

**ELEKTROMOBILLARNING EKOLOGIK SAMARADORLIGINI BAHOLASHDA
“WELL-TO-WHEELS” TAHLILINING O’RNI****Esonboyev Behzodbek Murodjon o’g’li**

Andijon davlat texnika instituti,

PhD doktoranti.

e-mail: behzodbek9711@mail.ru,**Inoyatxodjaev Jamshid Shuxratullaevich,**

Toshkent arxitektura va qurilishi universiteti, t.f.d., prof.

e-mail: j.inoyatkhodjaev@polito.uz,**Yusupov Sarvarbek Sodiqovich,**

Toshkent kimyo xalqaro universiteti, PhD dotsent.

e-mail: sarvarbek.83@mail.ru,

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektromobillarning ekologik samaradorligini baholashda “Well-to-Wheels” (WTW) tahlilining ahamiyati yoritilgan. Mazkur yondashuv transport vositalarining faqatgina ishlash jarayonida emas, balki energiya ishlab chiqarish va yetkazib berish bosqichlarida ham atrof-muhitga ta’sirini kompleks baholash imkonini beradi. Tadqiqotda ichki yonuv dvigatelli avtomobillar va elektromobillarni turli energiya manbalari asosida solishtirish natijalari keltirilgan. Shuningdek, Yevropa Ittifoqi, Norvegiya, Xitoy, AQSh va O‘zbekiston tajribasi misolida WTW tahlilining qo‘llanish samaradorligi tahlil qilingan. O‘zbekiston sharoitida qayta tiklanuvchi energiya ulushining oshirilishi elektromobillarning ekologik afzalliklarini yanada kuchaytirishi alohida ta’kidlangan.

Kalit so‘zlar: Well-to-Wheels tahlili, ekologik samaradorlik, ichki yonuv dvigateli (IYoD), qayta tiklanuvchi energiya, karbonat angidrid (CO_2) chiqindilari, energiya samaradorligi, global iqlim o‘zgarishi, energetika tizimi.

Insoniyat tobora ortib borayotgan darajada o‘zining atrof-muhitga yetkazayotgan zararidan tashvishlanmoqda va elektr transport vositalari ushbu muvozanatni tiklashda muhim omil sifatida qaralmoqda. Shu sababli, elektr transport vositalarining atrof-muhitga ta’sirini har tomonlama chuqur o‘rganish zarurdir.

Umuman olganda, elektr transport vositalari sezilarli darajada foyda keltirishi mumkin, chunki ular karbonat angidrid hamda boshqa zararli chiqindilarni kamaytiradi. Biroq hozirgi davrda elektr transport vositalarining nima uchun foydali ekanligi va ushbu foydaning ko‘lami borasida jiddiy tushunmovchiliklar mavjud.

Birinchi navbatda, energiya ma’lum bir manbadan olinishi lozimligini unutmaslik kerak - odatda bu elektr stansiyalaridan ta’minlanadi, u o‘z-o‘zidan paydo bo‘lmaydi. Shu boisdan transport vositalarining ekologik ta’sirini baholashda “quduqdan g‘ildiraggacha” (well-to-



wheels) tahlili muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu yondashuvda faqat avtomobilning o'zidan chiqadigan chiqindilar emas, balki energiyaning manbadan oxirgi iste'molchiga yetib borguncha bo'lgan barcha jarayonlarda yuzaga keladigan ifloslanish darajasi hisobga olinadi. WTW tahlili transport vositalarining energiya samaradorligi va ekologik ta'sirini aniq baholash imkonini beradi. U ikki asosiy bosqichga bo'linadi:

➤ Well-to-Tank (WTT) – energiya manbasini qazib olish, qayta ishlash va transport vositasigacha yetkazib berish bosqichi. Masalan, neft qazib olish, qayta ishlash va benzin shaklida avtomobil bakiga quyish; yoki elektr energiyasini ishlab chiqarib, uni tarmoqlar orqali zaryadlovchi stansiyalarga yetkazish.

➤ Tank-to-Wheels (TTW) – transport vositasida energiyaning to'g'ridan-to'g'ri ishlatilishi. Bu bosqichda ichki yonuv dvigatelli avtomobillarda yoqilg'ining yonishi, elektromobillarda esa batareya energiyasidan foydalanish jarayoni baholanadi.

Natijada, WTW tahlili orqali energiya zanjirining har bir bo'g'ini nazarda tutiladi va ekologik samaradorlikning haqiqiy ko'rinishi aniqlanadi.

Ikkinchi jihat shundan iboratki, ichki yonuv dvigatelli transport vositalari ham qayta tiklanuvchi manbalardan olinadigan yoqilg'i yordamida ishlashi mumkin. Masalan, Braziliya tajribasida shakarqamishdan ishlab chiqarilgan etanoldan foydalanish dasturi bunga yorqin misol bo'la oladi. Shuningdek, ichki yonuv dvigatellari deyarli nol darajadagi chiqindi bilan ishlashga moslashtirilishi mumkin. Buning yaqqol misoli sifatida vodorod yoqilg'isi keltiriladi, chunki u yoqilganda chiqindilar asosan suv bug'i va havo tarkibidan iborat bo'ladi. Shu bilan birga, bugungi kunda yoqilg'i elementlaridan foydalanish tobora samarali bo'lib bormoqda va batareyalarni zaryad qilish uchun elektr energiyasini qayta tiklanuvchi manbalardan olish imkoniyati ham kengaymoqda.

Uchinchi jihat - elektr transport vositalarining mavjudligi jamiyatni yanada ekologik mas'uliyatli transport turlariga o'tishga rag'batlantirishi mumkin. Masalan, agar elektr velosipedlar samarali ishlasa va keng miqyosda joriy qilinsa, bu ayrim insonlarni o'z shaxsiy avtomobillaridan voz kechishga undashi ehtimoldan xoli emas. Zero, shaxsiy avtomobillar qaysi quvvat manbaidan foydalanishidan qat'i nazar, atrof-muhitga muayyan miqdorda ifloslanish olib keladi.

Transport Vositalarining Ifloslanishi – Asoratlari

Atrof-muhit muammolarini hal qilishdan oldin, hozirgi kunda transport vositalarining asosiy qismi qanday ekologik muammolarga sabab bo'layotganini tahlil qilish lozim. An'anaviy avtomobillar ikki asosiy muammo tug'diradi. Birinchidan, ular bevosita atrof-muhitni shovqin va zararli chiqindilar bilan buzadi. Ikkinchidan, ular tugamaydigan manba bo'lmagan qazilma yoqilg'ilarni yoqib, karbonat angidrid chiqaradi. Bu esa global isish va iqlim o'zgarishining asosiy sabablaridan biridir.

Oddiy inson ham olim yoki muhandis bo'lishi shart emas, motorli transport vositalarining bevosita atrof-muhitni buzishini anglash uchun. Shunchaki gavjum ko'chada yurish yoki yo'l



bo'yidagi kafeda o'tirish kifoya. Avtomobil asrlar davomida hayotimizning ajralmas qismiga aylangan, lekin uni insoniyat “hayot haqiqatidek” qabul qilmoqda. Qishloq joylardan kelgan odamlar katta shahar shovqinidan va havodagi zaharli gazlardan ko'pincha norozilik bildiradi.

Avtomobil chiqindi gazlariga bog'liq sog'liq muammolari alohida tashvishlidir. Masalan, agar dizel dvigatelining chiqindi quvuri devorga yaqin joylashtirilsa, devor tez orada qorayib, tutunga o'xshash qoplamaga aylanadi. Buning o'pkaga ko'rsatadigan salbiy ta'sirini tushunish uchun tibbiyot olimi bo'lish shart emas. Odam o'sha darajadagi zaharni olish uchun ko'p miqdorda sigaret chekishi kerak bo'ladi, sigaretning sog'liq uchun zarari esa hammaga ma'lum. Shahar ko'chalarida yurgan inson esa istasa-istamasa avtomobil chiqindilarini nafas orqali qabul qiladi.

Avtomobil chiqindilariga bog'liq salomatlik muammolari juda og'ir ko'rinadi va jamiyat nega hanuz ushbu moddalarni chiqarishda davom etayotganini o'ylab qoladi inson.

Ichki yonuv dvigatelli avtomobillardan chiqadigan asosiy zararli moddalar quyidagilardan iborat:

- Karbonat angidrid (CO_2)
- Is gazi (CO)
- Azot oksidlari (NO_x)
- Uchuvchi organik birikmalar (VOC)
- Qattiq zarralar (PM)
- Oltingugurt dioksidi (SO_2)

Is gazi (CO) – qondagi kislorod tashish qobiliyatini kamaytiradi, ayniqsa chekuvchilar va yurak xastaligi bor insonlar uchun xavfli. U asab tizimiga ham qaytarilmas zarar yetkazishi mumkin.

Azot oksidlari (NO_x) – astmani kuchaytiradi, o'pkaga zarar yetkazadi, bolalar va qariyalarda nafas olish kasalliklariga moyillikni oshiradi. NO_x moddasi uchuvchi organik birikmalar (VOC) va quyosh nuri bilan reaksiyaga kirishib, pastki qatlamli ozon hosil qiladi. Bu esa ko'zlarni tirnashlantiradi, o'pkaga zarar qiladi va nafas olishni qiyinlashtiradi. Shuningdek, NO_x kislotali yomg'ir hosil bo'lishiga olib keladi, uning kislotali ta'siri o'simliklar va baliqlarni nobud qiladi. Masalan, benzol -mashina chiqindilarida uchraydigan zaharli VOC bo'lib, u kanserogen (saraton chaqiruvchi) moddadir.

Qattiq zarralar (PM) – nafas olishda qiyinchilik tug'diradi, yurak-qon tomir kasalliklarini og'irlashtiradi, o'pka to'qimalariga zarar yetkazadi va saraton kasalligini chaqiradi. Juda mayda zarralar (ultra-fine PM) yuqori nafas yo'llaridan o'tib, o'pkaning chuqur qatlamlariga kiradi va hatto qonga aralashadi. PM miqdori $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan yuqori bo'lsa, saraton xavfi sezilarli darajada oshadi. Ko'plab PM turlari toksik va kanserogen bo'lishi bilan birga, reproduktiv hamda endokrin tizimlarga ham zarar yetkazadi.



Yangi tadqiqotlarda avtomobil chiqindilaridan 3-nitrobenzantreon (Arlt, 2005) deb nomlanuvchi mutagen modda aniqlangan, u juda kuchli saraton chaqiruvchi hisoblanadi. Bu esa jiddiy xavotir uyg'otadi. Yana shuni unutmaslik kerakki, yangi ilmiy izlanishlar doimiy olib borilmoqda va umumiy manzara bundan ham og'irroq bo'lishi mumkin. Ayni paytda astma, turli allergiyalar va saraton kasalliklarining ko'payishi ham avtomobil chiqindilari bilan bog'liq bo'lishi ehtimoldan xoli emas.

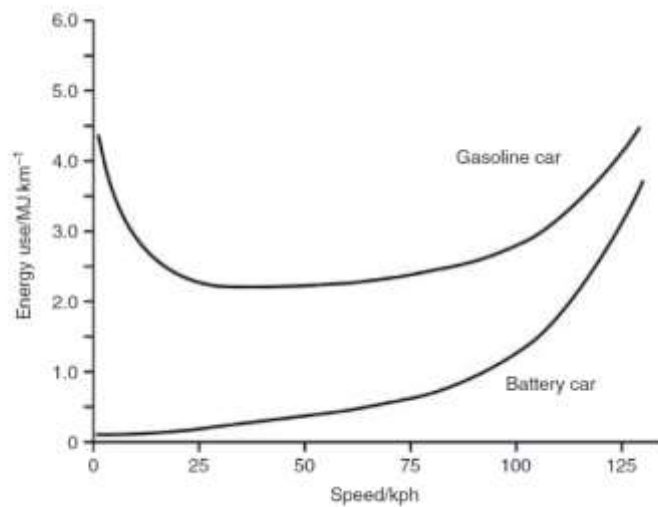
Karbonat angidrid (CO_2)ning Yerga ta'siri ham alohida xavotir uyg'otmoqda. Karbonat angidridning issiqxona effekti hozirda keng tanilgan. Quyoshdan kelgan qisqa to'lqinli nurlanish Yer tomonidan yutiladi va qaytadan uzun to'lqinlarda chiqariladi. Ushbu nurlanish karbonat angidrid va boshqa gazlar tomonidan yutilib, yana qayta chiqariladi va pastga yo'naltiriladi, bu esa Yer yuzasini isitadilar. So'nggi 100 yil ichida atmosferadagi karbonat angidrid miqdori taxminan 25 foizga oshdi.

Yer haroratining ko'tarilishi sovuq iqlimda yashovchilar uchun foydali ko'ringandek bo'lishi mumkin, biroq uning yon ta'sirlari vayronkor bo'lishi ehtimoli juda katta. Birinchidan, oziq-ovqat yetishtirish uchun barqaror iqlim zarur. Masalan, Shimoliy Amerikadagi don yetishtirish hududida iqlim o'zgarishi global oziq-ovqat ta'minotiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ikkinchidan, iqlim isishi natijasida qutb muzliklari erib, dengiz sathining ko'tarilishi doimiy suv toshqinlariga olib kelishi mumkin. Buni hisobga olsak, London, Nyu-York, Barselona, San-Fransisko, Pert (Avstraliya) kabi ko'plab yirik shaharlar qirg'oq bo'yida joylashgani bois, butun dunyo bo'ylab jiddiy oqibatlariga olib kelishi mumkin.

Ichki yonuv dvigatelli (IYoD) transport vositalarining sekin harakatlanuvchi tirbandlikdagi asosiy muammosi shundaki, yoqilg'i sarfi keskin oshadi. Avtomobillar past tezlikda “sudralib” ketganda nafaqat yoqilg'i ko'p sarflanadi, balki atrof-muhitga chiqariladigan ifloslanish ham ancha ortadi. Bu holat 1-rasmda ko'rsatilgan.

Shuni ham qayd etish kerakki, grafikda yoritilgan natijalar avtomobilning hech qanday qo'shimcha yuklamalarsiz (yoritish, isitish yoki konditsionersiz) ishlash holatiga asoslangan. Elektr transport vositalarida esa vaziyat biroz boshqacha: past tezlikda ishlaganda elektr motor samaradorligi bir oz kamayadi, ammo bu yoqilg'i dvigatellaridagi kabi keskin bo'lmaydi. Biroq, qo'rg'oshinli akkumulyator kabi batareyalarda samaradorlik yo'qolishi kuzatiladi. Shunga qaramay, elektr avtomobillarda umumiy samaradorlik tezlik diapazonida nisbatan barqaror bo'lib qoladi.

Masalan, London va Tokio kabi shaharlarda o'rtacha tezlik odatda 15 km/soatdan oshmaydi, tig'iz vaqt (rush hour) paytida esa bundan ham past bo'ladi. Shu sababli, IYoD avtomobillar aynan shahar sharoitida eng katta ifloslanishni keltirib chiqaradi.



1-rasm:
turibdiki,

Grafikdan ko‘rinib
benzinli avtomobil

(Gasoline car) past tezliklarda juda ko‘p energiya sarflaydi, tezlik ortgani sari samaradorligi biroz yaxshilansa-da, yuqori tezliklarda yana energiya sarfi oshib ketadi. Elektr avtomobillar (Battery car) esa butun tezlik diapazonida ancha barqaror va samaraliroqdir.

Xalqaro tajriba

- Yevropa Ittifoqi: qayta tiklanuvchi energiya ulushi 35–40% dan ortiq bo‘lgani uchun elektromobillar IYoD avtomobillarga nisbatan CO₂ chiqindisini 50–60% kamaytiradi.
- Norvegiya: elektr energiyasining qariyb 95% gidroenergetikadan olinadi. Shu sababli, elektromobillar deyarli to‘liq “nol chiqindi” transport vositasi sifatida baholanadi.
- Xitoy: elektr ishlab chiqarishda ko‘mir ulushi yuqori (60% dan ortiq), shu bois elektromobillar ekologik samaradorligi 25–30% darajada qolmoqda. Shu bilan birga, davlat siyosati qayta tiklanuvchi manbalarni rivojlantirishga qaratilgan.
- AQSh: shtatlar kesimida farq katta. Masalan, Kaliforniyada qayta tiklanuvchi energiya yuqori ulushga ega, elektromobillar ekologik samaradorligi sezilarli; Texas yoki O‘xayoda esa ko‘mir ulushi yuqori bo‘lgani uchun natija sustroq.

O‘zbekiston sharoitida elektromobillarni WTW asosida baholash

O‘zbekiston energiya ishlab chiqarishida tabiiy gaz asosiy manba bo‘lib, bu CO₂ chiqindilarini ko‘mirga nisbatan sezilarli kamaytiradi. Shuning uchun elektromobillar respublika sharoitida ham ekologik afzalliklarni beradi.

Quyosh va shamol energetikasini rivojlantirish – elektromobillar samaradorligini yanada oshiradi. Agar 2030 yilga kelib qayta tiklanuvchi energiya ulushi 25–30% ga yetkazilsa, elektromobillar IYoD avtomobillarga nisbatan chiqindilarni 60% gacha kamaytirishi mumkin.

Transport parkini modernizatsiya qilish – eski avtomobillarni elektromobillarga almashtirish yo‘l-transport vositalarining umumiy ekologik ta‘sirini keskin kamaytiradi.

Iqtisodiy samaradorlik – mahalliy elektr energiyasi hisobiga avtomobillarni yuritish yoqilg‘i importiga bog‘liqlikni kamaytiradi.

Xulosa



“Well-to-Wheels” tahlili elektromobillarni ilmiy asosda baholash imkonini beradigan eng ishonchli metodologiyalardan biridir. Bu yondashuv elektromobillarning haqiqiy ekologik samaradorligini aniqlashda:

Faqat avtomobilning ishlashini emas, balki energiya ishlab chiqarish va yetkazib berish bosqichlarini ham hisobga oladi.

Turli mamlakatlar tajribasini solishtirish va O'zbekiston sharoitiga mos strategiyalar ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini kengaytirish elektromobillarni haqiqiy “yashil transport” vositasiga aylantiradi.

Shunday qilib, elektromobillarning ekologik samaradorligini to'liq baholash faqat “Well-to-Wheels” yondashuvi asosida amalga oshirilganda ilmiy va amaliy jihatdan to'laonli natijalar berishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ehsani, M., Gao, Y., Longo, S., & Ebrahimi, K. (2018). *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles*. CRC Press.
2. European Environment Agency (EEA). (2023). *Greenhouse gas emissions from transport in Europe*. Copenhagen.
3. International Energy Agency (IEA). (2022). *Global EV Outlook 2022: Securing supplies for an electric future*. Paris.
4. Bosch GmbH. "Electromobility solutions and battery management systems". – 2020.
5. Samarqand viloyati Ekologiya boshqarmasi. "O'zbekiston hududlarida issiqxona gazlari chiqarilishi bo'yicha statistik ma'lumotlar". – 2023.
6. Mirziyoev Sh.M. "O'zbekiston – yashil energetika sari". Tashkent, 2023.
7. Murodjon o'g'li, E. B., Shuxratullaevich, I. J., & Sodiqovich, Y. S. (2024). ELEKTROMOBILLARNING RIVOJLANISH TARIXI. *ORIENTAL JOURNAL OF ACADEMIC AND MULTIDISCIPLINARY RESEARCH*, 2(6), 24-29. <https://innoworld.net/index.php/ojamr/article/view/7>
8. Murodjon o'g'li, E. B., & Zakirovich, N. I. (2024). ELEKTROMOBILLAR UCHUN DVIGATEL TANLASH. *FORMATION OF PSYCHOLOGY AND PEDAGOGY AS INTERDISCIPLINARY SCIENCES*, 3(34), 176-182.
9. Murodjon o'g'li, E. B. (2024). ELEKTROMOBILLARNING ELEKTRON BOSHQARUV TIZIMI. *ZAMONAVIY ILM-FAN VA TADQIQOTLAR: MUAMMO VA YECHIMLAR*, 1(1), 31-34.
10. Murodjon o'g'li, E. B., & Farhod o'g'li, I. S. (2023). SHAHAR YO'LLARINI JIHOZLASHDA ME'YORIY TALABLARGA MOSLIGINI O'RGANISH VA TAVSIYALAR ISHLAB CHIQISH. *Oriental Journal of Academic and Multidisciplinary Research*, 1(3), 47-50.
11. Esonboyev Behzodbek Murodjon o'g'li. (2023). O'ZBEKISTONDA TRANSPORT



SEKTORINING ZAMONAVIY XOLATI VA UNING RIVOJLANISH DARAJASI. Scientific *Impulse*, 2(15),904–911. Retrieved from <https://nauchniyimpuls.ru/index.php/ni/article/view/13047>

12. Esonboyev Behzodbek Murodjon o'g'li, Valiyeva Mufazzalxon Kazimjanovna, & Yulbasova Navruzaxon Abduraxmonovna. (2023). Patentlash ma'lumotlarini tayyorlash va patetlashga izlash ishlarini olib borish . *Oriental Journal of Academic and Multidisciplinary Research* , 1(3), 243-248. <https://inno-world.uz/index.php/ojamr/article/view/105>

13. Esonboyev Behzodbek Murodjon o'g'li, Abdullayev Zikrillo Hayrullo o'gli, & Zikrillo Abdullayev Hayrullo o'g'li. (2024). LOGISTIKA SOHASIDA AVTOMOBIL TRANSPORTIDANFOYDALANISH SAMARADORLIGINI TAHLIL QILISH. *THEORY OF SCIENTIFIC RESEARCHES OF WHOLE WORLD*, 3(3), 86–90. Retrieved from <https://esiconf.com/index.php/TOSROWW/article/view/621>

14. Murodjon o'g'li, E. B., & Sherzodbek o'g'li, T. M. (2023). Texnik ijodkorligini oziga xos xususiyatlari. *Oriental Journal of Academic and Multidisciplinary Research*, 1(3), 300-302.

15. Murodjon o'g'li, E. B. (2024). INSONIYAT VA JAMIYAT RIVOJLANISHIDA ILM, FANNING AXAMIYATI TADQIQOTLAR,29(2), 105-108.