ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 9

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 9

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

GRAFEN OKSIDINING POLIOLEFINLARNI MODIFIKATSIYALASHDAGI AHAMIYATI

Niyozqulov Sherzod Sharofovich
Qarshi davlat texnika universiteti texnika fanlari falsafa doktori (PHD)

Annotatsiya. Ushbu maqolada grafen oksidining poliolefinlarni modifikatsiyalashdagi ahamiyati, fizik-kimyoviy xossalari hamda nanokompozit materiallar hosil qilishdagi roli tahlil qilingan. Tadqiqot davomida grafen oksidining polietilen va polipropilen tarkibiga qo‘shilishi natijasida mexanik mustahkamlik, issiqlik bardoshligi, elektr o‘tkazuvchanlik va tribologik xossalarning yaxshilanishi o‘rganildi. Shuningdek, grafen oksidining polimer matritsada bir tekis taqsimlanishi hamda aglomeratsiya muammolari tahlil qilindi. Olingan natijalar grafen oksidi asosidagi poliolefin nanokompozitlarining avtomobilsozlik, elektrotexnika, neft-gaz va qadoqlash sanoatlarida istiqbolli material ekanligini ko‘rsatdi. Tadqiqot natijalari zamonaviy polimer materiallar yaratishda grafen oksidining yuqori samaradorlikka ega nanoto‘ldiruvchi sifatidagi ahamiyatini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: grafen, oksid, poliolefin, polietilen, polipropilen, nanokompozit, dispersiya, mustahkamlik, tribologiya, modifikatsiya.

Аннотация. В данной статье рассмотрено значение оксида графена при модификации полиолефинов, его физико-химические свойства и роль в создании нанокомпозитных материалов. В ходе исследования изучено влияние добавления оксида графена в состав полиэтилена и полипропилена на механическую прочность, термостойкость, электропроводность и трибологические свойства материалов. Также проанализированы вопросы равномерного распределения оксида графена в полимерной матрице и проблемы агломерации. Полученные результаты показали, что полиолефиновые нанокомпозиты на основе оксида графена являются перспективными материалами для автомобилестроения, электротехники, нефтегазовой и упаковочной промышленности. Результаты исследования подтверждают высокую эффективность оксида графена как нанонаполнителя для создания современных полимерных материалов.

Ключевые слова: графен, оксид, полиолефин, полиэтилен, полипропилен, нанокомпозит, дисперсия, прочность, трибология, модификация.

Abstract. This article analyzes the importance of graphene oxide in the modification of polyolefins, its physicochemical properties, and its role in the formation of nanocomposite materials. The study investigated the effect of adding graphene oxide to polyethylene and polypropylene on mechanical strength, thermal stability, electrical conductivity, and tribological properties. In addition, the uniform distribution of graphene oxide in the polymer matrix and

ISSN 3030-3907

agglomeration problems were examined. The obtained results demonstrated that graphene oxide-based polyolefin nanocomposites are promising materials for the automotive, electrical, oil and gas, and packaging industries. The findings confirm the high efficiency of graphene oxide as a nanofiller in the development of advanced polymer materials with improved operational properties.

Keywords: graphene, oxide, polyolefin, polyethylene, polypropylene, nanocomposite, dispersion, strength, tribology, modification.

KIRISH.

Grafen oksidi zamonaviy nanomateriallar orasida o‘zining noyob fizik-kimyoviy xossalari bilan alohida ahamiyat kasb etmoqda. Uning yuqori mexanik mustahkamligi, katta sirt maydoni, issiqlik va elektr o‘tkazuvchanligi hamda tarkibidagi kislorodli funksional guruhlar tufayli turli polimer materiallarni modifikatsiyalashda keng qo‘llanilishi ilmiy tadqiqotlarning dolzarb yo‘nalishiga aylangan. Ayniqsa, poliolefinlar — polietilen, polipropilen va ularning sopolimerlari sanoatda eng ko‘p ishlatiladigan polimerlar qatoriga kiradi. Ushbu materiallar yengilligi, kimyoviy barqarorligi va iqtisodiy jihatdan qulayligi bilan ajralib tursa-da, ularning issiqlik bardoshligi, mexanik mustahkamligi hamda elektr xossalarini yanada yaxshilash zarurati mavjud. Shu sababli grafen oksididan foydalanish poliolefinlarni modifikatsiyalashning samarali usullaridan biri sifatida qaralmoqda. So‘nggi yillarda polimer nanokompozitlarga bo‘lgan qiziqishning ortishi grafen oksidining amaliy ahamiyatini yanada kuchaytirdi. Grafen oksidi qatlamli tuzilishga ega bo‘lib, uning tarkibida gidroksil, karboksil va epoksi guruhlar mavjudligi sababli polimer matritsa bilan yaxshi o‘zaro ta’sirlashadi. Bu esa poliolefin tarkibida nanoto‘ldiruvchi sifatida qo‘llanganda materialning strukturaviy va ekspluatatsion xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Jumladan, grafen oksidi qo‘shilishi natijasida poliolefinlarning mexanik mustahkamligi oshadi, deformatsiyaga chidamliligi yaxshilanadi hamda issiqlik o‘tkazuvchanligi ortadi. Bundan tashqari, nanokompozitlarning gaz o‘tkazuvchanligi kamayib, korroziyaga va tashqi muhit ta’siriga chidamliligi ortadi [1].

Poliolefinlarning asosiy kamchiliklaridan biri ularning inert tabiati hisoblanadi. Mazkur polimerlar tarkibida faol funksional guruhlar deyarli mavjud emasligi sababli boshqa moddalar bilan bog‘lanishi cheklangan bo‘ladi. Grafen oksidi esa funksional guruhlarga boy bo‘lgani uchun poliolefin zanjirlari bilan fizik va kimyoviy bog‘lanish hosil qilish imkoniyatiga ega. Natijada polimer matritsa va nanoto‘ldiruvchi orasidagi adgeziya kuchayadi. Bu holat nanokompozit strukturasining bir jinsli bo‘lishini ta’minlaydi va materialning uzoq muddat xizmat qilishiga yordam beradi. Ayniqsa, eritmada aralashtirish, eritib aralashtirish hamda in situ polimerizatsiya usullari orqali olingan grafen oksidi asosidagi poliolefin nanokompozitlari yuqori samaradorlikni namoyon etmoqda. Grafen oksidining poliolefinlarni modifikatsiyalashdagi muhim

ISSN 3030-3907

jihatlaridan yana biri uning issiqlik barqarorligini oshirish qobiliyatidir. Ma'lumki, poliolefin materiallari yuqori harorat ta'sirida tez deformatsiyalanadi yoki oksidlanishga uchraydi. Grafen oksidi esa issiqlikni bir tekis taqsimlash xususiyatiga ega bo'lib, materialning termik degradatsiyasini sekinlashtiradi. Natijada poliolefin asosidagi mahsulotlarning ishlash muddati ortadi. Shu bilan birga, grafen oksidining qo'shilishi elektr o'tkazuvchanlikni ham yaxshilaydi, bu esa antistatik qoplamalar, elektronika sanoati hamda elektromagnit ekranlovchi materiallar ishlab chiqarishda muhim hisoblanadi [2].

Hozirgi vaqtda grafen oksidi asosidagi poliolefin nanokompozitlari avtomobilsozlik, neft-gaz sanoati, qadoqlash texnologiyalari, elektrotexnika va biotibbiyot kabi ko'plab sohalarda qo'llanilmoqda. Ayniqsa, yuqori mustahkamlikka ega yengil konstruksion materiallar yaratishda ushbu nanokompozitlarning ahamiyati katta. Neft-gaz sanoatida esa agressiv muhitga chidamli quvur va qoplama materiallarini ishlab chiqarishda grafen oksidi bilan modifikatsiyalangan poliolefinlar istiqbolli material sifatida qaralmoqda. Bundan tashqari, ekologik jihatdan barqaror va energiya tejamkor materiallar ishlab chiqarishga bo'lgan ehtiyoj ham grafen oksidi asosidagi kompozitlarga bo'lgan talabni oshirmoqda. Shu bilan birga, grafen oksidining poliolefinlar tarkibida bir tekis taqsimlanishi hamon dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Nanoto'ldiruvchilarning aglomeratsiyaga moyilligi sababli materialning ayrim xossalari pasayishi mumkin. Shu sababli zamonaviy tadqiqotlarda grafen oksidining sirtini funksionallashtirish, kompatibilizatorlardan foydalanish hamda ultratovushli dispersiyalash kabi usullar keng o'rganilmoqda. Bu usullar yordamida poliolefin matritsasida grafen oksidining barqaror dispersiyasi hosil qilinib, nanokompozitning optimal xossalariga erishilmoqda. Umuman olganda, grafen oksidi poliolefinlarni modifikatsiyalashda yuqori samaradorlikka ega nanomaterial sifatida katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Uning qo'llanilishi natijasida polimer materiallarning mexanik, termik, elektr va barqarorlik xossalari sezilarli darajada yaxshilanadi. Shu sababli grafen oksidi asosidagi poliolefin nanokompozitlarini yaratish va ularning xossalarini chuqur o'rganish zamonaviy materialshunoslikning istiqbolli yo'nalishlaridan biri bo'lib qolmoqda [3].

ADABIYOTLAR TAHLILI. Grafen oksidi asosidagi nanomateriallar so'nggi yillarda polimer materiallarni modifikatsiyalash sohasida eng istiqbolli yo'nalishlardan biri sifatida keng o'rganilmoqda. Ayniqsa, poliolefinlar — polietilen (PE), polipropilen (PP) va ularning sopolimerlari bilan grafen oksidining o'zaro ta'siri ilmiy tadqiqotlarda alohida ahamiyat kasb etmoqda. Poliolefinlar sanoatda keng qo'llanilishiga qaramasdan, ularning mexanik mustahkamligi, issiqlik bardoshligi hamda elektr o'tkazuvchanlik xossalari cheklangan hisoblanadi. Shu sababli zamonaviy tadqiqotlarda ushbu kamchiliklarni bartaraf etish uchun nanoo'lchamdagi to'ldiruvchilardan

ISSN 3030-3907

foydalanishga katta e’tibor qaratilmoqda. Grafen oksidi esa yuqori sirt maydoni va tarkibidagi funksional guruhlar sababli poliolefin matritsasi bilan samarali bog‘lana oladigan nanomaterial sifatida tavsiflanadi [4].

Grafen oksidi grafitning oksidlanishi natijasida hosil bo‘ladigan ikki o‘lchamli uglerod nanomaterialidir. Uning umumiy kimyoviy formulasi ko‘pincha quyidagicha ifodalanadi:

$$C_xO_yH_z$$

yoki soddalashtirilgan ko‘rinishda:

$$C_8O_2H_3$$

Grafen oksidi tarkibida gidroksil $(-OH)$, karboksil $(-COOH)$ va epoksi $(C-O-C)$ funksional guruhlari mavjud bo‘lib, aynan ushbu guruhlar uning polimerlar bilan bog‘lanish qobiliyatini oshiradi. Polietilenning takrorlanuvchi strukturaviy formulasi:

$$(-CH_2-CH_2-)_n$$

Polipropilenning strukturaviy formulasi esa:

$$(-CH_2-CH(-CH_3)-)_n$$

Ko‘rinishida ifodalanadi. Grafen oksidining ushbu polimerlarga qo‘shilishi natijasida molekulalararo bog‘lanish kuchayadi va nanokompozit materiallarning fizik-kimyoviy xossalari yaxshilanadi [5].

Ilmiy manbalarda grafen oksidining poliolefinlar tarkibida bir tekis taqsimlanishi materialning samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biri ekanligi ta’kidlangan. Tadqiqotlarga ko‘ra, grafen oksidi qatlamlari polimer zanjirlari orasiga kirib borishi natijasida kompozitning kristallanish darajasi ortadi. Bu esa materialning qattiqligi va mexanik mustahkamligini oshiradi. Ayniqsa, ultratovush yordamida dispersiyalash usuli orqali grafen oksidining polimer matritsasida aglomeratsiyasini kamaytirish mumkinligi ko‘rsatib o‘tilgan. Tadqiqotlarda grafen oksidining kichik miqdorda qo‘shilishi ham poliolefinlarning xossalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan. Jumladan, 0,5 – 3 % oralig‘ida qo‘shilgan grafen oksidi polimerning termik barqarorligini oshirib, oksidlanish jarayonlarini sekinlashtiradi. Bu holat grafen oksidining yuqori issiqlik o‘tkazuvchanligi bilan izohlanadi. Shuningdek, grafen oksidi qatlamlari gaz molekulalari uchun diffuziya yo‘lini murakkablashtiradi va natijada polimerlarning gaz o‘tkazuvchanligi kamayadi. Mazkur xususiyat qadoqlash sanoatida muhim ahamiyatga ega hisoblanadi [6].

Quyidagi jadvalda grafen oksidi bilan modifikatsiyalangan ayrim poliolefin materiallarning asosiy xossalari keltirilgan.

Material turi	Grafen oksidi miqdori	Kuzatilgan o‘zgarish	Qo‘llanilish sohasi

ISSN 3030-3907

Polietilen/Grafen oksidi	0,5–1 %	Mexanik mustahkamlik oshgan	Qadoqlash sanoati
Polipropilen/Grafen oksidi	1–3 %	Issiqlik bardoshligi yaxshilangan	Avtomobil sanoati
PE nanokompozit	2 %	Gaz o‘tkazuvchanligi kamaygan	Himoya qoplamalari
PP nanokompozit	1 %	Elektr o‘tkazuvchanlik ortgan	Elektrotexnika
Grafen oksidi asosidagi kompozit	0,75 %	Ishqalanishga chidamlilik oshgan	Mashinasozlik

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinadiki, grafen oksidi juda kichik konsentratsiyalarda ham poliolefinlarning ekspluatatsion xossalarini sezilarli yaxshilaydi. Ayniqsa, elektr va issiqlik o‘tkazuvchanlikning ortishi sanoatning yuqori texnologik yo‘nalishlarida ushbu materiallarga bo‘lgan talabni oshirmoqda [7].

Adabiyotlarda grafen oksidining polimerlarga biriktirilish mexanizmi ham keng o‘rganilgan. Tadqiqotchilar tomonidan polimer matritsa bilan grafen oksidi orasidagi bog‘lanish asosan vodorod bog‘lari va Van-der-Vaals kuchlari orqali yuzaga kelishi qayd etilgan. Ayrim hollarda kimyoviy funksionallashtirish orqali kovalent bog‘lanishlar ham hosil qilinadi. Bunda malein angidrid bilan modifikatsiyalangan poliolefinlar kompatibilizator sifatida qo‘llanilib, grafen oksidining polimerda bir jinsli taqsimlanishi ta’minlanadi. Natijada materialning zarbaga chidamliligi va elastikligi oshadi. Grafen oksidi asosidagi poliolefin nanokompozitlarining tribologik xususiyatlari ham alohida tadqiq qilingan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, grafen oksidi ishqalanish koeffitsientini kamaytirib, materialning yeyilishga chidamliligini oshiradi. Bu holat ayniqsa harakatlanuvchi mexanik qismlar uchun muhim hisoblanadi. Grafen oksidining qatlamli tuzilishi sirpanish effektini hosil qilishi sababli material yuzasida himoya qatlami paydo bo‘ladi. Shu tufayli mashinasozlik va neft-gaz sanoatida grafen oksidi bilan modifikatsiyalangan polimer materiallardan foydalanishga qiziqish ortib bormoqda [8].

Mahalliy ilmiy tadqiqotlarda ham grafen va grafen oksidi asosidagi nanomateriallarning istiqbollari keng yoritilgan. O‘zbekiston olimlari tomonidan

ISSN 3030-3907

grafen asosidagi ekologik xavfsiz materiallar yaratish, ularni polimerlar bilan birlashtirish hamda suv va havo tozalash tizimlarida qo‘llash bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Ushbu tadqiqotlar grafen oksidining nafaqat mexanik, balki ekologik jihatdan ham samarali material ekanligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, bioasosli grafen materiallarining ishlab chiqilishi kelgusida poliolefin nanokompozitlarini ekologik xavfsiz texnologiyalar asosida ishlab chiqarish imkonini yaratadi. Shuningdek, ilmiy adabiyotlarda grafen oksidining termik degradatsiyaga qarshi ta’siri ham batafsil o‘rganilgan. Poliolefin materiallar yuqori haroratda oksidlanishga moyil bo‘lsa, grafen oksidi issiqlikni teng taqsimlash orqali termik buzilish jarayonini sekinlashtiradi. Bu esa polimer mahsulotlarning xizmat muddatini oshiradi. Tadqiqotlarda nanoto‘ldiruvchi miqdori ortishi bilan termik barqarorlikning ham ortishi aniqlangan, biroq grafen oksidining ortiqcha miqdori aglomeratsiyaga olib kelib, aks ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi qayd etilgan. Shu sababli optimal konsentratsiyani tanlash muhim hisoblanadi [9].

Grafen oksidi asosidagi poliolefin nanokompozitlarining elektr o‘tkazuvchanlik xususiyatlari ham ko‘plab tadqiqotlarda tahlil qilingan. Oddiy poliolefinlar dielektrik material bo‘lsa, grafen oksidi qo‘shilishi natijasida elektronlar harakati uchun o‘tkazuvchi yo‘llar hosil bo‘ladi. Bu esa antistatik materiallar, sensorlar va elektromagnit ekranlovchi qoplamalar ishlab chiqarishda katta imkoniyat yaratadi. Elektronika sanoatida engil va yuqori o‘tkazuvchan materiallarga bo‘lgan talab ortib borayotgani sababli grafen oksidi asosidagi polimer kompozitlarga qiziqish tobora kuchaymoqda. Umuman olganda, adabiyotlar tahlili grafen oksidining poliolefinlarni modifikatsiyalashda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatadi. Tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, grafen oksidi poliolefinlarning mexanik, termik, tribologik va elektr xossalarini sezilarli yaxshilaydi. Shu bilan birga, nanoto‘ldiruvchining polimer matritsasida bir tekis taqsimlanishini ta’minlash hamda optimal konsentratsiyani tanlash asosiy ilmiy muammolardan biri bo‘lib qolmoqda. Kelgusida grafen oksidi asosidagi ekologik xavfsiz va yuqori samarali poliolefin nanokompozitlarini yaratish materialshunoslik va polimer kimyosi sohalarining muhim istiqbolli yo‘nalishlaridan biri bo‘lib xizmat qiladi [10].

TADQIQOT MUHOKAMASI. Olib borilgan tadqiqotlar natijalari grafen oksidining poliolefinlarni modifikatsiyalash jarayonida yuqori samaradorlikka ega nanoto‘ldiruvchi ekanligini ko‘rsatdi. Tajriba natijalariga ko‘ra, grafen oksidining polietilen va polipropilen tarkibiga kiritilishi ularning mexanik, termik va ekspluatatsion xossalariga sezilarli ijobiy ta’sir ko‘rsatdi. Ayniqsa, grafen oksidining tarkibidagi kislorodli funksional guruhlar polimer zanjirlari bilan o‘zaro ta’sirlashib, kompozit material strukturasining mustahkamlanishiga sabab

ISSN 3030-3907

bo‘ldi. Bu esa poliolefin matritsasida molekulalararo bog‘lanishlarning kuchayishi bilan izohlanadi. Tadqiqot davomida grafen oksidining poliolefin tarkibida bir tekis taqsimlanishi material xossalariga bevosita ta’sir qilishi kuzatildi. Nanoto‘ldiruvchi miqdori kam bo‘lganda grafen oksidi qatlamlari polimer matritsa bo‘ylab yaxshi dispersiyalanib, mexanik mustahkamlik va elastiklikning ortishiga olib keldi. Biroq grafen oksidi miqdori ortib ketganda ayrim hollarda aglomeratsiya hodisasi kuzatildi. Bu esa nanokompozitning ayrim hududlarida notekis struktura hosil bo‘lishiga sabab bo‘lib, materialning umumiy xossalariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi aniqlandi. Shu sababli grafen oksidining optimal konsentratsiyasini tanlash muhim texnologik omillardan biri ekanligi tasdiqlandi [11].

Tahlillar natijasida polietilen asosidagi nanokompozitlarda grafen oksidining 0,5 – 1,5 % oralig‘idagi miqdori eng samarali natijalarni bergani kuzatildi. Mazkur konsentratsiyada materialning cho‘zilishdagi mustahkamligi oshib, deformatsiyaga chidamliligi yaxshilandi. Polipropilen asosidagi kompozitlarda esa issiqlik bardoshligi sezilarli ravishda ortgani aniqlandi. Bu holat grafen oksidining yuqori issiqlik o‘tkazuvchanligi va issiqlikni teng taqsimlash xususiyati bilan bog‘liq. Tadqiqotlar davomida termik degradatsiya jarayonining sekinlashgani ham kuzatildi. Natijada modifikatsiyalangan poliolefinlarning yuqori haroratdagi ishlash muddati ortishi mumkinligi aniqlandi. Grafen oksidining poliolefinlar bilan o‘zaro ta’siri molekulyar darajada tahlil qilinganda, asosiy rolni vodorod bog‘lari va Van-der-Vaals kuchlari o‘ynashi ma’lum bo‘ldi. Ayniqsa, grafen oksidining gidroksil va karboksil guruhlari polimer zanjirlari bilan fizik bog‘lanish hosil qilishi natijasida kompozitning ichki tuzilishi barqarorlashadi. Ayrim hollarda kompatibilizatorlardan foydalanilganda kovalent bog‘lanishlarning hosil bo‘lishi ham kuzatildi. Bu esa nanokompozitning mexanik mustahkamligini yanada oshirdi. Demak, grafen oksidi nafaqat oddiy to‘ldiruvchi, balki polimer strukturasini faol modifikatsiyalovchi komponent sifatida ham namoyon bo‘ladi. Tadqiqot natijalari grafen oksidining gaz o‘tkazuvchanlikka ham sezilarli ta’sir qilishini ko‘rsatdi. Modifikatsiyalangan poliolefin materiallarda gaz molekulalarining diffuziyasi murakkablashgani sababli kislorod va boshqa gazlarning o‘tuvchanligi kamaydi. Bu xususiyat qadoqlash sanoati uchun ayniqsa muhim hisoblanadi. Chunki oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda gaz o‘tkazuvchanlikning past bo‘lishi mahsulot sifatini uzoq vaqt saqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, korroziy muhitlarda ishlatiladigan himoya qoplamalari uchun ham grafen oksidi asosidagi nanokompozitlarning istiqbollari yuqori ekanligi aniqlandi [12].

ISSN 3030-3907

Elektr xossalar bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar ham ijobiy natijalarni ko‘rsatdi. Oddiy poliolefinlar elektr tokini o‘tkazmaydigan dielektrik materiallar hisoblanadi. Grafen oksidi qo‘shilganda esa kompozit tarkibida elektronlar harakati uchun o‘tkazuvchi tarmoqlar hosil bo‘lishi kuzatildi. Natijada materialning elektr o‘tkazuvchanligi ortdi va antistatik xossalari yaxshilandi. Bu holat elektrotexnika, elektronika va sensor texnologiyalarida grafen oksidi asosidagi poliolefin kompozitlarini qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi. Tribologik tahlillar natijasida grafen oksidi ishqalanish koeffitsientini kamaytirishi va yeyilishga chidamlilikni oshirishi aniqlandi. Grafen oksidining qatlamli tuzilishi sirpanish effektini hosil qilgani sababli material yuzasida himoya qatlami shakllandi. Bu esa mexanik ishqalanish jarayonida yuzaning shikastlanishini kamaytiradi. Ayniqsa, mashinasozlik va neft-gaz sanoatida ishlatiladigan polimer detallarning xizmat muddatini uzaytirishda ushbu xususiyat muhim ahamiyat kasb etadi [13].

Tadqiqot davomida grafen oksidining ekologik jihatdan istiqbolli nanomaterial ekanligi ham qayd etildi. Modifikatsiyalangan poliolefinlarning uzoq muddat xizmat qilishi material sarfini kamaytiradi hamda chiqindilar hajmini qisqartirishga yordam beradi. Bundan tashqari, grafen oksidining kichik miqdorda qo‘llanilishi yuqori samaradorlikka erishish imkonini beradi. Bu esa iqtisodiy jihatdan ham muhim afzallik hisoblanadi. Shu bilan birga, tadqiqotlar ayrim muammolar mavjudligini ham ko‘rsatdi. Eng asosiy muammolardan biri grafen oksidining polimer matritsasida aglomeratsiyaga moyilligi hisoblanadi. Nanoto‘ldiruvchi zarrachalarning bir joyga to‘planib qolishi materialning ayrim xossalarini pasaytirishi mumkin. Shu sababli ultratovushli dispersiyalash, sirtni funksionallashtirish va kompatibilizatorlardan foydalanish kabi usullarni takomillashtirish zarur hisoblanadi. Kelgusidagi tadqiqotlarda aynan ushbu yo‘nalishlarda ilmiy izlanishlarni chuqurlashtirish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Umuman olganda, olib borilgan tadqiqotlar grafen oksidining poliolefinlarni modifikatsiyalashda katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega ekanligini tasdiqladi. Nanokompozit materiallarning mexanik, termik, elektr va tribologik xossalarining yaxshilanishi grafen oksidi asosidagi poliolefin kompozitlarini zamonaviy sanoatning ko‘plab sohalarida keng qo‘llash imkoniyatini yaratadi [14].

XULOSA. Grafen oksidi poliolefinlarni modifikatsiyalashda yuqori samaradorlikka ega nanomaterial ekanligi tadqiqotlar asosida tasdiqlandi. Uning polietilen va polipropilen tarkibiga qo‘shilishi natijasida materiallarning mexanik mustahkamligi, issiqlik bardoshligi, elektr o‘tkazuvchanligi hamda yeyilishga chidamliligi sezilarli darajada yaxshilandi. Grafen oksidining tarkibidagi funksional guruhlar polimer matritsa bilan mustahkam bog‘lanish hosil qilib,

ISSN 3030-3907

nanokompozit strukturasining barqarorligini ta’minladi. Tadqiqotlar davomida optimal miqdorda qo‘llangan grafen oksidi poliolefinlarning ekspluatatsion xossalarini oshirishi bilan birga gaz o‘tkazuvchanlikni kamaytirishi ham aniqlandi. Shu bilan birga, grafen oksidining bir tekis dispersiyalanishi asosiy texnologik omillardan biri ekanligi qayd etildi. Umuman olganda, grafen oksidi asosidagi poliolefin nanokompozitlari zamonaviy materialshunoslikda istiqbolli yo‘nalishlardan biri bo‘lib, sanoatning turli tarmoqlarida keng qo‘llash imkoniyatiga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdullayev, A., & Rasulov, B. (2023). Grafen oksidi asosidagi polimer nanokompozitlarning fizik-kimyoviy xossalari. O‘zbekiston Kimyo Jurnali, 4(2), 45–52.
2. Karimov, J., & Tursunov, M. (2022). Poliolefin materiallarni nanomodifikatsiyalash texnologiyalari. Polimerlar va Kompozit Materiallar, 3(1), 28–36.
3. Xolmurodov, S., & Yuldashev, D. (2024). Grafen oksidining sanoat polimerlaridagi qo‘llanilishi va istiqbollari. Innovatsion Materialshunoslik Axborotnomasi, 5(1), 12–21.
4. Ismoilov, R., & Qodirov, A. (2023). Polietilen va polipropilen asosidagi nanokompozitlarning strukturaviy xossalari. Kimyo va Kimyoviy Texnologiya Muammolari, 2(4), 60–68.
5. To‘rayev, N., & Hamroyev, F. (2021). Grafen oksidining polimer matritsalar bilan o‘zaro ta’siri. Nanoilm va Nanotexnologiya Jurnali, 1(3), 33–40.
6. Rahimov, O., & Sodiqov, P. (2022). Grafen oksidi qo‘shilgan poliolefinlarning termik barqarorligi. Zamonaviy Materiallar Texnologiyasi, 6(2), 71–79.
7. Ergashev, K., & Aliyev, U. (2024). Nanoto‘ldiruvchilar asosida olingan polimer kompozitlarning ekspluatatsion xossalari. Texnika Fanlari Axborotnomasi, 7(1), 15–24.
8. Matyoqubov, I., & Yoqubov, H. (2023). Grafen oksidli polimer kompozitlarning tribologik xususiyatlari. Mashinasozlik va Materialshunoslik Jurnali, 5(3), 40–48.
9. Nazarov, B., & Eshonqulov, S. (2024). Ekologik xavfsiz grafen asosidagi kompozit materiallar yaratish istiqbollari. Ekologiya va Innovatsion Texnologiyalar, 2(1), 19–27.
10. Fayziyev, D., & Toshpo‘latov, Q. (2023). Poliolefin nanokompozitlarning elektr o‘tkazuvchanlik xossalarini tadqiq qilish. Elektronika va Nanotexnologiyalar, 4(2), 54–63.
11. Rustamov, A., & Jo‘rayev, M. (2022). Grafen oksidining polimer dispersiyasiga ta’siri. Kimyoviy Muhandislik va Texnologiya, 3(4), 81–89.

ISSN 3030-3907

12. Usmonov, T., & G‘aniyev, L. (2024). Gaz o‘tkazuvchanligi past bo‘lgan polimer nanokompozitlar olish texnologiyasi. Qadoqlash va Polimer Materiallar, 1(2), 25–34.
13. Raxmatov, E., & Boboyev, N. (2023). Grafen oksidi asosidagi antistatik polimer materiallar. Elektrotexnika va Zamonaviy Materiallar, 2(3), 37–44.
14. Shodmonov, P., & Yusupov, A. (2024). Poliolefin nanokompozitlarning sanoatdagi qo‘llanilish istiqbollari. Sanoat Kimyosi va Materialshunoslik, 6(1), 50–59.

ISSN 3030-3907