



AVTOMOBILSOZLIK SANOATI KORXONALARIDA ENERGIYA ISTE'MOLINI MEYORLASHTIRISH VA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARNI TADKIK QILISH.

Dotsent A.A.Badalov

PhD. Sh.Y.Qaraqulov

Magistr J.S.Qodirjonov

(Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19763370>

ARTICLE INFO

Received: 14th April 2026

Accepted: 15th April 2026

Published: 24th April 2026

KEYWORDS

*avtomobilsozlik sanoati;
energiya iste'moli; energiya
me'yorlashtirish; energiya
samaradorligi; energiya boshqaruvi;
ishlab chiqarish tizimi.*

ABSTRACT

Avtomobilsozlik sanoati korxonalarida energiya iste'moli katta ulushga ega bo'lib, uni me'yorlashtirish va energiya samaradorligini oshirish sanoat korxonalarining raqobatbardoshligini ta'minlash hamda atrof-muhitga bo'lgan salbiy ta'sirini kamaytirish nuqtai nazaridan muhimdir. Ushbu maqolada avtomobilsozlik korxonalarida energiya iste'molini tahlil qilish, me'yorlashtirish ko'rsatkichlari va energiya samaradorligini oshirish usullari metodologik jihatdan ko'rib chiqildi. Natijalar asosida korxonalarda energiya boshqaruvi, zamonaviy texnologiyalar joriy etilishi hamda operatsion usullar orqali energiya tejash imkoniyatlari muhokama qilindi. Ushbu tadqiqot sanoat korxonalarida energiya samaradorligini oshirish bo'yicha amaliy tavsiyalarni taklif etadi.

Kirish

Avtomobilsozlik sanoati — metall qismi, yig'ma ishlab chiqarish, bo'yoq va qoplash, robotlashtirilgan yig'ish kabi ko'plab jarayonlarni o'z ichiga oladi. Bu jarayonlar yuqori miqdorda elektr energiyasi, bug', gaz va boshqa resurslar iste'molini talab qiladi. Masalan, AQShning avtomobil yig'ish sanoati yiliga taxminan 3,6 mlrd AQSh dollarigacha energiya xarajatiga ega ekanligi qayd etilgan. Shunday ekan, energiya sarfini kamaytirish va samarali boshqarish korxonalarida xarajatlarni pasaytirish hamda ekologik yukni kamaytirishda muhim o'rin tutadi.

Energiya samaradorligini oshirish — bu foyda (ishlab chiqarish mahsuldorligi, xarajatlarni kamaytirish) va ekologik ta'sirni minimallashtirishni o'z ichiga oladi. Korxonada energiya iste'molini me'yorlashtirish esa iste'mol parametrlarini ishlab chiqarish miqdori yoki mahsulot hajmiga nisbat bilan belgilashni anglatadi. Ushbu maqolada avtomobilsozlik korxonalarida energiya iste'molini me'yorlashtirish ko'rsatkichlari va samaradorligini oshirish usullarini metodologik jihatdan tahlil qilamiz.

Metodologiya

Tadqiqot quyidagi bosqichlarda olib borildi:

1. Avtomobilsozlik sanoatida energiya iste'moli va samaradorlik bo'yicha mavjud adabiyotlarni o'rganish. Masalan, An Integrated approach to energy efficiency in automotive manufacturing systems: quantitative analysis and optimisation maqolasida korxonalarda HVAC sistemasi orqali 10–15 %gacha energiya tejash mumkinligi ko'rsatilgan.
2. Energiya foydalanuvchi jarayonlarni (masalan, bo'yoq liniyasi, yig'ish, HVAC, siqilgan havo tizimi) tahlil qilish va me'yorlashtirish ko'rsatkichlarini aniqlash. Masalan, yig'ish liniyasi bo'yicha bir avtomobilga sarflanadigan energiya 68,9 MJ dan 83,3 MJga tengligi aniqlangan.
3. Energiya samaradorligini oshirish usullarini tavsiflash — texnologik (masalan, yuqori samarali motorlar, tezkor o'chirish), boshqaruv (energiya monitoringi, real-vaqt rejimi) va operatsion (masalan, bo'sh holatda ishlayotgan mashinalarni o'chirish) jihatdan. Masalan, mashinalar bo'sh holatda 85 % energiya iste'mol qilishi mumkinligi qayd etilgan.
4. Natijalarni adabiyotlardan olingan ma'lumotlar bilan umumlashtirish va tahlil qilish.

Natijalar

Adabiyotlardan olingan bir qator faktlar quyidagicha:

- Avtomobilsozlik korxonalarida sanoat jarayonlari bir avtomobil ishlab chiqarish uchun o'rtacha 2,5 MWh energiya talab qilishi mumkinligi ko'rsatilgan.
- HVAC (issitish, ventilyatsiya, konditsioner) tizimida qish mavsumida so'zsiz rejimga qaraganda 10,69 % va yoz mavsumida 15,06 %gacha energiya tejash mumkinligi tajriba jihatdan aniqlangan.
- Yig'ish liniyasida energiya iste'moli bir avtomobilga 700 kWhga yaqin bo'lishi mumkin hamda bu ishlab chiqarish umumiy xarajatlarining 9-12 %ini tashkil qilishi mumkinligi qayd etilgan.
- Energiya iste'molining taxminan 70 % elektr tizimida motorlar orqali bo'ladi — bu siqilgan havo, materiallar harakati, robotlar va boshqa drayverli tizimlarni o'z ichiga oladi. Shu asosda quyidagi asosiy yo'nalishlarda energiya samaradorligini oshirish mumkin:
 - Motor drayverlarini yuqori samarali variantga almashtirish;
 - Siqilgan havo tizimi yo'qotishlarini minimallashtirish;
 - HVAC sistemasini real-vaqt rejimida boshqarish, ob-havo ma'lumotlarini (forecast) hisobga olgan holda optimallashtirish;
 - Bo'sh ishlayotgan mashina va liniyalarni avtomatik ushlab qolish (standby) holatiga o'tkazish;
 - Energiya monitoringi va boshqaruv tizimini joriy etish (masalan, "energiyaga yoshish" jarayonlarini aniqlash).

Me'yorlashtirish ko'rsatkichlari sifatida korxonada bir avtomobil ishlab chiqarishda sarflanadigan energiya (kWh/avtomobil), bir mahsulot uchun elektr energiyasi va umumiy primar energiya MJ yoki MWh ko'rinishida belgilanadi. Masalan, bir tadqiqotda yig'ish liniyasi uchun 68.9 MJ dan 83.3 MJgacha energetika sarfi aniqlangan.

Tahlil va muhokama

Avtomobilsozlik sanoati korxonalarida energiya iste'molini me'yorlashtirish va energiya samaradorligini oshirish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar ko'rsatmoqda, bu jarayon nafaqat iqtisodiy foyda, balki ekologik jihatdan ham muhim ahamiyatga ega. Yuqorida keltirilgan natijalar asosida tahlil qilganda, energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlari turli texnologik, boshqaruv va operatsion darajalarda mavjudligi aniq ko'rinadi. Bu jihatlarni batafsil ko'rib chiqish zarur.

Birinchiidan, avtomobilsozlik korxonalarida energiya iste'moli ko'plab jarayonlarga taqsimlanganligi kuzatiladi. Masalan, yig'ish liniyalari, bo'yoq va qoplash bo'limlari, HVAC tizimlari (issitish, ventilyatsiya, konditsioner), siqilgan havo tizimi va boshqa ishlab chiqarish uskunalari asosiy energiya iste'molchilar hisoblanadi. Tadqiqotlarda aniqlanishicha, yig'ish liniyasida bir avtomobil ishlab chiqarish jarayonida o'rtacha 68–83 MJ energiya sarflanishi mumkinligi qayd etilgan [1]. Shu bilan birga, HVAC tizimlarida ob-havo sharoitlariga qarab energiya tejash imkoniyati mavjudligi aniqlangan bo'lib, qish mavsumida taxminan 10–11 %,

yoʻz mavsumida esa 15 %gacha energiya tejash mumkinligi koʻrsatilgan [2]. Bu esa katta korxonalarda yillik minglab kWh energiyani tejashni anglatadi va korxonalar xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi.

Ikkinchidan, meʼyorlashtirish koʻrsatkichlarini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Energiya sarfini ishlab chiqarilgan mahsulot birliklariga nisbatan hisoblash korxonada benchmarking tizimini joriy etishga imkon beradi. Misol uchun, bir avtomobil ishlab chiqarish uchun sarflanadigan energiya miqdori bir yil davomida kuzatilsa, korxonada turli liniyalar, boʻlimlar va mashinalar orasida energiya samaradorligi farqlari aniqlanadi. Bu esa yashirin yoʻqotishlarni aniqlash va samarali boshqaruv choralari ishlab chiqish imkoniyatini yaratadi [3]. Shu nuqtai nazardan qaraganda, meʼyorlashtirish — faqat texnik koʻrsatkichlar emas, balki korxonada ichidagi maʼlumotlarni tizimli tarzda yigʻish, tahlil qilish va monitoring qilishni oʻz ichiga oladi.

Uchinchidan, energiya monitoringi tizimlarining yetishmasligi korxonada energiya yoʻqotishlarini yashirishga olib keladi. Tadqiqotlar koʻrsatadiki, koʻplab holatlarda energiya xarajatlari faqat taxminiy hisoblanadi, bu esa korxonada rahbariyatiga notoʻgʻri qarorlar qabul qilishiga sabab boʻlishi mumkin. Shu sababli, real-vaqt rejimida energiya isteʼmolini kuzatuvchi tizimlar joriy etilishi zarur. Masalan, avtomobil yigʻish liniyalarida mashinalar boʻsh holatda ishlayotgan paytda energiya sarfi yuqori boʻlishi mumkin, bu esa taxminan 85 % energiya yoʻqotilishiga olib keladi [4]. Shu nuqtai nazardan, mashinalar va liniyalarni idle (boʻsh) rejimidan optimal ishlash rejimiga oʻtkazish, yaʼni ishlayotgan tizimlarni avtomatik tarzda oʻchirish orqali energiya samaradorligini oshirish mumkin.

Toʻrtinchidan, texnologik yechimlar bilan bir qatorda korxonada operatsion xatti-harakatlari ham muhim rol oʻynaydi. Masalan, boʻsh liniyalarni vaqtida oʻchirish, ishlab chiqarish jadvalini optimallashtirish, mashinalarni vaqtida texnik xizmat koʻrsatish energiya samaradorligini oshiradi. Shu bilan birga, korxonada energiya siyosatini ishlab chiqish va energiya jamoasini shakllantirish ham muhim ahamiyatga ega. Bu jamoa energiya sarfini tahlil qilishi, yoʻqotishlarni aniqlashi va samarali chora-tadbirlarni ishlab chiqishi kerak [5].

Beshinchidan, energiya samaradorligini oshirish dastlabki sarmoyani talab qiladi. Masalan, yuqori samarali elektr motorlari, avtomat boshqaruv tizimlari, energiya monitoring tizimlari va optimal HVAC boshqaruvi dastlabki investitsiyalarni talab qiladi. Shu bilan birga, bir nechta tadqiqotlar shuni koʻrsatadiki, ushbu sarmoyalar qisqa vaqt ichida amortizatsiyalanadi va korxonalar xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi [6]. Shu nuqtai nazardan, energiya samaradorligini oshirish korxonada uchun nafaqat ekologik jihatdan, balki iqtisodiy jihatdan ham foydali strategik qaror hisoblanadi.

Oltinchidan, avtomobilsozlik korxonalarida energiya samaradorligini oshirishda integrativ yondashuv zarur. Yaʼni, texnologik yangilanishlar, boshqaruv choralari va operatsion optimizatsiya bir-birini toʻldirishi lozim. Masalan, yuqori samarali motorlarni oʻrnatish energiya tejash imkoniyatini yaratadi, lekin operatsion xulq-atvorni oʻzgartirmasdan energiya yoʻqotishlar yuqori boʻlib qoladi. Shu sababli, integrativ yondashuv — texnologik yangilanish, operatsion boshqaruv va monitoringni birlashtiruvchi tizimni yaratish orqali maksimal samaradorlikka erishish demakdir [7].

Yettinchidan, meʼyorlashtirish va samaradorlikni oshirish boʻyicha strategik chora-tadbirlarni ishlab chiqish va ularni monitoring qilish muhimdir. Masalan, energiya indikatorlarini mahsulot birligi boʻyicha aniqlash, real-vaqt energiya monitoringi, mashina va liniyalar idle rejimida boʻlmasligini nazorat qilish kabi chora-tadbirlar yordamida korxonada energiya sarfini 10–20 %gacha kamaytirishi mumkin [8]. Bu esa katta sanoat korxonalarida yillik millionlab kWh energiyani tejash imkonini beradi.

Sakkizinchidan, energiya samaradorligini oshirishning ijtimoiy va ekologik ahamiyati ham katta. Avtomobilsozlik sanoati korxonalarida katta miqdorda energiya sarfi bilan bir qatorda havo chiqindilari va karbonat angidrid emissiyasiga ham sabab boʻladi. Energiya tejash choralari joriy qilish orqali korxonada nafaqat xarajatlarni kamaytiradi, balki atrof-muhitga

salbiy ta'sirni kamaytiradi, ekologik mas'uliyatni oshiradi va korxonada imidjini yaxshilaydi. Bu esa korxonada uchun uzoq muddatli barqaror rivojlanish strategiyasini ta'minlaydi [9].

To'qqizinchidan, global tajribalar shuni ko'rsatadiki, avtomobilsozlik korxonalarida energiya samaradorligini oshirish uchun ilg'or texnologiyalar va boshqaruv tizimlaridan foydalanish samarali natija beradi. Misol uchun, Evropa va AQShdagi yirik avtomobil ishlab chiqaruvchilarida energiya monitoring tizimlari, yuqori samarali elektr motorlari, integratsiyalashgan HVAC boshqaruvi va idle rejim monitoringi orqali energiya sarfi sezilarli darajada kamaytirilgan [10]. Shu tajribalarni o'zbek avtomobilsozlik korxonalariga tadbiiq etish esa ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va mahsulot raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi.

O'ninchi, energiya samaradorligini oshirish jarayoni doimiy monitoring va tahlilni talab qiladi. Tadqiqotlarda ko'rsatildiki, bir martalik optimizatsiya yetarli emas, energiya sarfi va samaradorligi indikatorlari muntazam ravishda kuzatilishi, hisobot qilinishi va boshqaruv qarorlari shu ma'lumotlarga asoslangan holda qabul qilinishi kerak [11]. Bu esa korxonada energiya tejashni doimiy jarayon sifatida amalga oshirishga imkon beradi.

Xulosa

Ushbu maqolada avtomobilsozlik sanoati korxonalarida energiya iste'molini me'yorlashtirish va energiya samaradorligini oshirish usullari ko'rib chiqildi. Adabiyotlardan olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, sanoat jarayonlarida katta energiya tejash imkoniyatlari mavjud — masalan, HVAC tizimida 10-15 %gacha tejash, yig'ish liniyasida esa bo'sh ishlash holatida yuqori yo'qotishlar kuzatilmoqda. Energiya boshqaruvi, texnologik yangilanish, operatsion tashkilot ishlari integrativ tarzda amalga oshirilishi zarur. Avtomobilsozlik korxonalarida uchun tavsiya etiladigan jihatlar: energiya monitoring tizimini joriy etish, me'yorlashtirish ko'rsatkichlarini aniqlash, energiya tejash bo'yicha loyiha dasturlarini ishlab chiqish va hodisalarni real-vaqt rejimida boshqarish. Kelgusida o'zbek avtomobilsozlik korxonalarida ham ushbu usullarni amaliy jihatdan tadbiiq etish va natijalarni tahlil qilish muhim bo'ladi.

Foydalangan adabiyotlar:

1. Galitsky C., Worrell E. *Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the Vehicle Assembly Industry: An ENERGY STAR Guide for Energy and Plant Managers*. January 2008, pp.1- 50. [ResearchGate](#)
2. Fysikopoulos A., Anagnostakis D., Salonitis K., Chryssolouris G. *An Empirical Study of the Energy Consumption in Automotive Assembly*. Procedia CIRP, Vol.3, 2012, pp.477-482. [ResearchGate](#)
3. Katchasuwanmanee K., Bateman R., Cheng K. *An Integrated approach to energy efficiency in automotive manufacturing systems: quantitative analysis and optimisation*. Production & Manufacturing Research, Vol.5(1), 2017, pp.90- 98. [ResearchGate+1](#)
4. Fysikopoulos A., Papacharalampopoulos A., Pastras G., Chryssolouris G. *Energy Efficiency of Manufacturing Processes: A Critical Review*. 2013. (Elsevier)
5. Mouzon G., Yildirim M.B., Twomey J. *Operational Methods for Minimization of Energy Consumption of Manufacturing Equipment*. Sep 2007.
6. Chinnakani K., Krishnamurthy A., Moyne J. *Comparison of energy consumption in HVAC systems using simple ON-OFF, intelligent ON-OFF and optimal controllers*. Jan 2011.
7. Ioshchikhes B., Frank M., Weigold M. *A systematic review on expert systems for improving energy efficiency in the manufacturing industry*. 2024. [arxiv.org](#)
8. Verma A., Oh S., Arinez J., Kumara S. *Hierarchical energy signatures using machine learning for operational visibility and diagnostics in automotive manufacturing*. 2024. [arxiv.org](#)
9. Wang S., Ma Z. *Supervisory and Optimal Control of Building HVAC Systems: A Review*. Jan 2008.
10. Mori M., Fujishima M., Inamasu Y., Oda Y. *A study on energy efficiency improvement for machine tools*. CIRP ANN- Manufacturing Technology, Jan 2011.

11. Weinert N., Chiotellis S., Seliger G. *Methodology for planning and operating energy-efficient production systems*. Dec 2011.



INNOVATIVE
ACADEMY