

**GIBRID TRANSPORT VOSITALARINI UTILIZATSIYA QILISH
ZARURIYATI VA UNING OLDINI OLISH SHARTLARI****Usmonov Sherzod Anvarjon o'g'li***Toshkent Davlat Transport Universiteti**Ichki yonuv dvigatellari yo'nalishi, 2-kurs magistranti.**Manzil: Temiryo'lchilar ko'chasi 1, Mirabod tumani,**+998712990001 | rektorat@tstu.uz*

Annotatsiya: *Gibrid transport vositalari akkumulyatorlarini utilizatsiya qilish zaruriyati va "Ikkinchi hayot" (Second-life) konsepsiyasining iqtisodiy samaradorligi: O'zbekiston misolida. Ushbu maqolada gibrid va elektr transport vositalari akkumulyatorlarini utilizatsiya qilishning dolzarbligi ekologik xavfsizlik, resurslarni qaytarish va texnik xavfsizlik nuqtayi nazaridan tahlil qilingan. Tadqiqotda rivojlangan davlatlarning utilizatsiya sohasidagi uch bosqichli evolyutsion tajribasi — xavfli chiqindi sifatida ko'rishdan tortib, zamonaviy gidrometallurgiya va "yopiq sikl" (Circular Economy) tamoyillarigacha bo'lgan yo'li o'rganilgan.*

Maqolaning markaziy qismida O'zbekistonning ortib borayotgan elektromobil bozori (BYD, Leapmotor va h.k.) uchun eng maqbul yechim sifatida "Second-life" (Ikkinchi hayot) konsepsiyasi taklif etiladi. Muallif tomonidan keltirilgan matematik model va iqtisodiy tahlil shuni ko'rsatadiki, eskirgan gibrid batareyalaridan statsionar energiya saqlash tizimlarida foydalanish yangi akkumulyator sotib olishga qaraganda 2.5–3 baravar arzonroq tushadi. Maqola yakunida rivojlangan davlatlar tajribasini (EPR tizimi, avtomatlashtirish, materiallar qaytishi) mahalliy sharoitga tatbiq etish bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar berilgan.

Tayanch so'zlar: *Gibrid transport vositalari, litiy-ion akkumulyatorlar, utilizatsiya, gidrometallurgiya, Second-life, aylanma iqtisodiyot, energiya samaradorligi, O'zbekiston avtomobil bozori.*

Abstract: *This article discusses the necessity of recycling hybrid and electric vehicle (HEV/EV) batteries and analyzes the economic efficiency of the "Second-life" concept within the context of Uzbekistan. The study examines the three-stage evolutionary experience of developed nations in battery recycling—from hazardous waste management to modern hydrometallurgy and circular economy principles. The author proposes the "Second-life" model as a strategic solution for Uzbekistan's rapidly growing EV market (e.g., BYD, Leapmotor), demonstrating through mathematical modeling that repurposing spent batteries for stationary energy storage is 2.5–3 times more cost-effective than purchasing new units. The paper concludes with recommendations for implementing international practices such as Extended Producer Responsibility (EPR) and automated recycling systems locally.*

Keywords: *Hybrid electric vehicles, lithium-ion batteries, recycling, hydrometallurgy, Second-life, circular economy, energy efficiency, Uzbekistan automotive market.*

Nima sababdan utilizatsiya qilinadi?

Utilizatsiya qilishning uchta asosiy ustuni mavjud:

- Ekologik xavfsizlik: Gibrid avtomobil batareyalari (Li-ion, NiMH) tarkibida litiy, kobalt, nikel va kislotalar mavjud. Agar ular oddiy chiqindi poligonlariga tashlansa, vaqt o'tishi bilan qobiq yemiriladi va zaharli moddalar yer osti suvlariga qo'shiladi.

- Iqtisodiy manfaat (Resurslarni qaytarish): Batareya tarkibidagi metallar "nodir" hisoblanadi. Ularni qayta ishlab olish (recycling) yangi konda qazib olishdan ko'ra arzonroq va energiya jihatidan samaraliroqdir.

- Xavfsizlikni ta'minlash: Muddatini o'tagan yoki shikastlangan yuqori kuchlanishli akkumulyatorlarda o'z-o'zidan yonish (thermal runaway) yoki qisqa tutashuv xavfi yuqori bo'ladi.

Bunga qo'shimcha qo'shish bilan birgalikda deyarli elektromobillar va gibrid transport vositalari insonlarga 7-10 yilgacha o'z xizmatini o'taydi yoki baxtsiz xodisa tufayli yo'l harakati qoidalarini buzilgani tufayli avariya holatlari kuzatilganda ushbu transport vositalari utilizatsiya qilinishiga majbur bo'ladi. Bilamizki O'zbekistonda hozirgi yaqin 5 yil ichida gibrid (HV) va elektromobillar (EV) soni sezilarli oshgan masalan BYD, Leapmotor, shular jumlasidan, lekin shunday bo'lishiga qaramasdan bizda bunday transport vositalarini utilizatsiya qilish jarayonlari to'liq tashkil qilinmagan va yetarlicha markazlar tashkil qilinmagan. Shuning uchun biz rivojlangan davlatlarning ushbu jarayonlarga qanday qilib bosqichma bosqich qanday o'tganini andoza sifatida o'rganishimiz kerak.

1. Birinchi bosqich: "Xavfli chiqindi" sifatida qarash (2000-2010 yillar)

Gibrid avtomobillar (masalan, Toyota Prius ning ilk modellari) ommalashgan davrda, ularning batareyalari (asosan Nikel-metall-gidrid - NiMH) shunchaki xavfli sanoat chiqindisi deb hisoblangan.

- Yondashuv: Batareyalar yig'ib olingan va poligonlarda maxsus betonlangan bunkerlarda saqlangan yoki oddiygina yoqib yuborilgan (insineratsiya).

- Muammo: Qimmatbaho metallar isrof bo'lgan va atrof-muhitga zaharli gazlar ajralib chiqqan.

- Natija: Davlatlar utilizatsiya uchun maxsus "ekologik soliqlar" joriy qila boshlagan.

2. Ikkinchi bosqich: Pirometallurgiya va boshlang'ich qayta ishlash (2010-2020 yillar)

Litium-ion batareyalarning keskin ko'payishi bilan rivojlangan davlatlar ularni eritish orqali metallarni ajratib olishga o'tdi.

- Jarayon: Batareyalar yuqori haroratli pechlarda ($\$1000-1200^{\circ}\text{C}$) eritilgan.

- Yutug'i: Kobalt, nikel va mis kabi og'ir metallarni ajratib olish imkoni tug'ildi.
- Kamchiligi: Litiy va marganes kabi eng muhim elementlar shlak (chiqindi) ko'rinishida isrof bo'lgan. Shuningdek, jarayon juda ko'p energiya talab qilgan va atmosfera ifloslanishi yuqori bo'lgan.

3. Uchinchi (Hozirgi) bosqich: Gidrometallurgiya va "Yopiq sikl" (2020-yildan hozirgacha)

Hozirda rivojlangan davlatlar "Circular Economy" (Aylanma iqtisodiyot) tamoyiliga to'liq o'tgan.

- Gidrometallurgiya: Batareyalar mexanik maydalangandan so'ng, maxsus kislotali eritmalarda eritiladi. Bu usul litiyni ham 95% gacha samaradorlik bilan qayta ajratib olish imkonini beradi.

- Second-life (Ikkinchi hayot): Avtomobildan yechilgan batareya darhol utilizatsiya qilinmaydi. Avval uning qoldiq quvvati tekshirilib, quyosh panellari uchun energiya saqlagich sifatida 5-8 yil qayta ishlatiladi.

- Raqamli monitoring: Yevropa Ittifoqida 2026-yildan boshlab barcha batareyalar uchun "Battery Passport" (Batareya pasporti) tizimi majburiy bo'ladi. Bu batareyaning ishlab chiqarilganidan to utilizatsiya qilinguniga qadar bo'lgan barcha bosqichlarini onlayn kuzatish imkonini beradi.

Rivojlangan davlatlarning hozirgi kundagi asosiy farqlari (O'zbekiston uchun dars)

Xususiyati	Rivojlangan davlatlardagi hozirgi holat	O'zbekiston uchun ahamiyati
EPR tizimi	Ishlab chiqaruvchi utilizatsiya uchun 100% mas'ul.	Importyorlarga majburiyat yuklash zarur.
Avtomatlashtirish	Robotlar batareyani xavfsiz qismlarga ajratadi.	Inson omilini kamaytirish (xavfsizlik uchun).
Materiallar qaytishi	Yangi batareyalarning 30% i qayta ishlangan metallardan tayyorlanadi.	Xomashyo importiga qaramlikni kamaytiradi.

Shuni yodda tutishimiz kerakki utilizatsiya shunchaki eskirgan yoki eskirish havfi bor transport vositalarini yo'q qilish jarayoni emas. Bu jarayonlar ekologik va iqtisodiy jarayonlarni ham o'z ichiga oladi. Doim utilizatsiya qilish yechim sifatida olish ba'zan har doim ham to'g'ri ish emas. Ushbu jarayonlardan oldin second- life

Jarayoni juda ham zarur .

Gibrid avtomobil batareyalarining "Ikkinchi hayot" (Second-life) bosqichi O'zbekiston iqtisodiyoti uchun eng samarali yo'nalish hisoblanadi. Chunki batareya avtomobil uchun yaroqsiz bo'lib (quvvati 70-80% ga tushganda), u statsionar energiya saqlash tizimi sifatida yana 5-10 yil xizmat qilishi mumkin.

Quyida ushbu jarayonning iqtisodiy samaradorligini matematik model va qiyosiy tahlil orqali ko'rib chiqamiz.

1. Iqtisodiy samaradorlikni hisoblash modeli

Gibrid batareyani utilizatsiya qilish o'rniga qayta ishlatishdan olingan sof foyda (E_{total}) quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$E_{total} = (C_{new} - C_{used}) - (C_{adapt} + C_{maint})$$

Bunda:

- C_{new} : Yangi energiya saqlash akkumulyatorining bozor narxi.
- C_{used} : Gibrid avtomobildan olingan eskirgan batareyaning qoldiq qiymati.
- C_{adapt} : Batareyani yangi tizimga moslashtirish (inverter, kontroller, korpus) xarajatlari.
- C_{maint} : Eksploatatsiya davridagi xizmat ko'rsatish xarajatlari.

Amaliy misol (O'zbekiston bozor narxlarida):

Tasavvur qilaylik, bizga 10 kVt/soat quvvatga ega tizim kerak:

1. Yangi batareya sotib olish: Taxminan 1500–2000 USD.
2. Gibrid batareyasidan foydalanish:
 - o Eskirgan batareya narxi: 300–400 USD.
 - o Moslashtirish va inverter: 250 USD.
 - o Jami xarajat: 550–650 USD.

Xulosa: "Ikkinchi hayot" tizimi yangi tizimga qaraganda 2.5–3 baravar arzonroq tushadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Melnikov, A. V. (2024). *Ekonomika vtorichnogo ispolzovaniya litievix batarey v selskix regionax*. Moskva: Politex.
2. Statista Research Department. (2025). *Market value of second-life electric vehicle batteries worldwide 2020-2030*. New York.
3. Yusupov, Sh., & Toshmatov, Z. (2026). *O'zbekiston energetika tizimida akkumulyatorli rezervlarning roli*. Toshkent: Iqtisodiyot va moliya nashriyoti.
4. International Journal of Energy Research. (2025). "Cost-benefit analysis of repurposed EV batteries for residential storage". Vol. 49, Issue 4.