilan ajralib turadi.

Afzalliklari:

- Yuqori samaradorlik va quvvat zichligi.
- Kichik oʻlcham va engil vazn.
- Past issiqlik chiqishi.

Kamchiliklari:

- Doimiy magnitlarning yuqori narxi (ayniqsa, nodir tuproq elementlari).
- Yuqori haroratlarda magnit xususiyatlarini yoʻqotish xavfi.

Asinxron dvigatellar (IM)

Asinxron dvigatellar, shuningdek, “sincap qafasi” rotorli dvigatellar sifatida ham tanilgan, oddiy tuzilishi va arzon narxi tufayli keng qoʻllaniladi. Ular uch fazali oʻzgaruvchan tok manbai yordamida ishlaydi.

Afzalliklari:

- Oddiy va mustahkam tuzilish.
- Arzon ishlab chiqarish narxi.
- Yuqori chidamlilik va minimal texnik xizmat talab qilish.

Kamchiliklari:

- PMSMga nisbatan pastroq samaradorlik (85-90%).



- Katta o'lcham va og'irlik.

Cho'tkasiz doimiy tok dvigatellari (BLDC)

BLDC dvigatellari doimiy magnitli rotor va elektron boshqaruv tizimiga ega bo'lib, ularni cho'tkali doimiy tok dvigatellaridan farqli qiladi. Ular elektromobillarda, ayniqsa, kichik va o'rta quvvatli transport vositalarida qo'llaniladi.

Afzalliklari:

- Yuqori samaradorlik (90% gacha).
- Uzoq umr ko'rish va past shovqin.
- Cho'tkalar yo'qligi tufayli minimal eskirish.

Kamchiliklari:

- Murakkab elektron boshqaruv tizimi.
- Yuqori ishlab chiqarish narxi.

Doimiy tok dvigatellari (DC)

Doimiy tok dvigatellari elektromobillarning dastlabki modellarida keng qo'llanilgan, ammo hozirda ularning o'rni zamonaviy turlarga bosqichma-bosqich o'zgarmoqda. Ular cho'tkali tuzilishga ega bo'lib, oddiy boshqaruv tizimi bilan ajralib turadi.

Afzalliklari:

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

Kamchiliklari:

- Cho'tkalarning eskirishi va shovqin.
- Past samaradorlik (80% gacha).
- Portlovchi muhitlarda uchqun xavfi.

Elektrodvигatellarning tahlili. Elektrodvигatellarni solishtirishda bir nechta asosiy parametrlar hisobga olinadi: samaradorlik, quvvat zichligi, narx, chidamlilik va boshqaruv murakkabligi. Quyida ushbu parametrlar bo'yicha tahlil keltiriladi.

Samaradorlik: PMSM va BLDC dvigatellari 90-95% samaradorlikka ega bo'lib, asinxron dvigatellar (85-90%) va DC dvigatellaridan (80%) ustun turadi. Yuqori samaradorlik elektromobilning masofasini oshirishda muhim ahamiyatga ega.



Quvvat zichligi: PMSM va BLDC kichik o'lchamlari tufayli yuqori quvvat zichligiga ega. Bu ularni zamonaviy elektromobillar uchun ideal tanlov qiladi.

Narx: Asinxron dvigatellar eng arzon variant bo'lib, PMSM va BLDC dvigatellari qimmatroq, chunki ular nodir tuproq elementlari va murakkab elektron boshqaruv tizimlarini talab qiladi.

Chidamlilik: Asinxron dvigatellar oddiy tuzilishi tufayli eng chidamli hisoblanadi. BLDC dvigatellari cho'tkasiz tuzilishi tufayli uzoq umr ko'radi, lekin PMSM dvigatellari magnitlarning harorat ta'sirida eskirishi mumkin.

Boshqaruv murakkabligi: DC dvigatellari eng oddiy boshqaruv tizimiga ega, ammo PMSM va BLDC dvigatellari murakkab elektron boshqaruv tizimlarini talab qiladi.

Yuqoridagi tahlildan xulosa qilish mumkinki, PMSM va BLDC dvigatellari zamonaviy elektromobillar uchun eng maqbul tanlovdir, lekin asinxron dvigatellar arzon narxi tufayli hali ham keng qo'llanilmoqda.

So'nggi texnologik yutuqlar. Elektromobilsozlik sohasida elektrodvigatellarning rivojlanishi tezlashmoqda. Quyida so'nggi innovatsiyalar keltiriladi:

1. *Doimiy magnitli elektrodvigatellar:* Doimiy magnitlarning yuqori narxi va ekologik muammolar tufayli tadqiqotchilar nodir tuproq elementlarisiz PMSM va BLDC dvigatellarni ishlab chiqmoqda. Masalan, Tesla o'zining so'nggi modellarida bunday dvigatellardan foydalanmoqda.

2. *Yuqori samarali boshqaruv tizimlari:* Sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish asosidagi boshqaruv tizimlari dvigatellarning samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynamoqda. Bu tizimlar real vaqt rejimida dvigatel parametrlarini optimallashtiradi.

3. *Integratsiyalashgan haydovchi tizimlar:* Dvigatel, invertor va uzatmalar qutisini birlashtirgan yaxlit tizimlar kichikroq va samaraliroq bo'lib, elektromobilning umumiy og'irligini kamaytiradi.

4. *Yuqori haroratga chidamli materiallar:* Magnitlar va o'ramlar uchun yangi materiallar dvigatellarning yuqori haroratlarda ishlash muddatini oshiradi.



Ushbu yutuqlar elektromobillarning narxini pasaytirish, masofasini oshirish va ekologik barqarorligini ta'minlashga xizmat qilmoqda.

Xulosa. Elektromobillarda qo'llaniladigan elektrodvigatellar turlari o'ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega bo'lib, ularning tanlovi avtomobilning maqsadi va byudjetiga bog'liq. Doimiy magnitli sinxron dvigatellar va cho'tkasiz doimiy tok dvigatellari yuqori samaradorlik va kichik o'lchamlari tufayli zamonaviy elektromobillarda yetakchi o'rinni egallamoqda. Asinxron dvigatellar arzon narxi tufayli hali ham muhim ahamiyatga ega, ammo doimiy tok dvigatellari eskirgan texnologiya sifatida foydalanish sohasini yo'qotmoqda.

So'nggi texnologik yutuqlar, xususan, nodir tuproq elementlarisiz dvigatellar va sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlari elektromobilsozlikning kelajagini yanada yorqinroq qilmoqda. Kelajakda elektrodvigatellarning samaradorligi va arzonligini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar sohani yanada rivojlantiradi.

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. ELEKTR MASHINALARI fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun USLUBIY KO'RSATMALAR. (2020). *ResearchGate*.
[<https://www.researchgate.net/publication/339664678>]
4. Elektr dvigatellarining turlari Ular nima? (2020). *Texnoanalitik*.
[<https://eltecnoanalista.com>]
5. Mirziyoyev, Sh. M. (2022). *Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi*. Toshkent: O'zbekiston.