

**QUYOSH ENERGIYASI ASOSIDAGI AVTOMOBIL SALONINI
SOVUTISH TEXNOLOGIYALARINING ZAMONAVIY HOLATI**

Ilmiy rahbar: “Avtomobilsozlik va transport” kafedrası

dosenti A.X.Yudashev

Abdusalomov Abdulatif

Andijon davlat texnika instituti

“Energiya mashinasozligi” yo‘nalishi 4-kurs talabasi

Annotatsiya. Quyosh energiyasi asosidagi avtomobil salonini sovutish texnologiyalari zamonaviy transport sohasida ekologik toza va energiya samarali yechimlar sifatida muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu texnologiyalar, quyosh panellari va innovatsion sovutish tizimlari yordamida avtomobillar ichidagi haroratni nazorat qilish va energiya iste'molini kamaytirishga qaratilgan. Maqolada quyosh energiyasidan foydalanishning afzalliklari, mavjud texnologiyalar va ularning samaradorligi, shuningdek, kelajakda ushbu sohadagi rivojlanish istiqbollari ko‘rib chiqiladi. O‘zbekiston misolida, quyosh energiyasidan foydalanishning amaliy tajribalari va ularning transport tizimiga ta'siri tahlil qilinadi. Ushbu tadqiqot, avtomobil sanoatida barqaror rivojlanishni ta'minlashga hissa qo'shishi kutilmoqda.

Kalit so‘zlar. quyosh energiyasi, avtomobil salonini sovutish, energiya samaradorligi, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, innovatsion texnologiyalar, ekologik toza transport, samaradorlik tahlili, quyosh panellari.

Kirish. Avtomobillar zamonaviy hayotning ajralmas qismiga aylandi va ulardan foydalanishda qulaylik va ekologik barqarorlik masalalari tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Issiq iqlim sharoitida yoki yoz mavsumida avtomobil salonining haddan tashqari qizib ketishi foydalanuvchilar uchun jiddiy muammo bo‘lib qolmoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, to‘xtab turgan avtomobilning ichki harorati tashqi harorattan 20-30°C yuqori bo‘lishi mumkin, bu esa nafaqat noqulaylik



tug‘diradi, balki salondagi materiallarning tez eskirishiga, yoqilg‘i sarfining ortishiga va hatto sog‘liq muammolariga olib keladi. An‘anaviy konditsioner tizimlari bu muammoni hal qilishda samarali bo‘lsa-da, ular avtomobil dvigatelidan quvvat oladi, bu esa yoqilg‘i sarfini oshiradi va karbonat angidrid (CO_2) chiqindilarini ko‘paytiradi. Shu sababli, muqobil energiya manbalariga, xususan, quyosh energiyasiga e‘tibor kuchaymoqda. Quyosh energiyasi nafaqat ekologik toza, balki avtomobil to‘xtab turganda ham salonni sovutish imkonini beruvchi cheksiz manba hisoblanadi. Ushbu maqolada quyosh energiyasi asosidagi avtomobil salonini sovutish texnologiyalarining zamonaviy holati, ularning texnik asoslari, afzalliklari, cheklovlari va kelajakdagi rivojlanish istiqbollari muhokama qilinadi. Maqola avtomobilsozlik muhandislari, ekologik texnologiyalar tadqiqotchilari va ushbu sohada yangi yechimlarni qidirayotgan mutaxassislar uchun mo‘ljallangan. Quyidagi bo‘limlarda mavzuni har tomonlama yoritishga harakat qilinadi, shu jumladan, zamonaviy texnologiyalarning holati, ularning qo‘llanilishi va bozordagi o‘rni jadvallar yordamida tahlil qilinadi.

Quyosh energiyasi insoniyat tomonidan asrlar davomida turli shakllarda ishlatilib kelinmoqda, ammo uning zamonaviy avtomobilsozlikda qo‘llanilishi 20-asrning oxirlarida boshlangan. 1980-yillarda dastlabki quyosh avtomobillari sinovdan o‘tkazildi, biroq ularning samaradorligi past va ishlab chiqarish xarajatlari yuqori edi. Fotovoltaik panellar (PV-panellar) texnologiyasining rivojlanishi bilan quyosh energiyasi avtomobillarda yordamchi tizimlarni, xususan, ventilyatsiya va sovutishni quvvatlantirish uchun ishlatila boshlandi. Avtomobil salonini sovutishda quyosh energiyasidan foydalanishning asosiy maqsadi dvigatel ishlamayotgan paytda ichki haroratni pasaytirish va foydalanuvchi uchun qulay sharoit yaratishdir. Bu texnologiya nafaqat ekologik jihatdan foydali, balki yoqilg‘i tejash imkonini ham beradi, chunki an‘anaviy konditsioner tizimlari dvigatel ishga tushganda qo‘shimcha energiya talab qiladi. Quyosh energiyasi asosidagi sovutish tizimlari bugungi kunda bir nechta shaklda qo‘llanilmoqda: oddiy ventilyatorlardan tortib, murakkab termoelektron sovutgichlar va kichik kompressorli tizimlarga qadar. Quyosh



energiyasining avtomobilsozlikdagi qo'llanilish sohalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

Qo'llanilish sohasi	Tavsif	Afzalliklari	Cheklovlari
Harakat uchun quvvat	Avtomobilni harakatga keltirish uchun asosiy/yordamchi manba	Yoqilg'i tejash, emissiyani kamaytirish	Past quvvat, yuqori narx
Ventilyatsiya va sovutish	Salon ichidagi havoni aylantirish va haroratni pasaytirish	Qulaylik, dvigatelga yukni kamaytirish	Ob-havoga qaramlik
Elektron tizimlarni quvvatlantirish	Audio, navigatsiya va boshqa qurilmalarni quvvatlantirish	Energiya tejamkorligi	Cheklangan quvvat

Zamonaviy texnologiyalar quyosh energiyasini avtomobil dizayniga integratsiya qilishni osonlashtirdi. Masalan, Toyota va Tesla kabi yetakchi avtomobil ishlab chiqaruvchilar o'z modellarida quyosh panellarini sinovdan o'tkazmoqda. Quyosh energiyasi asosidagi sovutish tizimlari avtomobil bozorida tobora ommalashib bormoqda, ammo ularning keng tarqalishi uchun hali ko'p ish qilinishi kerak.

Quyosh energiyasi asosida avtomobil salonini sovutish tizimlari bir nechta asosiy komponentlardan iborat: quyosh panellari, energiya saqlash tizimi, sovutish qurilmasi va boshqaruv tizimi. Har bir komponentning o'ziga xos vazifasi va zamonaviy holati quyida muhokama qilinadi.

Quyosh panellari tizimning asosiy energiya manbai hisoblanadi. Ular avtomobil tomiga, kapotiga yoki hatto oynalariga o'rnatiladi. Zamonaviy PV-panellar monokristalli yoki polikristalli siliciumdand tayyorlanadi va 15-22% samaradorlikka ega. So'nggi yillarda organik va egiluvchan quyosh panellari ishlab chiqarila



boshlandi, ular avtomobil dizayniga yaxshiroq moslashadi, ammo samaradorligi hali past (10-15%).Avtomobilning cheklangan sirt maydoni tufayli quyosh panellarining quvvati odatda 50-200 vatt oralig'ida bo'ladi. Bu quvvat katta konditsioner tizimlarini quvvatlantirish uchun yetarli emas, lekin kichik ventilyatorlar, termoelektron sovutgichlar yoki havo aylanish tizimlari uchun kifoya qiladi. Quyidagi jadvalda quyosh panellarining turlari va ularning xususiyatlari taqqoslanadi.

Turi	Samaradorlik (%)	Afzalliklari	kamchiliklari	Qo'llanilish sohasi
Monokrisralli	18-22	Yuqori samaradorlik, ixcham o'lcham	Yuqori narx	Premium avtomobillar
Polikristalli	15-18	Arzon, oson ishlab chiqarish	Past samaradorlik	O'rtacha narxdagi avtomobillar
Organik/egiluvchan	10-15	Yengil, moslashuvchan, estetik dizayn	Past samaradorlik, qisqa umr	Eksperimentall modellar
Yupqa plyonkali	12-16	Yengil, arzon	Past samaradorlik, katta maydon talabi	Yordamchi tizimlar

Quyosh energiyasi ob-havoga bog'liq bo'lib, bulutli kunlarda yoki kechasi ishlamaydi. Shu sababli, energiya saqlash tizimlari zarur. Zamonaviy avtomobillarda litiy-ion batareyalar keng qo'llaniladi, chunki ular yuqori energiya zichligi (200-250 Vt-soat/kg) va uzoq umr ko'rish (1000-2000 zaryad sikli) bilan ajralib turadi. So'nggi

yillarda grafen asosidagi batareyalar va superkondensatorlar sinovdan o'tkazilmoqda, ular tezroq zaryadlanadi va ko'proq energiya saqlay oladi.

Sovutish jarayoni turli usullar orqali amalga oshiriladi.

Ventilyatorlar: Eng oddiy va arzon yechim. Issiq havoni tashqariga chiqarib, salonga salqin havo kirishini ta'minlaydi. Quvvat sarfi past (10-50 Vt).

Peltier sovutgichlari: Termoelektron effekt asosida ishlaydi. Elektr energiyasidan foydalanib, haroratni pasaytiradi, ammo samaradorligi past (COP 0.5-1) va energiya sarfi yuqori.

Kichik kompressorli tizimlar: An'anaviy konditsionerlarga o'xshaydi, lekin kichik hajmda va past quvvatda ishlaydi. Samaradorligi yuqori (COP 2-3), ammo narxi qimmat.

Quyidagi jadvalda sovutish usullarining taqqoslanishi keltirilgan.

Usul	Quvvat sarfi (Vt)	Samaradorlik (COP)	Narxi	Afzalliklari	Kamchiliklari
Ventilyator	10-50	Yo'q(faqat havo aylanish)	Past	Arzon, oson o'rnatish	Cheklangan sovutish effekti
Peltier sovutgich	50-150	0.5-1	O'rtacha	Ixcham, shovqinsiz	Past samaradorlik, yuqori sarf
Kichik kompressor	100-300	2-3	Yuqori	Yuqori sovutish effekti	Qimmat, murakkab tuzilish

Zamonaviy sovutish tizimlari aqlli boshqaruv tizimlari bilan jihozlangan. Bu tizimlar harorat va namlik sensorlari yordamida salon sharoitlarini kuzatadi va sovutish qurilmasini avtomatik boshqaradi. Masalan, agar salon harorati 30°C dan oshsa, tizim ventilyator yoki sovutgichni yoqadi. Shu bilan birga, batareya zaryadini



nazorat qilib, energiya tejamkorligini ta'minlaydi. So'nggi yillarda sun'iy intellekt (AI) asosidagi boshqaruv tizimlari sinovdan o'tkazilmoqda, ular ob-havo prognozlarini tahlil qilib, energiya sarfini optimallashtiradi.

Quyosh energiyasi asosidagi sovutish tizimlari bugungi kunda turli shakllarda qo'llanilmoqda. Kichik hajmdagi quyosh panellari va ventilyatorlar ko'plab avtomobillarda ixtiyoriy aksessuar sifatida taklif qilinadi. Masalan, Toyota Prius Prime modeli avtomobil tomiga o'rnatilgan quyosh panellari yordamida ventilyatsiya tizimini quvvatlantiradi. Tesla esa Model 3 va Model Y modellarida quyosh energiyasini sinovdan o'tkazmoqda, garchi bu tizimlar hali ommaviy ishlab chiqarishga kiritilmagan bo'lsa-da. Bozordagi zamonaviy holatni tahlil qilganda, quyosh energiyali sovutish tizimlari asosan premium va gibrid avtomobillarda qo'llanilayotgani aniqlanadi. Biroq, narxlarning yuqoriligi va texnologiyaning cheklovlari tufayli ular ommaviy bozorga hali to'liq kirib ulgurmagan. Quyidagi jadvalda ba'zi yetakchi avtomobil ishlab chiqaruvchilarning quyosh energiyasi loyihalari keltirilgan.

Kompaniya	Model	Texnologiya	Holati	Sovutish quvvati
Toyota	Prius Prime	Tomdagi PV-panellar, ventilyatsiya tizimi	Ishlab chiqarishda	50-100 Vt
Tesla	Model 3/Y (tajriba)	Yupqa plyonkali panellar, AI boshqaruv	Sinov bosqichida	Taxminan 150 Vt
Hyundai	Sonata Hybrid	Quyosh panellari, batareyka zaryadlovi	Cheklangan ishlab chiqarish	80-120 Vt



Lighty ear	Lighty ear one	To'liq quyosh energiyali avtomobil	Prototip	200 Vt (sovutish+harakat)
------------	-------------------	--	----------	------------------------------

Bozordagi asosiy muammolardan biri – quyosh panellarining cheklangan quvvati va ishlab chiqarish xarajatlari. Masalan, premium avtomobillarda ishlatiladigan monokristalli panellar narxi bir dona uchun 200-500 AQSh dollarini tashkil qiladi, bu esa ommaviy iste'molchilar uchun jozibador emas. Biroq, xarajatlar yil sayin kamaymoqda, bu texnologiyaning kelajakda kengroq qo'llanilishiga umid baxsh etadi.

Quyosh energiyasi asosidagi sovutish tizimlari bir qator afzalliklarga ega:

Ekologik tozalik: Yoqilg'i sarfini kamaytirish orqali CO₂ emissiyasini pasaytiradi. Masalan, issiq kunda avtomobilni oldindan sovutish konditsionerning dastlabki yukini 20-30% ga kamaytiradi.

Iqtisodiy foyda: Uzoq muddatda yoqilg'i tejash tufayli xarajatlarni qoplaydi.

Foydalanuvchi qulayligi: Salon haroratini oldindan pasaytirish haydash tajribasini yaxshilaydi.

Dvigatelga yukni kamaytirish: An'anaviy konditsionerlar dvigatel quvvatining 5-10% ini oladi, quyosh energiyasi esa bu yukni bartaraf qiladi.

Texnologiyaning cheklovlari ham mavjud:

Cheklangan quvvat: Quyosh panellarining quvvati avtomobil maydoniga bog'liq. O'rtacha avtomobil tomida 1-2 m² maydon mavjud, bu esa 200-300 Vt quvvat ishlab chiqarish imkonini beradi.

Ob-havoga qaramlik: Bulutli kunlarda yoki kechasi tizim samaradorligi pasayadi.

Yuqori narx: Dastlabki o'rnatish xarajatlari (1000-3000 AQSh dollari) ommaviy bozor uchun yuqori.

Texnik murakkablik: Tizimning avtomobil dizayniga integratsiya qilinishi estetik va funksional muammolarni keltirib chiqarishi mumkin.

Quyosh energiyali sovutish tizimlarining zamonaviy holati ularning katta salohiyatga ega ekanligini ko'rsatadi, ammo kelajakdagi rivojlanish uchun bir qator



muammolarni hal qilish zarur. So‘nggi yillarda quyidagi innovatsiyalar e’tiborga sazovor:

Yuqori samaradorlikdagi panellar: Perovskit asosidagi quyosh panellari sinovdan o‘tkazilmoqda, ularning samaradorligi 25-30% ga yetishi kutilmoqda.

Aqlli energiya boshqaruvi: Sun’iy intellekt yordamida energiya sarfini optimallashtirish tizimlari ishlab chiqilmoqda.

Integratsiya yechimlari: Quyosh panellarini avtomobil oynalariga yoki bo‘yoq qatlamlariga integratsiya qilish bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda.

Arzonlashtirish: Ommaviy ishlab chiqarish xarajatlarni 30-50% ga kamaytirishi kutilmoqda.

Kelajakda bu texnologiya nafaqat yengil avtomobillarda, balki yuk mashinalari, avtobuslar va jamoat transportida ham qo‘llanilishi mumkin. Masalan, issiq iqlim mamlakatlarida (O‘zbekiston, Saudiya Arabistoni, Hindiston) quyosh energiyali sovitish tizimlari katta talabga ega bo‘lishi kutilmoqda.

Xulosa. Quyosh energiyasi asosidagi avtomobil salonini sovitish texnologiyalari zamonaviy avtomobilsozlik va ekologik barqarorlik sohasida muhim yutuqlarni taqdim etmoqda. Hozirgi vaqtda bu tizimlar premium va gibrid avtomobillarda cheklangan miqdorda qo‘llanilmoqda, ammo texnologik yutuqlar va xarajatlarning kamayishi tufayli ular kelajakda ommaviy bozorga kirib kelishi kutilmoqda. Quyosh panellarining samaradorligini oshirish, energiya saqlash tizimlarini takomillashtirish va aqlli boshqaruv yechimlarini joriy qilish bu sohaning rivojlanishiga xizmat qiladi. Ushbu texnologiyalar nafaqat foydalanuvchilar uchun qulaylikni oshiradi, balki global iqlim o‘zgarishlariga qarshi kurashda ham muhim hissa qo‘shadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Shukurov, D. (2023). Avtomobil salonini sovitish tizimlarida quyosh energiyasidan foydalanish. O‘zbekiston Respublikasi Transport va logistika vazirligi ilmiy jurnali, 10(2), 88-95.
2. Tashkent State Technical University (2021). Innovative Technologies in Automotive Engineering. Tashkent: TSTU Press.



3. Mamatkulov, O. (2022). Avtomobillarni qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan ta'minlash. O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi xabarlari, 4(1), 67-73.
4. Zhang, Y., Liu, H. (2020). Efficiency of Solar-Powered Air Conditioning Systems in Vehicles. Renewable Energy Reviews, 15(5), 789-802.
5. Abdullayev, A. (2020). Quyosh energiyasi va uning avtomobil sanoatidagi o'rni. Toshkent: O'zbekiston Milliy Universiteti nashri.