

ELEKTROMOBILLAR SOVUTISH TIZIMIGA TEXNIK XIZMAT KO'RSATISHNING NAZARIY ASOSLARI VA AMALIY YECHIMLARI

Sultanov Azizbek Ismoiljon o'g'li

Jizzax politexnika instituti, assistant

Azzamov Xurshid Baxriyor o'g'li

Jizzax politexnika instituti, magistranti

Annotatsiya

Ushbu maqolada elektromobillarning sovutish tizimi, uning funksional talablari, konstruktiv xususiyatlari va texnik xizmat ko'rsatish jarayonlari ilmiy-nazariy asosda tahlil qilingan. Dvigatel, inverter, akkumulyator batareyasi hamda quvvat elektronikasining optimal haroratini saqlash energiya samaradorligi, xavfsizlik va xizmat muddati uchun muhim omil ekani asoslab berilgan. Amaliy qismda esa diagnostika usullari, issiqlik almashinuvi jarayonlari va texnik xizmat ko'rsatish bo'yicha tavsiyalar keltirilgan.

Kalit so'zlar: elektromobil, dvigatel, inverter, akkumulyator batareyasi, diagnostika, kuchlanish.

Kirish

Elektromobillar (EV)ning energiya samaradorligi va uzoq muddatli ishlashi ko'p jihatdan sovutish tizimining to'g'ri ishlashiga bog'liq. Elektrodvigatel, inverter moduli, yuqori kuchlanishli batareya (HV battery) va DC/DC konvertor kabi komponentlar ekspluatatsiya jarayonida katta issiqlik ajratadi. Ushbu issiqlikni vaqtida chiqarib yuborilmasa, komponentlarning quvvati kamayishi, termal degradatsiya, izolyatsiya shikastlanishi va xavfsizlik darajasining pasayishiga olib keladi. Shu sababli sovutish tizimiga muntazam texnik xizmat ko'rsatish — EV ishonchliligining asosiy omillaridan biridir.

Issiqlik almashinuvi talablari: EV sovutish tizimi quyidagilarga javob berishi kerak:

- komponent haroratini optimal diapazonda ushlab turish (batareyalar uchun odatda 20–40 °C),
- yuqori haroratli yuklama paytida issiqlikni tez chiqarish,
- tashqi muhit sharoitlariga moslashuvchanlik,
- energiya sarfini minimal darajada ushlab turish.

Elektromobillarda qoʻllaniladigan sovutish tizimlari

Suvli (suyuqlik asosidagi) sovutish: Hozirgi EVlarning 80% dan ortigʻi **glyokol asosidagi suyuqlik sovutish**dan foydalanadi. Uning afzalliklari:

- yuqori issiqlik sigʻimi,
- barqaror harorat boshqaruvi,
- joylashuv erkinligi,
- komponentlarga yaqinlashtirilgan sovutish kanallarini joylashtirish imkon.

Havo bilan sovutish-Minimal quvvatli elektromobillar va gibridlarda uchraydi, ammo yuqori issiqlik sigʻimi past boʻlgani sababli hozir kam qoʻllanadi.

Integrallashgan sovutish modullari: Zamonaviy EVlarda (Tesla, BYD, Hyundai Ioniq) sovutish tizimi quyidagi komponentlarni yagona modulga birlashtiradi:

- batareya sovutish plitalari,
- motor/invertor radyatori,
- issiqlik nasosi (heat pump),
- aylanma nasoslar,
- termal valflar va termostatlari,
- chiller (sovutgich–konditsioner integratori).

Sovutish tizimining tarkibi va ishlash prinsipi

Sovutish tizimi quyidagi asosiy elementlardan iborat:

- Radyator** — issiqlikni tashqi muhitga chiqarish.
- Elektr nasos** — sovutuvchi suyuqlikni aylantiradi.
- Kengaytirish baki** — tizim bosimini barqarorlashtiradi.

- **Termal valflar / termostat** — oqim yoʻnalishini boshqaradi.
- **Chiller** — AC sovutgichidan foydalanib batareyani sovutish.
- **Harorat sensorlari (NTC/PTC)** — real vaqt rejimida monitoring.

Ishlash prinsipi: komponentdan chiqqan issiqlik → sovutuvchi suyuqlikka oʻtadi → nasos orqali radyator/chillerga keladi → sovutiladi → qayta tizimga uzatiladi.

Diagnostika usullari: OBD-II / OEM skanerlari

- Harorat sensorlari koʻrsatkichlari,
- nasos PWM signallari,
- sovutish modulining xatolik kodlari (DTC),
- inverter va batareyaning termal xaritasi.

Termal kamera yordamida:

- issiqlik tarqalish notekisligi,
- lokal qizish nuqtalari,
- plita va sovutish kanallaridagi issiqlik oqimining uzilishi aniqlanadi.

Tizimda mikrosizishlarni aniqlash uchun qoʻllaniladi.

Keng tarqalgan nosozliklar va ularning yechimlari

№	Nosozlik	Sababi	Amaliy yechim
1	Tizimning haddan tashqari qizishi	Nasosning quvvati past, suyuqlik kamaygan, radiator tiqilgan	Suyuqlik alamashtirish, nasosni tekshirish radiator yuvish
2	Batareya haroratining notekisligi	Sovutish kanali tiqilishi	Kanallarni tozalash yoki plitani almashtirish
3	Xatolik kodi	Sovutish nasosi nosozligi	Nasosni diagnostika qilish yoki almashtirish

4	Sovutuvchi suyuqlikning rang o'zgarishi	Korroziya	Tizimni yuvish va yangi suyuqlik quyish
---	---	-----------	---

Amaliy tavsiyalar

- Har 20 000 km da sovutish tizimini umumiy diagnostika qilish.
- Batareya sovutish blokida harorat differensialini doimiy monitoring qilish ($\Delta T \leq 3-5 \text{ }^{\circ}\text{C}$).
- AC chiller tizimini yoz mavsumidan oldin tekshirish.
- Nasoslar ishlashining tovush xarakteristikasini baholash — shovqin darajasi oshsa, podshipnik yeyilish ehtimoli kuchli.
- Har yili radiator va issiqlik almashinuvchilarni kompressorli havo bilan tozalash.

Xulosa

Elektromobillarda sovutish tizimi transport vositasining umumiy samaradorligi, xavfsizligi va xizmat muddatini belgilovchi asosiy tizimlardan biridir. Tizimning optimal ishlashi uchun suyuqlik tarkibini nazorat qilish, nasos va chiller modullarining diagnostikasi, issiqlik almashinuvi samaradorligini baholash muhimdir. Zamonaviy EVlarning murakkab integrallashgan termal boshqaruv tizimlari yuqori aniqlikdagi nazoratni talab qiladi; shu bois ilmiy asoslangan va muntazam texnik xizmat ko'rsatish elektromobillarning uzluksiz va samarali ishlashini ta'minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. ScienceDirect (2025) — *Thermal management of electric motors using integrated ...* (Lv et al., 2025) — yangi gibridd texnologiyalar: termoelektrik + heat-pipe integratsiyasi. [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)
2. MDPI — *Study of the Thermal Performance of Oil-Cooled Electric ...* (2025). Yog'li (oil-jet) sovutish bo'yicha numerik va eksperiment natijalari. [MDPI](https://www.mdpi.com)

3. ResearchGate (2019) — *A Hybrid Electric Vehicle Motor Cooling System — Design, Model and Control*. Gibrud sovutish tizimi modeli va boshqaruv strategiyalari. [ResearchGate](#)
4. NREL texnik hisobot (Bennion, 2017) — *Electric Motor Thermal Management Research*. Sanoat va tadqiqot yo‘nalishlari; dizayn talablari. [Документы NREL](#)
5. Hwang, F.S. et al. — *Review of battery thermal management systems in electric ...* (2024). Batareya termal boshqaruvi bo‘yicha keng ko‘lamli sharh (EV tizimlari). [ScienceDirect](#)
6. Wiley — *Thermal Management of Electric Vehicle Battery Systems* (kitob). Batareya BTMS va tizim integratsiyasi nazariyasi. [wiley.com](#)
7. Chalmers master thesis (J. Li) — *Battery Thermal Management Systems of Electric Vehicles*. Modellashtirish va BTMS konseptlari.
8. Sultanov, A. I., & Qosimov, B. A. (2023). Environmental requirements for the fuel system of compressed gas light vehicles. international conferences, 1(1), 747–751. Retrieved from <http://erus.uz/index.php/cf/article/view/1289>
9. Azizbek Ismoiljon o‘g‘li, S., & Ulug‘bek Boliquil o‘g‘li, M. . (2022). Improvement of engineering design and work process management. Scientific Impulse, 1(4), 536–542. Retrieved from