

## EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE PARAMETERS AND OPERATING MODES OF HYBRID TRANSMISSION ENERGY SOURCES AND COMPONENTS ON THE PERFORMANCE OF THE VEHICLE

**O. A. Toychiyev**

*Independent researcher, Ph.D*

*Turin Polytechnic University in Tashkent*

*Tashkent, Uzbekistan*

### ABOUT ARTICLE

**Key words:** drive cycle, NEDC, WLTC, UDDS, hybrid drive, electric drive, internal combustion engine, fuel consumption, recuperation, friction braking, acceleration, speed.

**Received:** 02.12.23

**Accepted:** 04.12.23

**Published:** 06.12.23

**Abstract:** One of the main factors in choosing a particular make and model of a car is fuel consumption. However, car manufacturers provide indicators in the passport that are not accurate in actual use. This is partly due to the use of driving cycles during factory testing that do not reflect the actual speed limit under relevant (typical) conditions. This is especially true for urban conditions. It is known that even in the conditions of the same country, the condition of roads in cities comparable in terms of territory and population density, length of the road network, average speed of movement and the difference in its duration are significantly different stages (acceleration, steady speed movement, braking and stopping in megacities and small cities). In such conditions, for example, in urban conditions, it is a difficult task to find a typical driving cycle that most adequately reflects the dominant speed profiles of vehicles.

### TRANSPORT VOSITASINING ISHLASHIGA GIBRID UZATMALI ENERGIYA MANBALARI VA TARKIBIY QISMLARI PARAMETRLARI VA ISH REJIMLARINING TA'SIRINI BAHOLASH

**O. A. To'ychiyev**

*mustaqil izlanuvchisi, PhD*

*Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti*

*Toshkent, O'zbekiston*

---

**MAQOLA HAQIDA**

---

**Kalit soʻzlar:** harakat sikli, NEDC, WLTC, UDDS, gibrid yuritma, elektr yuritma, ichki yonuv dvigateli, yoqilgʻi isteʼmoli, rekuperatsiya, friksion tormozlanish, tezlanish, tezlik.

**Annotatsiya:** Avtomobilning maʼlum bir markasi va modelini tanlashda asosiy omillardan biri bu yoqilgʻi sarfidir. Biroq, avtomobil ishlab chiqaruvchilari pasportda haqiqiy foydalanishda aniq boʻlmagan koʻrsatkichlarni taqdim etadi. Bu qisman zavod sinovlari paytida tegishli (odatiy) sharoitlarda haqiqiy tezlik chegarasini aks ettirmaydigan haydash sikllaridan foydalanish bilan bogʻliq. Bu, ayniqsa, shahar sharoitlari uchun toʻgʻri keladi. Maʼlumki, hatto bir mamlakat sharoitida ham hudud va aholi zichligi, yoʻl tarmogʻining uzunligi boʻyicha taqqoslanadigan shaharlardagi yoʻllarning holati, harakatning oʻrtacha tezligi va uning davomiyligidagi farqni hisobga olmaganda, sezilarli darajada farqlanadi. turli bosqichlar (tezlanish, barqaror tezlikda harakatlanish, megapolislar va kichik shaharlarda tormozlash va toʻxtash). Bunday sharoitda, masalan, shahar sharoitida, transport vositalarining ustun tezlik profillarini eng munosib tarzda aks ettiradigan odatiy haydash siklini topish qiyin vazifadir.

---

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ИСТОЧНИКОВ  
ЭНЕРГИИ И КОМПОНЕНТОВ ГИБРИДНОЙ ТРАНСМИССИИ НА  
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБИЛЯ**

**О. А. Тойчиев**

*Независимый исследователь, PhD*

*Туринского политехнического университета в Ташкенте*

*Ташкент, Узбекистан*

---

**О СТАТЬЕ**

---

**Ключевые слова:** ездовой цикл, NEDC, WLTC, UDDS, гибридный привод, электропривод, двигатель внутреннего сгорания, расход топлива, рекуперация, фрикционное торможение, ускорение и скорость.

**Аннотация:** Одним из основных факторов при выборе той или иной марки и модели автомобиля является расход топлива. Однако производители автомобилей указывают в паспорте показатели, не точные при реальной эксплуатации. Частично это связано с использованием во время заводских испытаний ездовых циклов, которые не отражают фактическое ограничение скорости в соответствующих (типичных) условиях. Особенно это актуально для городских условий. Известно, что даже в условиях одной страны состояние дорог в городах, сопоставимых по территории и плотности населения, протяженности

---

дорожной сети, средней скорости движения и разнице в его продолжительности, существенно различаются. различных этапах (разгон, устойчивое скоростное движение, торможение и остановка в мегаполисах и малых городах). В таких условиях, например, в городских условиях, становится сложной задачей найти типовой ездовой цикл, наиболее адекватно отражающий доминирующие профили скорости движения автомобиля. транспортные средства.

## KIRISH

Odatda tezlikning joriy vaqtga bog'liqligini ifodalovchi haydash sikllari avtomobil transportining ekspluatatsion xususiyatlarini, xususan, yangi ishlab chiqarilgan va ishlatilayotgan transport vositalarining yoqilg'i samaradorligini, shuningdek ularning ekologik tozaligini baholash uchun keng qo'llaniladi. Shahar va aralash sikllarda yoqilg'i iste'moli avtomobilning eng muhim xususiyati hisoblanadi.

Ushbu ko'rsatkich avtomobilning tejamkorligini uni aniqlash uchun foydalanilgan mos yozuvlar sikli haqiqiy ish sharoitlariga mos kelishi sharti bilan obyektiv baholashni ta'minlaydi.

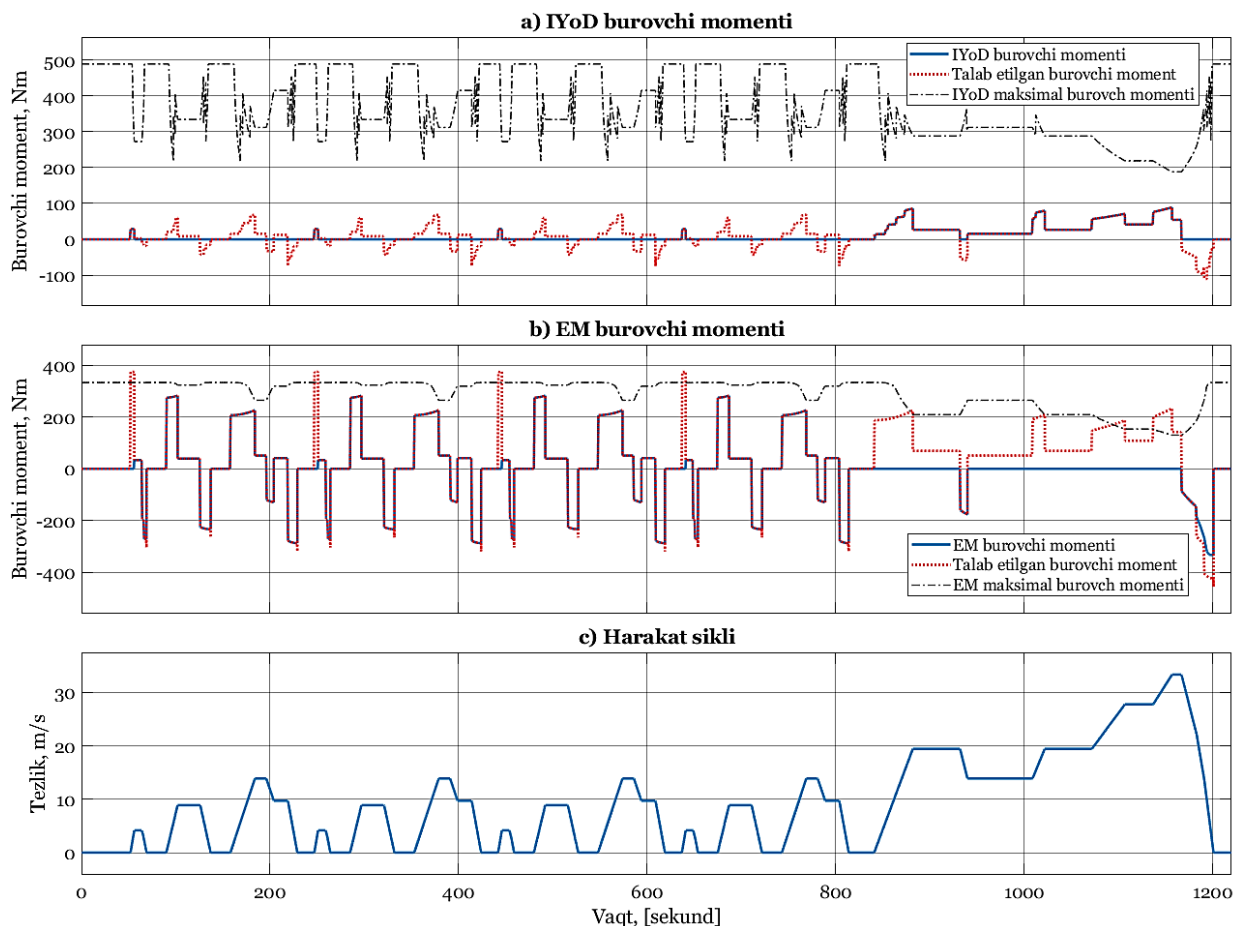
Jahon amaliyotida standartlashtirilgan, avtomobillarni yoqilg'i samaradorligi bo'yicha sinovdan o'tkazish uchun rasman tasdiqlangan tezlik profili shablonlari qo'llaniladi. Qoidaga ko'ra, bunday sikllar modal va modal bo'lmagan turga bo'linadi. Modal sikllar orasida eng mashhurlari yapon sikllari 10-15 Mode va JC08, Yevropa NEDC, MNEDC, WLTC, shuningdek AQSHda UDDS. Eng mashhur modal bo'lmaganlarga FTP-75 (AQSh) va Hyzem (Yevropa Ittifoqi) kiradi. Modal haydash sikllari doimiy tezlik bilan fazalarning sezilarli davomiyligi bilan tavsiflanadi, modal bo'lmagan haydash tsikllari esa deyarli butunlay vaqtinchalik rejimlardan iborat (qo'zg'alish, tezlanish).

Haydash sikllarini olishning ikkita asosiy usuli mavjud: vakillik yo'llari tarmog'i bo'ylab harakatlanishda tezlik o'zgarishini to'g'ridan-to'g'ri qayd etish va odatdagi ish sharoitida, masalan, shaharda avtomobil tezligi profillari bo'yicha statistik ma'lumotlarni qayta ishlashga asoslangan sikl sintezi. Birinchi usul oddiyroq, ammo standart sifatida foydalanilganda xatolik yuqori. Oddiy siklni sintez qilish nazariy jihatdan katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlashni va eng muhimi, yo'l tarmog'ining sinov uchastkalarida mehnat talab qiladigan sinovlarni o'z ichiga oladi. Bunday testlarni tashkil etish, maxsus jihozlangan transport vositalaridan tashqari, bir qator cheklovlarga rioya qilishni, masalan, haydovchilarning tegishli malakasini va haydash algoritmini tartibga solishni talab qiladi.

## ASOSIY QISM

Ma'lumki, sun'iy odatiy haydash davrlarini olish ko'p vaqt talab qiladigan jarayondir va ko'pincha natijada paydo bo'lgan tezlik sxemasi endi o'zgaruvchan yo'l sharoitlariga mos kelmaydi. Misol uchun, hali ham qo'llaniladigan Yevropa NEDC sikli 1980-yillarda ishlab chiqilgan. Biroq, maqbul vaqt oralig'ida statistik ma'lumotlardan olingan adekvat tipik haydash sikllariga bo'lgan ehtiyoj saqlanib qolmoqda. Uzoq muddatli eksperimental tadqiqotlar muammosini hal qilish uchun butun dunyoda keng tarqalgan onlayn sun'iy yo'ldosh monitoringining joriy ma'lumotlar bazalaridan foydalanish mumkin.

Monitoring tizimlarining barcha serverlari tomonidan yaratilgan haydash tezligi hisobotlari asosida haydash siklini sintez qilish uchun statistik material sifatida faqat yangilanish muddati yetarlicha qisqa bo'lganlar mos keladi. Biroq, hozirgi minimal tezlikni yangilash chastotasi bir soniya bilan olingan tezlik rejimlari ham oldindan ishlov berishni talab qiladi. Buning sababi shundaki, tezlik qiymatlari GNSS tizimi tomonidan sun'iy yo'ldoshdan olingan koordinatalar asosida hisoblab chiqiladi va sezilarli mahalliy xatolik beradi va u ham ijobiy, ham salbiy bo'lishi mumkin. Buning uchun spektral ma'lumotlarni tahlil qilish vositalaridan foydalangan holda ma'lumotlarni kattalashtirishdan foydalanishingiz mumkin, masalan, Wavelet transformatsiyasi. GNSS monitoring ma'lumotlarini ma'lum bir tafsilotga yaqinlashtirish tezlik profilining butun maydoni bo'ylab chegaralarni tekislash imkonini beradi.



## Rasm 1. NEDC harakat sikli

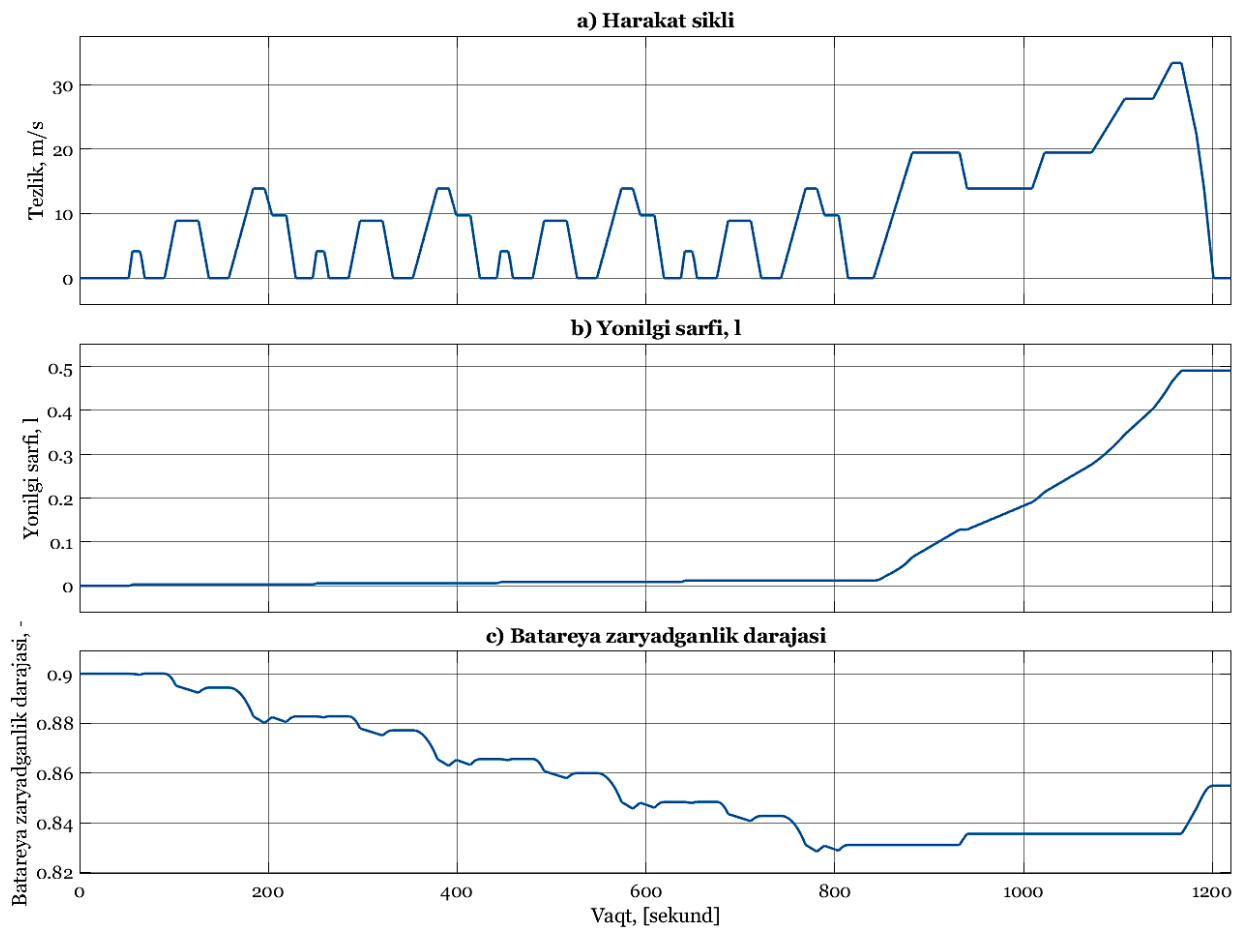
a) Ushbu grafikda NEDC harakat siklida IYoD maksimal burovchi momenti ( $T_{IYoD.max}$ ) qora nuqta-uzuk chiziq (-----) bilan berilgan. Talab etilgan burovchi moment ( $T_{req}$ ) qizil nuqta-nuqta chiziq (.....) bilan ko'rsatilgan. IYoD tomonidan berilgan burovchi moment ( $T_{IYoD}$ ) ko'k uzluksiz chiziq (—) orqali ifodalangan.

b) Mazkur grafikda NEDC harakat siklida IYoD maksimal burovchi momenti ( $T_{IYoD.max}$ ) qora nuqta-uzuk chiziq EM maksimal burovchi momenti ( $T_{EM.max}$ ) qora nuqta-uzuk chiziq (-----) bilan berilgan. G'ildiraklardagi talab etilgan burovchi moment ( $T_k$ ) qizil nuqta-nuqta chiziq (.....) bilan ko'rsatilgan. EM tomonidan berilgan burovchi moment ( $T_{EM}$ ) ko'k uzluksiz chiziq (—) orqali ifodalangan.

c) Ushbu grafik NEDC harakat siklida davomida tezlikning o'zgarishini ifodalaydi.

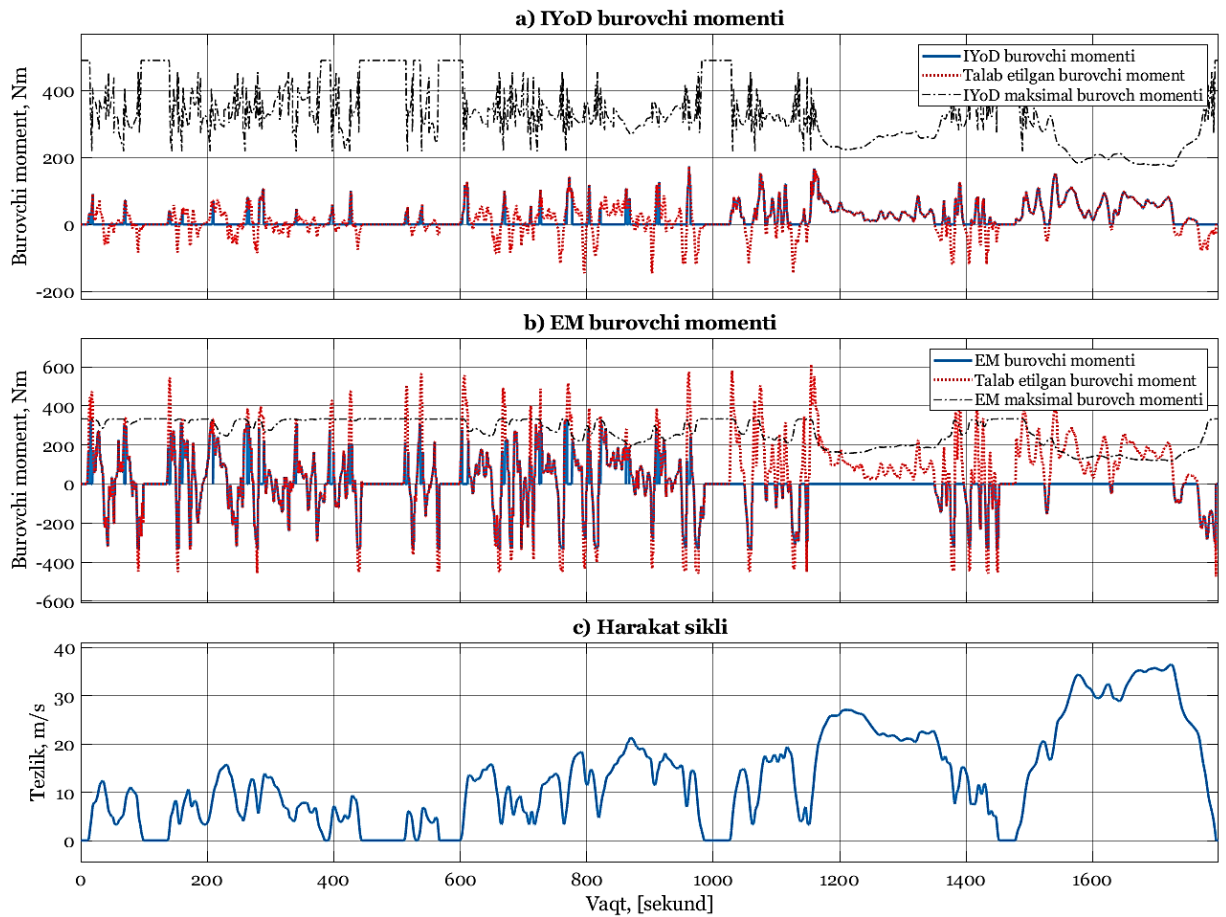
Grafiklarda zaruriy burovchi moment elektr mashinasi burovchi momentidan katta bo'lgan holda to'liq harakat uchun zarur burovchi moment IYoD tomonidan ta'minlanganini ko'rishimiz mumkin. Bu holda EM burovchi momenti nolga teng bo'ladi.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, NEDC siklining magsitral qismida (800-sekunddan so'ng) elektr mashinasi umuman ishtirok etmaydi, aksincha IYoD to'liq zaruriy burovchi momentni ta'minlaydi. Butun harakat sikli davomida EM burovchi momenti talab etilgan burovchi momentning -250 dan 250 gacha bo'lgan diapozonida faol ishtirok etganini ko'rish mumkin. Demak, ushbu diapozonda EM burovchi moment musbat holatida tortish rejimida, manfiy holatlarda esa, rekuperatsiya rejimida ishlaydi. 800-sekunddan keyin esa faqat rekuperativ tormozlanishni ta'minlaydi. 1000-1200-sekundlar oralig'ida esa IYoD burovchi momentining egri chizig'i talab etilgan burovchi moment egri chizig'i bilan ustma-ust tushgan. Bu esa, ushbu oraliqda ichki yonuv dvigatelinig talab etilgan burovchi momentni to'liq ta'linlab berganini anglatadi. Aynan shu oraliqda EM burovchi momenti ishtirok etmagan. 1000-1200-sekund oralig'ida tezlik 80-110 km/soatgacha yetgan.



Rasm 2. NEDC harakat sikli: a) Harakat sikli b) Yonilg‘i sarfi c) Batareya zaryadlanlik darajasi

1000 sekunddan keyin asosan magistral harakat rejimida IYoD ishlaganligi sababli, yonilg‘i sarfi keskin o‘zgarishini kuzatish mumkin. Harakat siklining shahar qismida asosan batareya zaryadlanlik darajasining (SOC) kamayishi kuzatiladi (800-sekundga qadar). Magistral harakat rejimida asosan EM rekuperativ tormozlash jarayonlari sababli, batareya zaryadi o‘shishini kuzatish mumkin. Ichki yonuv dvigatelining yoqilg‘i sarfi keskin oshgan oraliqda avtomobil tezligining ham keskin oshganligini ham kuzatish mumkin, bu esa tyuningli gibrid rejimining har xil tezlik va burovchi momentda har xil ta‘minlovchi manba (EM yoki IYoD) tanlayotganini bildiradi.



Rasm 3. WLTC harakat sikli: a) IYoD burovchi momenti, b) EM burovchi momenti va c) harakat sikli bo'yicha tezlikning o'zgarish grafiki

d) Bu grafikda WLTC harakat siklida IYoD maksimal burovchi momenti ( $T_{IYoD.max}$ ) qora nuqta-uzuk chiziq (.....) bilan berilgan. Talab etilgan burovchi moment ( $T_{req}$ ) qizil nuqta-nuqta chiziq (.....) bilan ko'rsatilgan. IYoD tomonidan berilgan burovchi moment ( $T_{IYoD}$ ) ko'k uzluksiz chiziq (—) orqali ifodalangan.

e) Mazkur grafikda WLTC harakat siklida IYoD maksimal burovchi momenti ( $T_{IYoD.max}$ ) qora nuqta-uzuk chiziq EM maksimal burovchi momenti ( $T_{EM.max}$ ) qora nuqta-uzuk chiziq (.....) bilan berilgan. G'ildiraklardagi talab etilgan burovchi moment ( $T_k$ ) qizil nuqta-nuqta chiziq (.....) bilan ko'rsatilgan. EM tomonidan berilgan burovchi moment ( $T_{EM}$ ) ko'k uzluksiz chiziq (—) orqali ifodalangan.

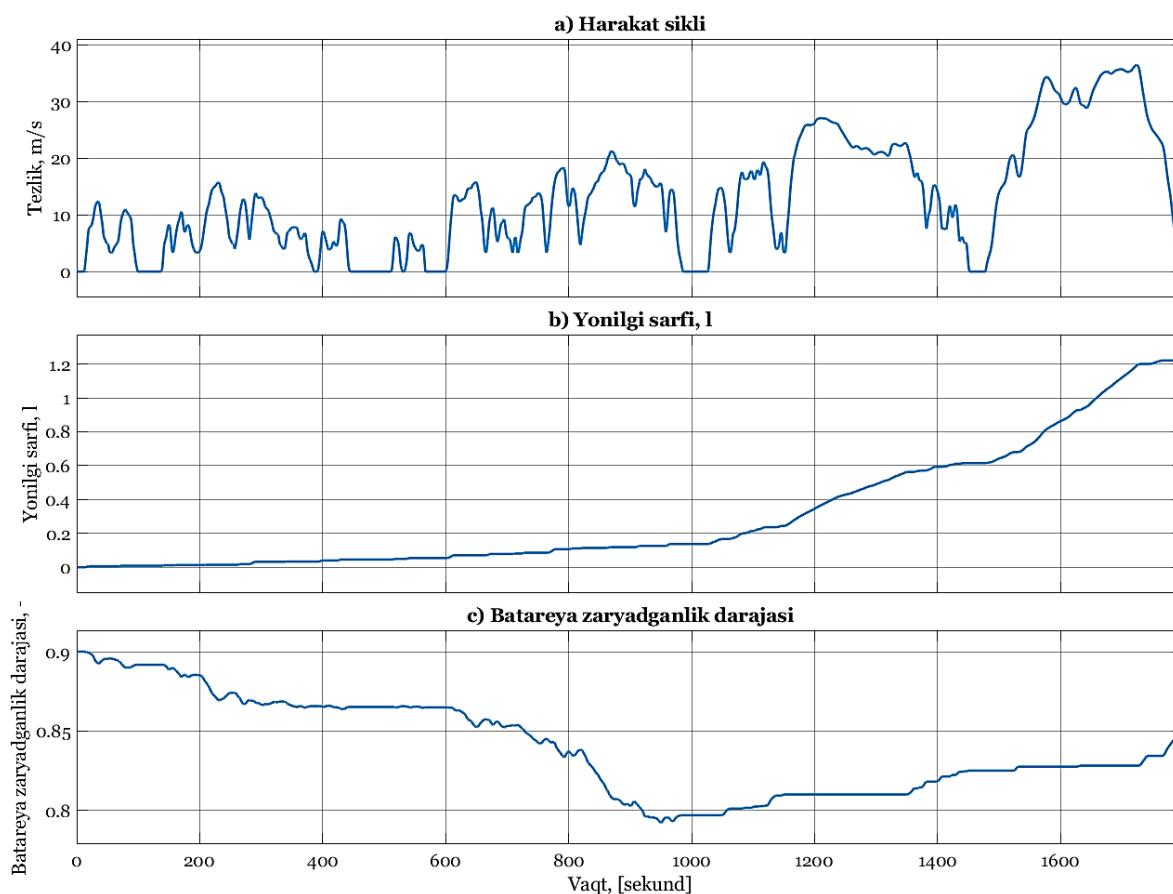
f) Ushbu grafik WLTC harakat siklida davomida tezlikning o'zgarishini ifodalaydi.

Zaruriy burovchi moment elektr mashinasi burovchi momentidan katta bo'lgan holda to'liq harakat uchun zarur burovchi moment IYoD tomonidan ta'minlanganini ko'rishimiz mumkin. Bu holda EM burovchi momenti nolga teng bo'ladi.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, WLTC siklininif magsitral qismida elektr mashinasi umuman ishtirok etmaydi, aksincha IYoD to'liq zaruriy burovchi momentni ta'minlaydi. Magistal siklda faqatgina tormoz jarayonida EM recuperative tormozlash rejimida ishlaydi. Bunda ba'zi hollarda



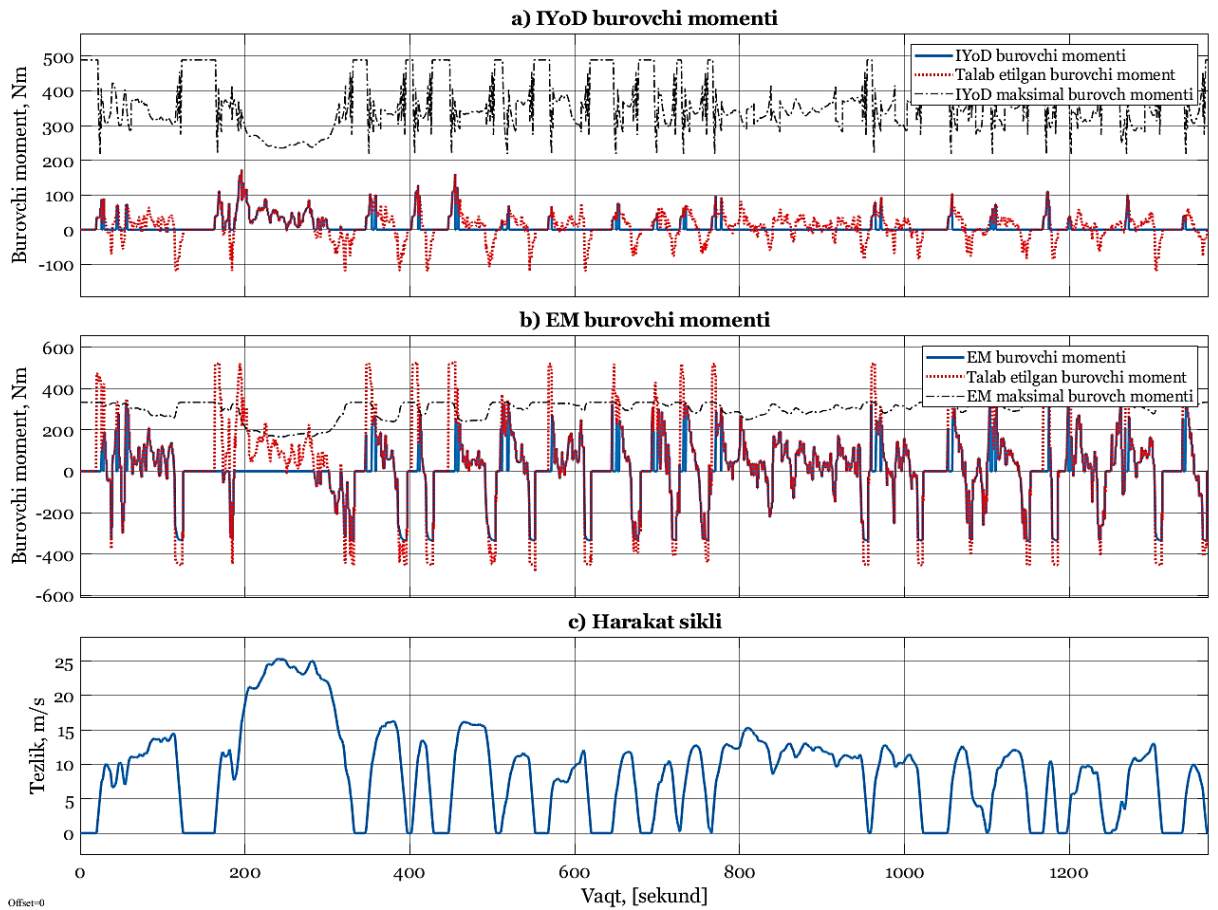
rekuperativ+friksion tormozlash amalga oshiriladi. *a*, *b* va *c* grafiklar solishtirilganda, *b* grafikda tasvirlangan holatda 1000-sekunddan keyin EM burovchi momenti nol va manfiy qiymatga o'zgarishi ma'lum bo'ladi. Talab etilgan burovchi moment manfiy qiymatga -250 Nm qiymatgacha tushganda EM burovchi momenti bilan bir chiziqda joylashgan. -250 Nm dan past qiymatda esa faqat talab etilgan burovchi momentning o'zi tasvirlangan. Shundan kelib chiqib aytish mumkinki, -250 Nm talab etilgan burovchi momentda rekuperativ tormozlanish amalga oshmoqda, undan pastda esa friksion tormozlanish kuzatiladi.



Rasm 4. WLTC harakat sikli: a) harakatsiklida tezlik o'zgarishi, b) yonilg'iz sarfining harakat siklida o'zgarishi, c) batареya zaryadlanganlik darajasi

1000 sekunddan keyin asosan magistral harakat rejimida IYoD ishlaganligi sababli, yonilg'i sarfi keskin 3o'zgarishini kuzatish mumkin. Harakat siklining shahar qismida asosan batареya zaryadlanganlik darajasining (SOC) kamayishi kuzatiladi. Magistral harakat rejimida asosan EM recuperative tormozlash jarayonlari sababli, batареya zaryadi o'sishini kuzatish mumkin.





Rasm 5. UDDS harakat sikli: a) IYoD burovchi momenti, b) EM burovchi momenti va c) harakat sikli bo'yicha tezlikning o'zgarish grafiki

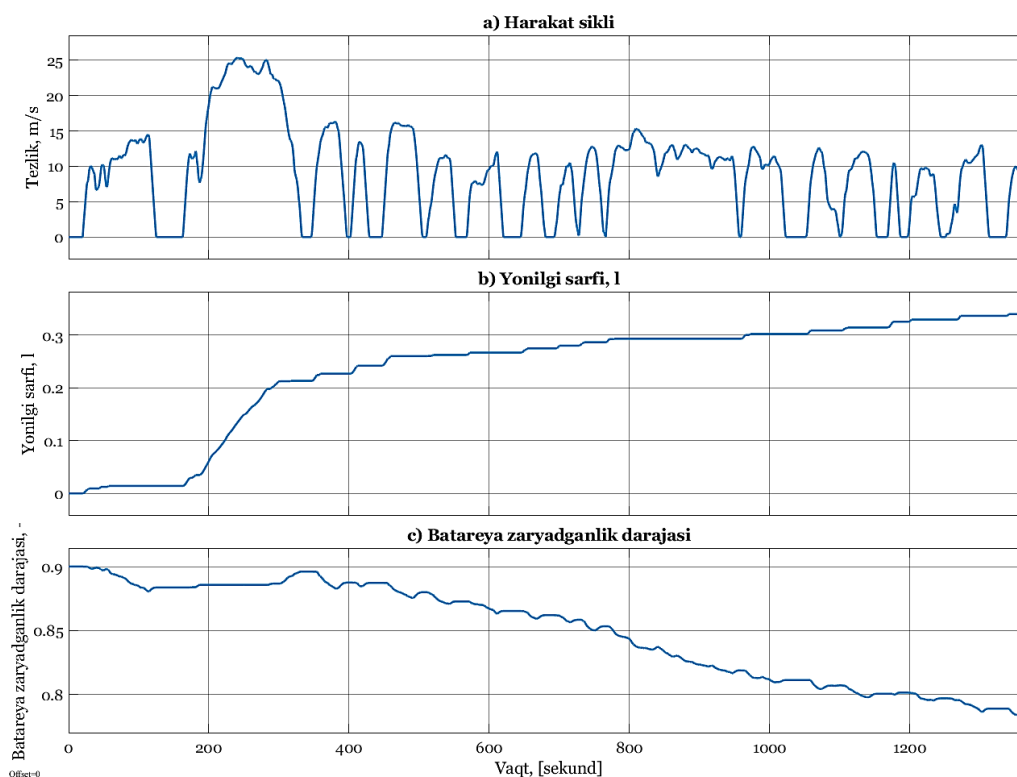
a) Bu grafikda UDDC harakat siklida IYoD maksimal burovchi momenti ( $T_{IYoD.max}$ ) qora nuqta-uzuk chiziq (.....) bilan berilgan. Talab etilgan burovchi moment ( $T_{req}$ ) qizil nuqta-nuqta chiziq (.....) bilan ko'rsatilgan. IYoD tomonidan berilgan burovchi moment ( $T_{IYoD}$ ) ko'k uzluksiz chiziq (—) orqali ifodalangan.

b) Mazkur grafikda UDDC harakat siklida IYoD maksimal burovchi momenti ( $T_{IYoD.max}$ ) qora nuqta-uzuk chiziq EM maksimal burovchi momenti ( $T_{EM.max}$ ) qora nuqta-uzuk chiziq (.....) bilan berilgan. G'ildiraklardagi talab etilgan burovchi moment ( $T_k$ ) qizil nuqta-nuqta chiziq (.....) bilan ko'rsatilgan. EM tomonidan berilgan burovchi moment ( $T_{EM}$ ) ko'k uzluksiz chiziq (—) orqali ifodalangan.

c) Ushbu grafik UDDC harakat siklida davomida tezlikning o'zgarishini ifodalaydi.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, UDDS siklda EM butun harakat sikli davomida -200 Nm dan 200 Nm gacha bo'lgan burovchi moment talab etilganda faol ishlaydi. UDDS siklida esa ushbu oraliq butun harakat davomida kuzatilmoqda. UDDS harakat siklida ham ba'zi hollarda rekuperativ+friksion tormozlash amalga oshiriladi. *a*, *b* va *c* grafiklar solishtirilganda, *b* grafikda tasvirlangan holatda 1000-sekunddan keyin EM burovchi momenti nol va manfiy qiymatga o'zgargani ma'lum bo'ladi. Talab etilgan burovchi moment manfiy qiymatga -200 Nm

qiymatgacha tushganda EM burovchi momenti bilan bir chiziqda joylashgan.  $-200$  Nm dan past qiymatda esa faqat talab etilgan burovchi momentning o'zi tasvirlangan. Shundan kelib chiqib aytish mumkinki,  $-200$  Nm talab etilgan burovchi momentda rekuperativ tozmozlanish amalga oshmoqda, undan pastda esa friksion tormozlanish kuzatiladi.



Rasm 6 UDDS harakat sikli: a) harakatsiklida tezlik o'zgarishi, b) yonilg'iz sarfining harakat siklida o'zgarishi, c) batareya zaryadlanganlik darajasi

6-rasmdagi grafiklardan ko'rinib turibdiki, EM faol ishlashi natijasida butun harakat sikli davomida batareya energiya sarflab, rekuperativ tormozlanish natijasida kam miqdorlarda energiya yig'ib bormoqda. 200-sekunddan keyin ichki yonuv dvigatelining ham yonilg'i sarfi o'zgarishini kuzatish mumkin.

## XULOSA

Eksperimentni tashkil etishning tavsiya etilgan usullari va yondashuvlari transport vositalarining odatiy harakat sikllarini sintez qilishda eksperimental tadqiqotlar hajmini sezilarli darajada kamaytiradi. Bu, o'z navbatida, ularni olish uchun ketadigan vaqtni sezilarli darajada qisqartiradi va shuning uchun standartlashtirilgan tezlik rejimlari bilan real ish sharoitlarini takrorlashning yetarliligini oshiradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Chen Q., Shu H., Chen L. Simulation analysis of cogging torque of permanent magnet synchronous motor for electric vehicle. Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 26, Issue 12, 2012, p. 4065-40718.

2. Gao, Yimin and Mehrdad Ehsani. "Design and control methodology of plug-in hybrid electric vehicles." *2008 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference* (2010): 1-6.
3. M. Ehsani, Y. Gao, S.E Gays and A. Emadi, *Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicle--Fundamentals, Theory and Design*", CRC press, 2005.
4. Tiano, Francesco Antonio et al. "Design and Optimization of a Charging Station for Electric Vehicles based on Compressed Air Energy Storage." *IFAC-PapersOnLine* 51 (2018): 230-235.
5. Eckert, J.J.; Santiciolli, F.M.; Silva, L.C.d.A.e.; Corrêa, F.C.; Dedini, F.G. Design of an Aftermarket Hybridization Kit: Reducing Costs and Emissions Considering a Local Driving Cycle. *Vehicles* 2020, 2, 210-235. <https://doi.org/10.3390/vehicles2010012>
6. Rizzo, G.; Naddeo, M.; Pisanti, C. Upgrading conventional cars to solar hybrid vehicles. *Int. J. Powertrains* 2018, 7, 249–280.