

**AVTOTRANSPORT VOSITALARI METALL QISMLARINI
KORROZIYADAN HIMOYALASH UCHUN MAHALLIY KOMPOZITSION
QOPLAMALARNING FIZIK-MEXANIK VA HIMOYALOVCHI
XUSUSIYATLARINI TADQIQ ETISH**

Askarov Ixtiyor Baxtiyorovich

Jizzax politexnika instituti

“Transport vositalari muhandisligi” kafedrasida professori

Telefon: +99891 5960104 E-mail: ixtiyor.8778@mail.ru

Annotatsiya: Mazkur maqolada avtotransport vositalari metall qismlarini korroziyadan himoyalash uchun mahalliy kompozitsion qoplamalarni yaratish masalalari yoritilgan. Qoplamalarning fizik-mexanik va himoyalovchi xususiyatlari tahlil qilinib, ularni baholash metodologiyasi hamda korroziyaga chidamliligini oshirishning ilmiy-amaliy yechimlari asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: avtotransport vositalari, metall qismlar, korroziya, kompozitsion qoplama, mahalliy xomashyo, fizik-mexanik xususiyatlar, yopishish mustahkamligi, qattqlik.

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы разработки местных композиционных покрытий для защиты металлических деталей автотранспортных средств от коррозии. Проанализированы физико-механические и защитные свойства покрытий, предложена методология их оценки и обоснованы научно-практические подходы к повышению коррозионной стойкости.

Ключевые слова: автотранспортные средства, металлические детали, коррозия, композиционное покрытие, местное сырьё, физико-механические свойства, адгезия, твёрдость.

Abstract: This paper investigates the development of local composite coatings for protecting automotive metal components against corrosion. The physical-mechanical and protective properties of the coatings are analyzed, and a methodology for their evaluation is presented. Scientific and practical approaches to improving corrosion resistance and operational reliability are also discussed.

Keywords: automotive vehicles, metal components, corrosion, composite coating, local raw materials, physical-mechanical properties, adhesion strength, hardness.

Bugungi kunda jahon miqyosida avtotransport vositalarining soni jadal sur'atlarda ortib borayotgani metall konstruksiyalar va detallarni korroziyadan ishonchli himoyalash masalasini dolzarb ilmiy-amaliy muammolardan biriga aylantirmoqda. Xalqaro tahlillarga

ko‘ra, atmosfera, namlik, yo‘l reagentlari va agressiv kimyoviy muhit ta‘sirida yuzaga keladigan korroziya natijasida har yili dunyo yalpi ichki mahsulotining qariyb **3–4 foizi** miqdorida iqtisodiy zarar kuzatiladi. Ayniqsa, avtomobil sanoatida korroziya sababli transport vositalarining ekspluatatsiya muddati qisqarishi, ta‘mirlash xarajatlarining ortishi hamda harakat xavfsizligining pasayishi kuzatilmoqda.

So‘nggi yillarda O‘zbekiston Respublikasida ham avtomobilsozlik sanoatini rivojlantirish, mahalliyashtirish darajasini oshirish hamda import o‘rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarishga alohida e‘tibor qaratilmoqda. Respublika avtomobil sanoatining ishlab chiqarish quvvatlari kengayib, yengil va tijorat transport vositalarini ishlab chiqarish hajmi yildan-yilga ortib bormoqda. Bunday sharoitda avtomobillarning metall qismlarini korroziyadan samarali himoyalovchi, mahalliy xomashyo asosida tayyorlanadigan yuqori sifatli qoplamalarni yaratish ilmiy va iqtisodiy jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi.

Shuningdek, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining **2022-yil 6-iyuldagi PQ–307-son "2022–2026-yillarda innovatsion rivojlanish strategiyasini amalga oshirish bo‘yicha tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida"gi qarori** ilmiy ishlanmalarni tijoratlashtirish, mahalliy ilmiy mahsulotlarni sanoatga joriy etish hamda yuqori qo‘shilgan qiymatga ega innovatsion materiallar yaratishni qo‘llab-quvvatlashni nazarda tutadi. Ushbu yo‘nalishlarda korroziyaga qarshi kompozitsion qoplamalarni ishlab chiqish va ularning fizik-mexanik hamda himoyalovchi xususiyatlarini ilmiy asosda tadqiq etish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, avtotransport vositalari metall qismlarini korroziyadan himoyalash uchun mahalliy kompozitsion qoplamalarni ishlab chiqish, ularning fizik-mexanik xossalari, yopishish mustahkamligi, qattiqligi, aşinishga chidamliligi hamda agressiv muhitlarda korroziyaga qarshi himoyalash samaradorligini kompleks tadqiq etish zamonaviy avtomobilsozlik sanoatining dolzarb ilmiy va amaliy vazifalaridan biri hisoblanadi. Ushbu tadqiqot natijalari mahalliy xomashyodan foydalanish ulushini oshirish, import qilinadigan himoya materiallari o‘rnini bosish, ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish hamda avtotransport vositalarining ekspluatatsion ishonchliligini sezilarli darajada oshirishga xizmat qiladi.

Metallarning korroziyaga uchrashi transport, mashinasozlik, energetika va qurilish sohalarida ekspluatatsion ishonchlilikni pasaytiruvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Shu sababli so‘nggi yillarda korroziyaga qarshi qoplamalar yaratish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar sezilarli darajada jadallashdi. Ayniqsa, ekologik xavfsiz, yuqori yopishuvchanlikka ega, mexanik mustahkam hamda uzoq muddat himoya qila oladigan kompozitsion qoplamalarni ishlab chiqish zamonaviy materialshunoslikning ustuvor yo‘nalishlaridan biri sifatida qaralmoqda.

2025-yilda Jianghua Hao va hammualliflari tomonidan chop etilgan ilmiy sharhda 2020–2024-yillar davomida po‘lat sirtlari uchun ishlab chiqilgan epoksi-kompozitsion qoplamalar chuqur tahlil qilingan. Mualliflar metall asosli, organik, organometall va uglerodli qo‘shimchalar epoksi qoplamalarning korroziyaga chidamliligi, yopishish mustahkamligi, mexanik xossalari hamda o‘z-o‘zini tiklash xususiyatlarini sezilarli yaxshilashini ilmiy asoslab berganlar. Ushbu tadqiqot kompozitsion qoplamalarning istiqbolli rivojlanish yo‘nalishlarini belgilab beradi [2].

Bai W. va hammualliflarining 2025-yildagi tadqiqotida epoksi asosidagi kompozitsion qoplamalarning ultrabinafsha nurlanish va korroziyaga qarshi kompleks himoya xususiyatlari o‘rganilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, modifikatsiyalangan epoksi qoplamalar agressiv tashqi muhitda uzoq muddat barqaror himoya qatlamini hosil qilib, metall sirtining korroziyaga chidamliligini sezilarli oshirishi aniqlangan [3].

Wan H. va hammualliflari tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda suv asosidagi akril qoplamalar tarkibiga rux fosfat (zinc phosphate) pigmenti kiritilishi natijasida qoplamaning metall bilan yopishish mustahkamligi ortishi, nam muhitda qatlamning ajralishga chidamliligi yaxshilanishi hamda korroziya jarayoni sezilarli sekinlashishi eksperimental ravishda isbotlangan. Tadqiqotda elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi (EIS) va lokal EIS usullaridan foydalanilgan bo‘lib, ular korroziyaga qarshi qoplamalarni baholashning eng ishonchli metodlaridan biri ekanligi ko‘rsatilgan [5].

Alibakhshi E. va hammualliflari kalsiy-rux fosfat (CZP) nanopigmentlari bilan modifikatsiyalangan epoksi nanokompozitsion qoplamalarni ishlab chiqib, ularning faol va to‘siqli (active/barrier) himoya mexanizmlarini tadqiq qilganlar. Tadqiqot natijalari nanostrukturali qo‘shimchalarning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirish bilan bir qatorda qoplamaning mexanik mustahkamligini ham yaxshilashini ko‘rsatgan.

Jomy J. va hammualliflari tomonidan e‘lon qilingan sharh maqolada suv asosidagi epoksi qoplamalar tarkibiga turli korroziya ingibitorlarini kiritish orqali ularning ekspluatatsion xossalarini yaxshilash imkoniyatlari tahlil qilingan. Mualliflar mikroteshiklar va mikroyoriqlar orqali agressiv muhitning metall sirtiga yetib borishini kamaytirishda funksional qo‘shimchalarning muhim rol o‘ynashini ta’kidlaydilar [4].

Shuningdek, Yu Z., Hu J. va Meng H. tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda galvanizatsiyalangan po‘latlar uchun zamonaviy qoplama tizimlari tahlil qilinib, duplex qoplamalar, silan asosidagi himoya qatlamlari hamda ekologik xavfsiz konversion qoplamalar avtomobil sanoatida istiqbolli yechim sifatida baholangan. Mualliflar korroziyaga qarshi qoplamalarni baholashda elektrokimyoviy sinovlar, tuz purkash (salt spray) sinovlari va xizmat muddati prognozlash usullaridan kompleks foydalanishni tavsiya etganlar [6].

Tahlil qilingan ilmiy manbalar shuni ko‘rsatadiki, mavjud tadqiqotlarning aksariyati xorijiy xomashyolar, nanoqo‘shimchalar yoki sanoatda keng qo‘llaniladigan tayyor pigmentlar asosida bajarilgan. Biroq mahalliy mineral va kimyoviy xomashyo asosida tayyorlanadigan kompozitsion qoplamalarning fizik-mexanik xossalari, yopishish mustahkamligi, aşinishga chidamliligi hamda korroziyaga qarshi himoyalash samaradorligini kompleks baholashga oid tadqiqotlar yetarli darajada yoritilmagan. Shu bois avtotransport vositalari metall qismlarini korroziyadan himoyalash uchun mahalliy kompozitsion qoplamalarni yaratish va ularning ekspluatatsion xususiyatlarini chuqur o‘rganish mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyatini belgilaydi.

Mazkur tadqiqotda avtotransport vositalarining metall qismlarini korroziyadan himoyalash uchun mahalliy kompozitsion qoplamalarni yaratish hamda ularning fizik-mexanik va himoyalovchi xususiyatlarini kompleks baholash metodologiyasi qo‘llanildi. Tadqiqot nazariy tahlil, eksperimental sinovlar va olingan natijalarni statistik qayta ishlash bosqichlaridan iborat bo‘ldi.

Tadqiqotning dastlabki bosqichida korroziyaga qarshi qoplamalar yaratish bo‘yicha mahalliy va xorijiy ilmiy manbalar, xalqaro standartlar hamda zamonaviy texnologiyalar qiyosiy tahlil qilindi. Ushbu tahlillar asosida mahalliy xomashyo bazasidan foydalanish imkoniyatlari, kompozitsion qoplama tarkibiga qo‘yiladigan texnologik talablar hamda ularning ekspluatatsion samaradorligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar aniqlandi.

Eksperimental tadqiqotlarda qoplama kompozitsiyasini tayyorlash uchun mahalliy mineral to‘ldiruvchilar, bog‘lovchi polimer materiallar, funksional pigmentlar va korroziya ingibitorlaridan foydalanildi. Kompozitsiya tarkibidagi komponentlarning optimal nisbatlari laboratoriya tajribalari asosida tanlanib, ularning dispersligi, bir jinsliligi va qoplama hosil qilish xususiyatlari nazorat qilindi. Tayyorlangan kompozitsiya mexanik tozalangan va yog‘sizlantirilgan po‘lat namunalar sirtiga purkash yoki cho‘tka yordamida surtilib, belgilangan harorat va namlik sharoitida polimerizatsiya qilindi.

Qoplamalarning fizik-mexanik xususiyatlarini baholashda xalqaro standartlashtirilgan sinov usullaridan foydalanildi. Xususan, qoplamaning metall sirt bilan yopishish mustahkamligi **ASTM D3359** standarti bo‘yicha panjara kesimi (cross-cut) usulida baholandi. Qattiqlik ko‘rsatkichlari **ASTM D3363** (qalam qattiqligi usuli) hamda zarur hollarda **ISO 15184** standartlari asosida aniqlandi. Aşinishga chidamlilik **ASTM D4060** (Taber Abraser) usuli orqali, zarbaga chidamlilik esa **ASTM D2794** standartiga muvofiq baholandi. Qoplama qalinligi magnit-induksion qalinlik o‘lchagich yordamida **ISO 2808** talablariga asosan o‘lchandi [7, 8].

Korroziyaga qarshi himoyalash samaradorligini aniqlash maqsadida qoplamalar sun'iy agressiv muhitda sinovdan o‘tkazildi. Bunda tuz purkash (Salt Spray Test) usuli **ASTM B117**

va **ISO 9227** standartlariga muvofiq amalga oshirildi. Sinov davomida namunalarda korroziya o‘choqlarining hosil bo‘lishi, qoplamaning shishishi, yorilishi, qatlam ajralishi va zang tarqalish darajasi muntazam kuzatilib, fotoqayd etildi. Korroziyaga bardoshlilik qoplamaning himoya qilish davomiyligi va sirtning buzilish darajasi bo‘yicha baholandi.

Qoplamalarning mikrostrukturasi va sirt morfologiyasini o‘rganishda optik mikroskop hamda zarur hollarda skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) tasvirlaridan foydalanildi. Element tarkibini aniqlash uchun energiya dispersiv rentgen spektroskopiyasi (EDS) natijalari tahlil qilinib, qoplama tarkibidagi komponentlarning taqsimlanish bir xilligi baholandi. Bu usullar qoplama qatlamining g‘ovakligi, zichligi va metall sirt bilan chegaraviy bog‘lanish xususiyatlarini aniqlash imkonini berdi.

Olingan eksperimental natijalar **Microsoft Excel**, **OriginPro** yoki **SPSS** dasturlari yordamida statistik qayta ishlanib, o‘rtacha qiymatlar, standart og‘ish va variatsiya koeffitsiyentlari hisoblandi. Tajribalar kamida uch martadan takrorlanib, natijalarning ishonchliligi **Student t-mezone** hamda **95 % ishonchlilik darajasi ($p < 0,05$)** asosida baholandi. Grafik va diagrammalar yordamida qoplama tarkibi bilan fizik-mexanik hamda korroziyaga qarshi ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlil qilindi.

Taklif etilgan metodologiya mahalliy kompozitsion qoplamalarning tarkibini ilmiy asosda optimallashtirish, ularning fizik-mexanik xususiyatlari hamda korroziyaga qarshi himoya samaradorligini kompleks baholash imkonini beradi. Mazkur yondashuv natijasida avtotransport vositalari metall qismlarining ekspluatatsion ishonchliligini oshirish, xizmat muddatini uzaytirish va import qilinadigan korroziyaga qarshi materiallar o‘rnini bosuvchi mahalliy mahsulotlarni yaratish uchun zarur ilmiy-amaliy asos shakllantiriladi.

Kompozitsion qoplamalarning ekspluatatsion samaradorligi ularning fizik-mexanik xususiyatlari bilan bevosita belgilanadi. Ayniqsa, avtotransport vositalarining metall qismlari doimiy ravishda mexanik yuklanishlar, harorat o‘zgarishlari, namlik, yo‘l tuzlari va agressiv kimyoviy muhit ta'sirida ishlashi sababli qoplamalarning yuqori mexanik mustahkamlik va barqarorlikka ega bo‘lishi muhim hisoblanadi. Shu bois qoplamalarni ishlab chiqishda ularning fizik-mexanik ko‘rsatkichlarini kompleks baholash asosiy tadqiqot yo‘nalishlaridan biri sanaladi.

Kompozitsion qoplamaning eng muhim ko‘rsatkichlaridan biri **yopishish mustahkamligi (adhesion)** hisoblanadi. Ushbu ko‘rsatkich qoplama qatlamining metall sirt bilan bog‘lanish darajasini tavsiflaydi. Yopishish mustahkamligi yuqori bo‘lgan qoplamalar uzoq muddat ekspluatatsiya davomida ajralib ketmaydi hamda korroziy muhitning metall yuzasiga kirib borishini sezilarli darajada cheklaydi. Mazkur xususiyat odatda ASTM D3359 yoki ISO 2409 standartlari asosida baholanadi [7].

Qoplamaning **qattiqliqi (hardness)** uning tashqi mexanik ta'sirlarga, tiralishga va deformatsiyaga qarshilik ko'rsatish qobiliyatini ifodalaydi. Qattqlik darajasi yuqori bo'lgan qoplamlar metall sirtini mexanik shikastlanishlardan samarali himoya qiladi. Amaliyotda qattqlik ASTM D3363 (qalam qattqliqi) yoki ISO 15184 standartlari asosida aniqlanadi.

Ashmishga chidamlilik (abrasion resistance) transport vositalarining ishlash sharoitida muhim ekspluatatsion ko'rsatkichlardan biridir. Yo'l changi, qum zarralari, mayda toshlar hamda ishqalanish ta'sirida qoplama yuzasining yemirilishi sodir bo'ladi. Ashmishga chidamli kompozitsion qoplamlar metall sirtning himoya qatlamini uzoq muddat saqlab qoladi. Ushbu ko'rsatkich odatda ASTM D4060 standarti bo'yicha Taber Abraser qurilmasida aniqlanadi.

Qoplamaning zarbaga chidamliligi (impact resistance) transport vositalaridan foydalanish jarayonida yuzaga keladigan dinamik yuklamalarga bardoshlilikini tavsiflaydi. Avtomobil harakati davomida uchraydigan tosh zarbalari, vibratsiyalar va boshqa mexanik ta'sirlar qoplamaning yorilishi yoki ko'chib ketishiga sabab bo'lishi mumkin. Shu sababli zarbaga chidamlilik ASTM D2794 yoki ISO 6272 standartlari asosida baholanadi.

Muhim fizik ko'rsatkichlardan yana biri qoplama qalinligi hisoblanadi. Qoplama juda yupqa bo'lsa, korroziy muhit metall sirtiga tez yetib boradi, aksincha, haddan tashqari qalin qatlam ichki kuchlanishlarning ortishiga va qoplamaning yorilishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli optimal qalinlikni tanlash qoplamaning himoyalovchi xususiyatlarini ta'minlashda muhim omil hisoblanadi. Qalinlik odatda ISO 2808 standarti bo'yicha o'lchanadi.

Kompozitsion qoplamlar uchun egiluvchanlik (flexibility) ham muhim ko'rsatkich sanaladi. Metall konstruksiyalarda harorat o'zgarishi yoki mexanik yuklanishlar natijasida deformatsiyalar yuzaga kelganda qoplama qatlamining yorilmasdan saqlanib qolishi uning ekspluatatsion ishonchliligini oshiradi. Egiluvchanlik odatda silindrsimon mandrel yoki konussimon bukish sinovlari yordamida aniqlanadi.

Shuningdek, qoplamaning suv shimuvchanligi, zichligi, g'ovakligi, issiqlikka chidamliligi, kimyoviy barqarorligi va sirtning gidrofoblik darajasi ham uning uzoq muddatli himoya samaradorligini belgilovchi muhim fizik xususiyatlar hisoblanadi. Ushbu ko'rsatkichlar qoplama tarkibi, dispers faza zarrachalarining o'lchami, bog'lovchi modda turi hamda ishlab chiqarish texnologiyasiga bog'liq ravishda o'zgaradi.

Umuman olganda, kompozitsion qoplamlarning fizik-mexanik xususiyatlarini kompleks baholash optimal tarkibni tanlash, qoplamaning ekspluatatsion xizmat muddatini prognoz qilish hamda avtotransport vositalari metall qismlarining korroziyaga qarshi himoya samaradorligini oshirish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi (1-jadval).

1-jadval

Korroziyaga qarshi himoyalovchi xususiyatlar

№	Ko'rsatkich	O'lchov birligi	Sinov standarti
1	Yopishish mustahkamligi	Ball yoki MPa	ASTM D3359 / ISO 2409
2	Qattqlik	H, HB yoki Pencil	ASTM D3363 / ISO 15184
3	Aşinishga chidamlilik	mg yoki sikl	ASTM D4060
4	Zarbaga chidamlilik	kg·cm yoki J	ASTM D2794 / ISO 6272
5	Egiluvchanlik	mm	ISO 1519
6	Qoplama qalinligi	µm	ISO 2808
7	Suv shimuvchanligi	%	ASTM D570
8	Zichlik	g/cm ³	ASTM D792

Jadvalda keltirilgan fizik-mexanik ko'rsatkichlar kompozitsion qoplamalarning ekspluatatsion samaradorligini kompleks baholash imkonini beradi. Har bir ko'rsatkich qoplamaning ma'lum bir funksional xususiyatini tavsiflaydi va ularning yig'indisi qoplamaning umumiy sifat darajasini belgilaydi. Jumladan, yopishish mustahkamligi qoplama qatlamining metall sirt bilan bog'lanish darajasini ifodalasa, qattqlik va aşinishga chidamlilik mexanik ta'sirlarga qarshilik ko'rsatish xususiyatini tavsiflaydi. Zarbaga chidamlilik va egiluvchanlik esa qoplamaning dinamik yuklanishlar hamda deformatsiyalanish sharoitlarida yaxlitligini saqlab qolish qobiliyatini baholash imkonini beradi. Shu bilan birga, qoplama qalinligi, suv shimuvchanligi va zichligi kabi ko'rsatkichlar himoya qatlamining barqarorligi hamda korroziy muhitga qarshi to'siq hosil qilish samaradorligini belgilovchi muhim omillar hisoblanadi.

Mazkur ko'rsatkichlarni xalqaro ASTM va ISO standartlari asosida aniqlash turli tadqiqotlar natijalarini o'zaro taqqoslash, qoplamalar sifatini ob'ektiv baholash hamda ularning sanoat amaliyotida qo'llash imkoniyatlarini ilmiy asoslashga xizmat qiladi. Ayniqsa, avtotransport vositalari metall qismlarining murakkab ekspluatatsiya sharoitlarini inobatga olganda, qoplamaning alohida bitta xususiyatini emas, balki barcha fizik-mexanik ko'rsatkichlarini kompleks baholash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Adabiyotlar tahlili va amaliy tajribalar shuni ko'rsatadiki, korroziyaga qarshi qoplamalarning samaradorligi, avvalo, ularning fizik-mexanik xususiyatlari bilan chambarchas bog'liq. Qoplama metall sirtiga mustahkam yopishmagan hollarda agressiv muhit komponentlari qisqa vaqt ichida qoplama ostiga kirib boradi va korroziya jarayoni tezlashadi. Shuningdek, qattqlikning pastligi yoki aşinishga chidamlilikning yetarli emasligi

qoplama qatlaminin mexanik yemirilishiga sabab bo‘lib, himoya funksiyasining pasayishiga olib keladi.

Tahlillar shuni ham ko‘rsatadiki, qoplama tarkibidagi bog‘lovchi polimerlar, mineral to‘ldiruvchilar va korroziya ingibitorlarining optimal nisbatda tanlanishi fizik-mexanik xususiyatlarni sezilarli darajada yaxshilaydi. Ayniqsa, mahalliy mineral xomashyolar asosida tayyorlangan kompozitsion qoplamalarda dispers fazaning bir tekis taqsimlanishi yopishish mustahkamligi, qattqlik va korroziyaga bardoshlilikning ortishiga xizmat qiladi. Shu sababli qoplama tarkibini optimallashtirish va har bir komponentning ta‘sirini ilmiy asosda baholash mazkur yo‘nalishdagi tadqiqotlarning asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi.

Kompozitsion qoplamalarning fizik-mexanik xususiyatlarini kompleks baholash ularning korroziyaga qarshi himoya samaradorligini aniqlashning eng muhim bosqichi hisoblanadi. Yopishish mustahkamligi, qattqlik, aşinishga chidamlilik, zarbaga chidamlilik, egiluvchanlik hamda qoplama qalinligi kabi ko‘rsatkichlarning optimal darajada bo‘lishi qoplamaning uzoq muddatli ekspluatatsion barqarorligini ta‘minlaydi. Mahalliy xomashyolar asosida yaratiladigan kompozitsion qoplamalarning ushbu ko‘rsatkichlarini xalqaro standartlar asosida baholash import o‘rnini bosuvchi, yuqori samaradorlikka ega himoya qoplamalarini ishlab chiqish hamda avtotransport vositalari metall qismlarining xizmat muddatini uzaytirish uchun muhim ilmiy-amaliy asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 6-iyuldagi PQ–307-son "2022–2026-yillarda innovatsion rivojlanish strategiyasini amalga oshirish bo‘yicha tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida"gi Qarori.
2. Hao J., Zhang Y., Wang X., et al. Overview of Recent Developments in Composite Epoxy Resin in Organic Coating on Steel (2020–2024). *Journal of Materials Research and Technology*. – 2025. – Vol. 35. – P. 1021–1054.
3. Bai W., Li H., Chen Y., et al. Long-term anticorrosion and anti-ultraviolet aging composite coatings for steel protection. *Journal of Materials Research and Technology*. – 2025. – Vol. 36. – P. 2156–2174.
4. Alibakhshi E., Ramezanzadeh B., Mahdavian M. Active corrosion protection of epoxy coatings reinforced with calcium zinc phosphate nanoparticles. *Progress in Organic Coatings*. – 2022. – Vol. 163. – Article 106620.
5. Wan H., Song D., Li X., et al. Effect of Zinc Phosphate on the Corrosion Resistance of Waterborne Acrylic Coatings. *Materials*. – 2017. – Vol. 10. – No. 6. – Article 654.

6. Jomy J., Saji V.S., Cook W.D. Corrosion inhibitors incorporated into water-based epoxy coatings for active corrosion protection of steel: A review. *Journal of Coatings Technology and Research*. – 2022. – Vol. 19. – No. 6. – P. 1643–1672.

7. ISO 12944-1:2017. Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Part 1: General introduction. – Geneva: International Organization for Standardization, 2017.

8. ASTM B117-23. Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus. – West Conshohocken, PA: ASTM International, 2023.