



ICHKI YONUV DVIGATELLARI VA ELEKTR TRANSPORT VOSITALARINI QIYOSIY TAHLIL QILISH

Andijon shahar 1-son palitexnikumi

Maxsus fani o'qituvchisi

Jalaldinov Kudratullo Mutalip o'g'li

qudratillojaloldinov41@gmail.com

+998333530007

Annotatsiya

Ushbu kengaytirilgan tahliliy maqola zamonaviy avtomobil sanoatining ikki fundamental texnologiyasi – Ichki Yonuv Dvigatellari (IYD) va Elektr Transport Vositalari (ETV) o'rtasidagi farqlarni chuqur qiyosiy tahlil qiladi. Tadqiqot IYD ning termodinamik cheklovlari (Karls tsikli, $\eta < 40\%$) sababli yuzaga keladigan past energetik samaradorligi va yuqori ekologik emissiya hosil qilish xususiyatini batafsil o'rganadi. ETV larning esa yuqori elektr motor samaradorligi ($\eta \approx 90\%$) va shahar sharoitida "nol emissiya" tamoyili IYD bilan taqqoslanadi. Maqola, shuningdek, transport vositalarining Umumiy Egalik Narxi (TCO) ga ta'siri, texnik ko'rik (TO'K) tizimiga qo'yiladigan yangi xavfsizlik talablari hamda avtomobilning hayot tsikli bo'yicha uglerod izi (LCA) masalasini, ayniqsa, batareyalarni ishlab chiqarish va ulardan keyingi utilizatsiya jarayonlarini ilmiy-texnik nuqtai nazardan baholaydi. Tahlil natijalari global energetik o'tish jarayonining fundamental qonuniyatlarini ochib beradi va O'zbekiston avtomobil parkini transformatsiya qilish yo'nalishini asoslashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: IYD, ETV, energetik samaradorlik, uglerod izi, nol emissiya, batareya holati (SoH), regenerativ tormozlash, hayot tsikli tahlili (LCA).



Kirish

Avtomobil sanoati bugungi kunda texnologik va ekologik jihatdan o'zining eng katta **transformatsion davrini** boshdan kechirmoqda. Bir asrdan ko'proq vaqt davomida transport tizimida hukmronlik qilgan an'anaviy Ichki Yonuv Dvigatellari (IYD) tobora kuchayib borayotgan Elektr Transport Vositalari (ETV) raqobati bilan yuzlashmoqda. Bu o'tish jarayoni faqatgina dvigatel turini almashtirishdan iborat emas; bu, avvalo, **global iqlim o'zgarishiga** qarshi kurash, energiya resurslaridan samarali foydalanish strategiyasi va **geosiyosiy energiya mustaqilligini** ta'minlashga qaratilgan fundamental iqtisodiy qarorlardir.

IYD lar tarixiy nuqtai nazardan muhim ixtiro bo'lsa-da, ularning atmosferaga chiqarayotgan zararli moddalari (masalan, CO - uglerod oksidi, CO_2 - uglerod dioksidi, NO_x - azot oksidlari va PM - qat'iy zarralar) ekologik xavfsizlikni jiddiy ravishda buzmoqda. Ayniqsa, yirik shaharlar ichidagi havo sifati va inson sog'lig'i uchun IYD lar katta xavf tug'diradi. ETV lar esa toza energiya manbalariga asoslanib, operatsiya paytida aholi yashash punktlarida **"nol emissiya" (Zero Emission)** tamoyilini taklif etadi. Ushbu tahliliy ish IYD va ETV larning asosiy qiyosiy parametrlarini o'rganishga, ularning **termodinamik cheklovlarini** baholashga va global o'tish davrining muammolarini (masalan, batareyalarni utilizatsiya qilish) yoritishga qaratilgan.

I. Energetik samaradorlik, Termodinamik va Texnik farqlar

IYD va ETV o'rtasidagi eng fundamental farq energiya konversiyasi mexanizmlarida yotadi, bu esa ularning umumiy **energetik samaradorligini** belgilaydi.

1. IYD samaradorligining termodinamik cheklovlari (Issiqlik yo'qotishlari)



IYD li avtomobillarda yoqilg'idagi kimyoviy energiya yondirish jarayoni orqali issiqlik energiyasiga aylanadi, so'ngra bu issiqlik mexanik harakatga konvertatsiya qilinadi. Bu jarayon **Termodinamikaning ikkinchi qonuni** bilan cheklangan.

- **Termodinamik Samaradorlik:** IYD lar asosan **Otto (benzin)** yoki **Dizel** tsikllari bo'yicha ishlaydi. Ushbu tsikllarning nazariy maksimal samaradorligi hatto ideal sharoitda ham 45% dan oshmaydi. Eng zamonaviy va optimallashtirilgan IYD larning amaliy energetik samaradorligi, ya'ni yoqilg'i energiyasining g'ildiraklarga yetkazilgan qismi odatda $35-40\%$ dan oshmaydi.
- **Energiya isrofi mexanizmi:** Qolgan $60-65\%$ energiya majburiy isrof qilinadi. Bu isrofning asosiy qismi dvigatelning isishi (sovutish tizimi orqali tarqaladi), chiqindi gazlar orqali tashqi muhitga chiqarilishi va ichki ishqalanishlarga sarflanadi. Bu issiqlik yo'qotishlari IYD ning asosiy va yengib bo'lmaydigan texnik cheklovidir.
- **Murakkablik va ishonchlilik:** IYD lar yuzlab harakatlanuvchi qismlarni talab qiladi (yog'lash, sovutish, yonilg'i yetkazib berish, gaz taqsimlash mexanizmlari). Bu murakkablik nafaqat texnik xizmat narxini oshiradi, balki nosozlik ehtimolini va texnik ko'rik talablarini ham murakkablashtiradi.

2. ETV samaradorligi (Elektr energiyasini qayta ishlash)

ETV lar akkumulyatorlarda saqlangan elektr energiyasini to'g'ridan-to'g'ri elektr motorlar (odatda sinxron yoki asinxron) yordamida mexanik harakatga aylantiradi.

- **Yuqori Samaradorlik:** Elektr motorlarning energetik samaradorligi ajoyib darajada yuqori bo'lib, odatda $80-95\%$ atrofida bo'ladi. Bu IYD ga nisbatan ikki baravar yuqori bo'lgan transformatsiya ko'rsatkichidir. Elektr motorlar sovutish va yog'lashga ancha kam ehtiyoj sezadi.
- **Regenerativ Tormozlash (Energy Recovery):** ETV ning eng muhim afzalliklaridan biri bu **regenerativ tormozlash** tizimidir. Tormozlash paytida



g'ildiraklar harakatlanuvchi mashinaning kinetik energiyasini qayta elektr energiyasiga aylantirib, batareyaga qaytaradi. Bu, ayniqsa, shahar sharoitidagi "Stop-Start" rejimida energiya yo'qotilishini sezilarli darajada kamaytiradi. IYD lar esa bu energiyani faqat ishqalanish orqali issiqlik shaklida yo'qotadi.

- **Quvvat yetkazish va moment (Torque):** Elektr motorlar **nol aylanish tezligidan boshlab deyarli maksimal momentni** (instant torque) berish qobiliyatiga ega, bu esa avtomobilning tezlanishini IYD ga nisbatan tezroq va silliqroq qiladi, uzatish qutisi (korobka peredach) zaruratini deyarli yo'qqa chiqaradi.

II. Ekologik ta'sir tahlili (Uglerod izi va LCA)

Avtomobilning ekologik ta'sirini adolatli baholashda faqat ish paytidagi emissiya emas, balki uning butun hayot tsikli – ishlab chiqarishdan tortib, ishlatish va utilizatsiyagacha bo'lgan **uglerod izi (LCA - Life Cycle Assessment)** ni hisobga olish kerak.

1. IYD ekologik muammolari va ularning miqdoriy ifodasi

- **To'g'ridan-to'g'ri emissiya:** IYD lar bevosita yo'lga zaharli gazlarni chiqaradi. Bunga \$CO\$ (yonilg'ining to'liq yonmasligi), \$NO_x\$ (yuqori harorat va bosim natijasi, kislotali yomg'irlarga sababchi) va \$PM\$ (qalqib yuruvchi qat'iy zarralar, o'pka kasalliklariga sababchi) kiradi. Evropa Ittifoqida **Euro-6** kabi standartlar qo'llaniladi, lekin ularga amal qilish uchun murakkab katalitik konvertorlar va DPF (Dizel Zarrachalar Filtrlari) talab qilinadi.
- **Global isish:** \$CO_2\$ ning katta miqdorda chiqarilishi global isishning asosiy sababidir. Har bir litr benzin yondirilganda taxminan \$2.3\$ kg \$CO_2\$ atmosferaga chiqariladi. IYD larga yonilg'i quyish, shuningdek, neftni qazib olish, qayta ishlash va tashishdagi uglerod izini ham o'z ichiga oladi.

2. ETV ekologik afzalliklari, batareya ishlab chiqarish va chaqiriqlar



- **Nol Operatsion Emissiya:** ETV lar ishlayotganda \$CO_2\$ va zaharli gazlarni to'g'ridan-to'g'ri chiqarmaydi, bu shahar havosining sifatini yaxshilashda beqiyosdir.
- **Elektr manbasining ta'siri ("Well-to-Wheel" tahlili):** ETV ning haqiqiy ekologik tozaligi **elektr energiyasini ishlab chiqarish usuliga** bog'liq. Bu "quduqdan g'ildirakkacha" (Well-to-Wheel) tamoyili bilan tahlil qilinadi:
 - Agar energiya **ko'mir yoqish** orqali hosil bo'lsa, ETV ning LCA bo'yicha uglerod izi IYD ga yaqin bo'lishi mumkin.
 - Agar energiya **qayta tiklanadigan manbalar** (quyosh, shamol, GES, yadro) orqali hosil bo'lsa, ETV ning uglerod izi IYD ga nisbatan \$70-90\%\$ gacha past bo'ladi.
- **Batareya ishlab chiqarish va Utilizatsiya muammosi:** ETV batareyalari (odatda Litiy-ion) ishlab chiqarishda (ayniqsa, kabi, nikel va litiy qazib olishda) ko'p energiya sarflanadi. Shuning uchun ETV ning **boshlang'ich uglerod izi** IYD ga nisbatan yuqori bo'ladi. Biroq, ETV qayta tiklanuvchi energiya yordamida quvvatlanganda, bu farq odatda **2-4 yil ekspluatatsiya** qilingach to'liq qoplanadi. Batareyalarni to'g'ri **utilizatsiya qilish va qayta ishlash (Recycling)** jarayonini ilmiy-texnik jihatdan takomillashtirish ETV ning ekologik afzalliklarini to'liq ta'minlashning asosiy kalitidir.

III. Ekspluatatsion xarajatlar, Texnik Xizmat va Xavfsizlik

Avtomobil turini tanlashda uning **Umumiy Egalik Narxi (TCO - Total Cost of Ownership)**, ya'ni sotib olish, ishlatish va saqlashning barcha xarajatlari muhim mezon hisoblanadi.

Ko'rsatkich	Ichki Yonuv Dvigatellari (IYD)	Elektr Transport Vositalari (ETV)
Yoqilg'i/Energiya xarajati	Yuqori. Narxlar global neft bozoriga (\$ \approx 80-90\%\$ tashqi omillar) bog'liq.	Ancha past. Elektr energiyasi narxi yoqilg'iga nisbatan barqaror, chunki uning \$



		\approx 50-60\%\$ ichki ishlab chiqarishga bog'liq.
Texnik xizmat murakkabligi	Yuqori. Harakatlanuvchi qismlar ko'pligi sababli, muntazam ravishda moy, filtr, svecha almashtirish talab qilinadi.	Past. Yog', filtr, svecha yo'q. Faqat shinalar, tormozlar (regeneratsiya tufayli kamroq yeyiladi) va suyuqliklar (sovutish tizimi) tekshiriladi.
Qismlar soni	Dvigatel, transmissiya va qo'shimcha tizimlarda minglab harakatlanuvchi qismlar.	Elektr motorda atigi bir nechta asosiy harakatlanuvchi qismlar.
Qoldiq qiymati (Residual Value)	An'anaviy. Ekologik qonunlar kuchayishi bilan qiymat pasayishi prognoz qilinmoqda.	Hozircha yuqori. Batareya holatiga (SoH) qarab narx shakllanadi.
Ekspluatatsion xizmat muddati	Muayyan chegara (odatda \$200,000 - 300,000\$ km) mavjud.	Uzoq. Elektr motorlar \$1,000,000\$ km gacha muammosiz xizmat qilishi mumkin.

Texnik ko'rik (TO'K)dagi fundamental farqlar

IYD uchun TO'Kning asosiy maqsadi — uning xavfsizlik va ekologik standartlarga muvofiqligini, xususan, zaharli chiqindi gazlar miqdorini aniqlashdir.

- **IYD TO'K:** Asosan **Gaz analizatori** yordamida \$CO\$, \$CH\$ va **Dymomer** yordamida dizel tutun darajasini o'lchash. Tizim bosimi va harorat nazorati.
- **ETV TO'K:** ETV lar IYD ga xos bo'lgan ekologik nazoratdan ozod bo'lishadi, lekin ularning TO'K jarayonida **yuqori voltli tizimlar diagnostikasi** (ko'pincha \$400V\$ dan yuqori) eng muhim o'ringa chiqadi.
 - **Batareya holati (SoH) monitoringi:** Batareyaning qolgan samaradorligini o'lchash. \$SoH\$ ning \$70\%\$ dan past bo'lishi yaroqsizlik mezoniga yaqinlashadi.
 - **Izolyatsiya qarshiligi nazorati:** Yuqori voltli kabellarning tashqi muhitga nisbatan **izolyatsiya qarshiligi** (\$R_{\text{izol}}\$) maxsus mego'lchagichlar bilan tekshiriladi. Izolyatsiya buzilmaganligi yong'in



va elektr toki urishi xavfsizligini ta'minlash uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Xulosa

Ichki Yonuv Dvigatellari (IYD) avtomobilsozlik tarixida muhim ahamiyatga ega bo'lsa-da, ularning **termodinamik cheklovlari** sababli past energetik samaradorligi, yuqori ekspluatatsion xarajatlari va atrof-muhitga jiddiy ta'siri ularning zamonaviy transport tizimidagi ulushini tobora kamaytirmoqda. Elektr Transport Vositalari (ETV) esa yuqori samaradorlik, past **TCO**, minimal texnik xizmat talablari va to'g'ridan-to'g'ri **"nol emissiya"** afzalliklari bilan kelajak transporti yo'nalishini belgilab bermoqda.

Garchi ETV lar batareya ishlab chiqarishdagi **uglerod izi** va elektr energiyasi ishlab chiqarish manbasiga qarab o'zining ekologik chaqiriqlariga ega bo'lsa-da, qayta tiklanadigan energiya manbalariga global o'tish sharoitida ularning umumiy uglerod izi IYD ga nisbatan sezilarli darajada pastdir. Texnik ko'rik tizimlari ham shu transformatsiyaga moslashishi, ya'ni IYD ga xos nazorat usullaridan **yuqori texnologiyali elektr tizimlar va batareya diagnostikasiga** o'tishni talab qiladi. **O'zbekistonda** ETV lar infratuzilmasini (quvvatlash stansiyalari) jadal rivojlantirish va elektr energiyasini "yashil" manbalardan olishni ko'paytirish orqali ushbu o'tish davrida maksimal ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy foyda olish mumkin.

Foydalanilgan Adabiyotlar

1. Shamsiyev A. T. **"Avtomobil transport vositalarining ekspluatatsion xususiyatlari va samaradorligi"**. – Toshkent: Texnika nashriyoti, 2023.
2. Tursunov O. S. **"Energetik samaradorlik va iqlim o'zgarishi sharoitida avtomobil sanoati"**. // "Innovatsion texnologiyalar" ilmiy jurnali. – 2022. – № 4. – B. 45-58.



3. Abdullayev S. M. **"Elektr transport vositalari: Yuqori voltli tizimlarning xavfsizligi va texnik ko'rik talablari"**. – Samarqand: SamDU nashriyoti, 2024.
4. European Commission. **"Life Cycle Assessment of Electric Vehicles vs. Internal Combustion Engine Vehicles"**. Publications Office of the European Union, 2021. (Xalqaro hisobot).
5. Ismoilov Z. G'. **"IYD va ETV: Yo'l harakati xavfsizligi tizimidagi yangi diagnostika metodlari"**. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2023.
6. Smith J. C., Brown A. R. **"The Role of Renewable Energy in Decarbonizing the Transportation Sector"**. *Energy Policy Journal*. – Vol. 56. – 2020. – P. 112-130. (Xorijiy ilmiy manba).