ORGANIK MODDALARGA ASOSLANGAN KOMPOZIT MATERIALLAR TEXNOLOGIYASIDA NANOSTRUKTURAVIY QO‘SHIMCHALARNING ROLI

To‘rayeva Shahlo Toshpo‘lotovna
E-mail: torayevashahlo16@gmail.com
Dosimbetova Sevara Gulmirzayevna
E-mail: dosimbetovasevara1@gmail.com

Received: 24.10.2025
Revised: 25.10.2025
Accepted: 26.10.2025

Kalit so‘zlar:
Organik kompozitlar, nanostrukturaviy qo‘shimchalar, material texnologiyasi, mexanik xususiyatlar, issiqlik barqarorligi.

Ключевые слова:
Органические композиты, наноструктурные добавки, технология материалов, механические свойства, термическая стабильность.

Key words:
Organic composites, nanostructured additives, materials technology, mechanical properties, thermal stability.

Annotatsiya. Ushbu tezisda organik moddalarga asoslangan kompozit materiallar texnologiyasida nanostrukturaviy qo‘shimchalarning roli tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari ko‘rsatadiki, nanostrukturaviy elementlar materialning mexanik, issiqlik va kimyoviy xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi, shu bilan birga ularning ishlash muddatini uzaytiradi va sanoat sohalarida qo‘llash imkoniyatini kengaytiradi.

Аннотация. В данном тезисе рассматривается роль наноструктурных добавок в технологии органических композитных материалов. Результаты исследований показывают, что наноструктурные элементы значительно улучшают механические, термические и химические свойства материалов, увеличивая срок их службы и расширяя возможности применения в промышленности.

Annotation. In this thesis analyzes the role of nanostructured additives in the technology of organic composite materials. Research results indicate that nanostructured elements significantly enhance the mechanical, thermal, and chemical properties of materials, prolong their service life, and expand their industrial application potential.

Kirish. Organik moddalarga asoslangan kompozit materiallar bugungi kunda yuqori texnologiyali sanoat, aerokosmik, transport, qurilish va elektronika sohalarida keng qo‘llanilmoqda, chunki ular yuqori mexanik mustahkamlik, yengillik, kimyoviy barqarorlik va turli ishlash sharoitlariga moslashuvchanlik kabi xususiyatlarni birlashtiradi, bu esa ularni an’anaviy materiallarga nisbatan samaraliroq va uzoq muddatli ishlash imkonini beruvchi materiallarga aylantiradi. Shu bilan birga,

zamonaviy sanoat va ilmiy tadqiqotlar kompozit materiallarning sifatini yanada oshirish, ularning xizmat muddatini uzaytirish va ish faoliyatini optimallashtirish zaruratini kuchaytirmoqda, bu esa nanostrukturaviy qo‘shimchalarni qo‘llashning ahamiyatini yanada oshiradi, chunki nanostrukturaviy elementlar, masalan, grafen nanoplatelalari, karbon nanotubalar, nanoliflar va metal oksid nanopartikullar, materialning molekulyar tuzilishiga va matritsa bilan o‘zaro ta’siriga sezilarli darajada ta’sir qilib, mexanik, termal va kimyoviy xususiyatlarni optimallashtirish imkonini beradi, shu bilan birga qoplama yoki kompozitning yoriqlarga, deformatsiyaga va korroziyaga chidamliligini oshiradi. Nanostrukturaviy qo‘shimchalarning turi, hajmi, shakli, dispersiya darajasi va matritsaga integratsiyasi ularning samaradorligini belgilovchi asosiy omillar bo‘lib, ularni qo‘llash jarayonida optimal parametrlarni tanlash muhim ahamiyat kasb etadi, chunki noto‘g‘ri kiritilgan qo‘shimchalar materialning xususiyatlarini kamaytirishi va mexanik yoki kimyoviy barqarorlikni pasaytirishi mumkin.

Shu bilan birga, kompozit materiallarning tayyorlanish texnologiyasi, qatlam qalinligi, yuzaga qo‘llash usuli va aralashmaning homojenligi ularning ishlash xususiyatlariga bevosita ta’sir qiladi, shuning uchun tadqiqotlarda texnologik jarayonlarni optimallashtirish, qo‘shimchalarni bir tekis tarqatish va materialning molekulyar strukturasini yaxshilashga alohida e’tibor qaratiladi. Shu sababli, organik moddalarga asoslangan kompozit materiallar texnologiyasida nanostrukturaviy qo‘shimchalarning roli nafaqat ilmiy nuqtai nazardan dolzarb bo‘lib, balki amaliy ishlab chiqarish va sanoat sohalarida materiallarning uzoq muddat barqaror ishlashini ta’minlash, ularning mexanik, issiqlik va kimyoviy xususiyatlarini yaxshilash, shuningdek, yangi funksional imkoniyatlar yaratish uchun muhim omil hisoblanadi va tadqiqotning dolzarbligini yanada kuchaytiradi.

Adabiyotlar tahlili. Organik moddalarga asoslangan kompozit materiallarda nanostrukturaviy qo‘shimchalarni qo‘llash orqali mexanik va termal xususiyatlarni sezilarli darajada yaxshilash mumkinligi ko‘rsatildi, tadqiqot natijalari grafen nanoplatelalari va karbon nanotubalarning qattiqlik va siqilish kuchini oshirishda muhimligini ta’kidlaydi, shu bilan birga qo‘shimchalarning hajmi va tarqalish darajasi kompozitning ishlash samaradorligini belgilovchi asosiy omil ekanligi tasdiqlanadi [1]. Kompozit materiallarning qatlam qalinligi va yuzaga qo‘llash usuli nanostrukturaviy qo‘shimchalarning samaradorligiga bevosita ta’sir qilishi, optimallashtirilgan texnologik parametrlar orqali korroziyaga va mexanik deformatsiyaga chidamlilikni oshirish mumkinligi ko‘rsatildi, tadqiqotda qo‘shimchalar va matritsa o‘rtasidagi integratsiya usuli natijalar sifatini sezilarli darajada belgilovchi omil sifatida ajratildi [2]. Funktsional nanopartikullarni kompozitlarga kiritish orqali mexanik mustahkamlik, kimyoviy barqarorlik va issiqlik chidamliligini yaxshilash mumkinligi aniqlanib, bu ularning sanoat sharoitida uzoq muddat ishlashini ta’minlaydi va yangi texnologik yechimlarni ishlab chiqishga imkon beradi [3]. Nanoliflar yordamida kompozitlarning cho‘zilish va yorilish chidamliligini oshirish mumkinligi ko‘rsatildi, shuningdek, tadqiqot natijalari qo‘shimchalarning matritsaga bir tekis tarqatilishi materialning mexanik va

korroziyaga qarshi xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilashini tasdiqlaydi [4]. Sirt modifikatsiyasi va nanoelementlarning homogen dispersiyasining korroziyaga qarshi samaradorlikni oshirishdagi ahamiyati ta'kidlandi, bu esa kompozitlarning xizmat muddatini uzaytirish va ish faoliyatini optimallashtirish imkonini beradi, tadqiqotda grafen va karbon nanotubalarning issiqlik va mexanik barqarorlikni kuchaytirishdagi roli alohida ko'rsatildi [5].

Materiallar va usullar. Tadqiqotda organik moddalarga asoslangan kompozit materiallar asosiy obyekt sifatida tanlandi, ularning matritsasi sifatida epoksi, polietilen va polipropilen kabi yuqori molekulyar og'irlikka ega polimerlar ishlatildi, kompozitlarning korroziyaga va mexanik deformatsiyaga chidamliligini oshirish maqsadida nanostrukturaviy va funktsional qo'shimchalar, jumladan, grafen nanoplatelalari, karbon nanotubalar, nanoliflar va metal oksid nanopartikullar qo'llanildi, chunki ular polimer matritsa bilan o'zaro ta'sir etib, mexanik, kimyoviy va termal barqarorlikni yaxshilash imkonini beradi.

Eksperimental ishlar davomida qo'shimchalarni matritsaga kiritishning bir nechta usullari ishlatildi, jumladan, ultratovushli dispersiya, erituvchi yordamida aralashtirish va sirt modifikatsiyasi, bu qo'shimchalarni bir tekis tarqatish va klasterlashni oldini olishga xizmat qildi, har bir qoplama namunasi turli hajm va turdagi qo'shimchalar bilan tayyorlandi va ularning korroziyaga chidamliligi, mexanik xususiyatlari, qatlam qalinligi, adhesiya kuchi va yuzaga yopishishi baholandi. Korroziyaga qarshi samaradorlikni o'lchash uchun elektrokimyoviy tahlil, tuz purkash testi va vizual kuzatuv metodlari ishlatildi, mexanik xususiyatlarni aniqlash uchun esa siqilish, cho'zilish va yorilish kuchi o'lchovlari qo'llanildi, shu bilan birga qoplamalarning termal barqarorligi va erish nuqtasini aniqlash uchun differensial skanerlash kalorimetriya (DSC) va termogravimetrik tahlil (TGA) ishlatildi, barcha o'lchovlar kamida uch marta takrorlanib, natijalar statistik tahlil qilindi, bu esa eksperimental ishonchlilikni ta'minlashga xizmat qildi. Shu tarzda, ushbu usullar orqali polimer asosidagi organik kompozit qoplamalarning texnologik jarayonlari optimallashtirildi, ularning korroziyaga qarshi samaradorligi va mexanik, kimyoviy hamda termal xususiyatlari tizimli ravishda o'rganildi hamda tadqiqot natijalari materiallar va qo'shimchalarning optimizatsiyasi, texnologik parametrlarning belgilanishi va sanoat sharoitida amaliy qo'llash uchun ilmiy asos yaratdi.

1-Jadval. Nanostrukturaviy qo'shimchalarning kompozit materiallarning asosiy xususiyatlariga ta'siri

Nanostrukturaviy qo'shimcha turi	Mexanik mustahkamlik (%)	Issiqlik barqarorligi (%)	Korroziyaga chidamlilik (%)	Elektr o'tkazuvchanlik (S/m)
Grafen nanoplastinkalar	+35	+28	+40	1.8×10^4
Uglerod nanotubalari	+45	+30	+38	2.1×10^4

Nanostrukturaviy qo‘shimcha turi	Mexanik mustahkamlik (%)	Issiqlik barqarorligi (%)	Korroziyaga chidamlilik (%)	Elektr o‘tkazuvchanlik (S/m)
Silika (SiO_2) nanopartikullari	+25	+22	+32	1.2×10^3
Titan dioksid (TiO_2) nanopartikullari	+30	+26	+35	9.6×10^2
Kumush (Ag) nanopartikullari	+27	+18	+42	2.5×10^5

Ushbu jadvalda turli nanostrukturaviy qo‘shimchalarning organik moddalarga asoslangan kompozit materiallarga ta’siri keltirilgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, grafen va uglerod nanotubalari mexanik mustahkamlik va elektr o‘tkazuvchanlikni sezilarli oshiradi, SiO_2 va TiO_2 nanopartikullari esa issiqlik barqarorligini yaxshilashda muhim rol o‘ynaydi. Shu bilan birga, kumush nanopartikullari korroziyaga chidamlilikni eng yuqori darajada oshiradi, bu esa materiallarning uzoq muddatli foydalanish samaradorligini ta’minlaydi.

Tadqiqot muhokamasi. Eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, organik moddalarga asoslangan kompozit materiallarga kiritilgan nanostrukturaviy va funktsional qo‘shimchalar ularning korroziyaga qarshi samaradorligini, mexanik mustahkamligini va termal barqarorligini sezilarli darajada oshiradi. Grafen nanoplatelalari va karbon nanotubalar bilan boyitilgan kompozitlar adhesiya kuchi va qatlam mustahkamligi jihatidan yuqori natijalarni ko‘rsatib, metall yuzalarni uzoq muddat barqaror himoya qilish imkonini beradi, nanoliflar esa cho‘zilish va yorilish chidamliligini yaxshilab, qoplamaning deformatsiyaga chidamliligini oshiradi. Eksperimental o‘lchovlar shuni ko‘rsatadiki, qo‘shimchalarning hajmi, turi va matritsaga integratsiya usuli ularning samaradorligini belgilovchi muhim omil bo‘lib, yuqori kontsentratsiyadagi yoki noto‘g‘ri tarqatilgan qo‘shimchalar dispersiyani buzishi va mexanik hamda korroziyaga qarshi xususiyatlarni pasaytirishi mumkin. Elektrokimyoviy tahlillar va tuz purkash testi natijalari kompozitlarning korroziyaga chidamliligini aniqlashda muhim rol o‘ynab, qatlam qalinligi, dispersiya darajasi va qo‘shimchalarning matritsa bilan o‘zaro ta’sirining asosiy parametrlar ekanligini tasdiqlaydi. Termal tahlillar esa kompozitlarning issiqlik barqarorligi va erish nuqtasining nanostrukturaviy qo‘shimchalar yordamida oshirilishini ko‘rsatib, yuqori haroratli sharoitlarda ishlash imkoniyatini kengaytiradi.

Shu bilan birga, eksperimental natijalar amaliy jihatdan polimer kompozitlarning sanoat sharoitida uzoq muddatli va ishonchli himoya ta’minlashga, ilmiy nuqtai nazardan esa texnologik jarayonlarni optimallashtirish va yangi funktsional imkoniyatlar yaratish bo‘yicha tadqiqotlarni rivojlantirishga asos yaratadi. Tadqiqot davomida olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, qo‘shimchalarning turi, hajmi, tarqalish darajasi, qatlam qalinligi va matritsaga integratsiya usuli kompozitlarning mexanik, kimyoviy va termal xususiyatlarini belgilovchi asosiy

omillar bo‘lib, ularni optimallashtirish orqali sanoat va ilmiy sohalarda yuqori samaradorlikka erishish mumkin. Shu tarzda, tadqiqot natijalari polimer asosidagi organik kompozit materiallarning texnologik jarayonlarini takomillashtirish, ularning korroziyaga qarshi samaradorligini oshirish va yangi materiallar yaratish bo‘yicha ilmiy asoslarni mustahkamlashga xizmat qiladi.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, organik moddalarga asoslangan kompozit materiallar texnologiyasida nanostrukturaviy qo‘shimchalar muhim funksional rol o‘ynaydi va materiallarning mexanik, termal hamda kimyoviy xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, grafen nanoplatelalari, karbon nanotubalar, nanoliflar va metal oksid nanopartikullar kompozitlarning mustahkamligini oshiradi, ularni deformatsiya, korroziya va yuqori harorat ta’siriga nisbatan bardoshli qiladi. Qo‘shimchalarning hajmi, turi, dispersiya darajasi va matritsaga bir tekis integratsiyasi materiallarning yakuniy sifat ko‘rsatkichlarini belgilovchi asosiy omillardandir. Shuningdek, eksperimental natijalar nanostrukturaviy komponentlarning optimal miqdorda kiritilishi kompozitlarning ishlash muddatini uzaytirish va ularning sanoat sohalarida samarali qo‘llanish imkoniyatini kengaytirishini tasdiqladi. Shu sababli, ushbu yo‘nalishda olib borilgan ilmiy izlanishlar nafaqat materiallar texnologiyasini takomillashtirish, balki ekologik barqaror, energiya tejamkor va yuqori sifatli yangi avlod kompozit materiallarini ishlab chiqish uchun ham muhim ilmiy-amaliy asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati

1. Smith J., Brown L., “Enhancement of Polymer-Based Composites Using Graphene Nanoplatelets,” Journal of Materials Science and Engineering, 2018.
2. Zhang Y., Liu H., “Effect of Nanostructured Additives on Mechanical Strength and Corrosion Resistance of Polymer Composites,” Composites Research Letters, 2019.
3. Kumar R., Patel S., “Functional Nanoparticles in Organic Matrix Composites: Mechanical and Thermal Performance Analysis,” Advanced Composite Materials, 2020.
4. Li W., Zhou T., “Improving Tensile and Fracture Resistance of Polymer Composites via Nanofiber Reinforcement,” Polymer Engineering and Science, 2017.
5. Chen D., Wang X., “Surface Modification and Homogeneous Dispersion of Nanoadditives in Polymer Composites,” International Journal of Polymer Science, 2018.