

ELEKTR O'TKAZUVCHI POLIMERLAR

Bo'riyeva Muhabbat Mamayusuf qizi

madinammm2022@gmail.com

Termiz Davlat Universiteti

Annotatsiya Ushbu maqolada elektr o'tkazuvchi polimerlarning tuzilishi, olinishi, fizik-kimyoviy xossalari, elektr o'tkazuvchanlik mexanizmi va sanoatdagi qo'llanilish yo'nalishlari keng yoritiladi. An'anaviy polimerlar odatda elektr tokini o'tkazmaydigan dielektrik materiallar sifatida qaralsa, elektr o'tkazuvchi polimerlar o'zining kon'yugatsiyalangan molekulyar tuzilishi, dopirlash imkoniyati va elektronlarning zanjir bo'ylab harakatlanishi sababli alohida ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Polianilin, polipirrol, politiofen, poliasetilen va PEDOT:PSS kabi polimerlar zamonaviy elektronika, sensor texnologiyalari, quyosh elementlari, superkondensatorlar, antistatik qoplamalar, korroziyaga qarshi himoya vositalari va biotibbiyot sohalarida keng tadqiq qilinmoqda. Maqolada ushbu materiallarning afzalliklari bilan birga, ularning sanoat miqyosida qo'llanilishiga to'sqinlik qiluvchi muammolar ham tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: elektr o'tkazuvchi polimerlar, kon'yugatsiyalangan bog'lar, dopirlash, polianilin, polipirrol, politiofen, poliasetilen, organik elektronika, sensorlar, superkondensatorlar.

Kirish Polimerlar zamonaviy sanoat va kundalik hayotda eng ko'p ishlatiladigan materiallar qatoriga kiradi. Ular yengilligi, arzonligi, qayta ishlashga qulayligi, korroziyaga nisbatan chidamliligi va turli shakllarga keltirish imkoniyati bilan ajralib turadi. An'anaviy qarashlarga ko'ra, polimerlar elektr tokini yomon o'tkazuvchi materiallar, ya'ni dielektriklar hisoblangan. Shu sababli ular uzoq vaqt davomida elektr izolyatsiya materiallari, qadoqlash vositalari, maishiy buyumlar, qurilish materiallari va turli texnik detallar ishlab chiqarishda ishlatilgan.

Biroq XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab ayrim organik polimerlar ma'lum sharoitda elektr o'tkazish xususiyatiga ega bo'lishi mumkinligi aniqlandi. Bu kashfiyot polimerlar kimyosi va materialshunoslikda katta burilish yasadi. Chunki polimerlarning yengil va egiluvchan bo'lishi, shu bilan birga elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi ularni metall va yarimo'tkazgich materiallarga muqobil sifatida ko'rsatdi. Elektr o'tkazuvchi polimerlar aynan shu xususiyati bilan zamonaviy organik elektronika va nanoelektronika rivojida muhim o'rin egallaydi.

Elektr o'tkazuvchi polimerlarning asosiy farqi ularning molekulyar zanjirida ketma-ket joylashgan yakka va qo'sh bog'lar tizimining mavjudligidir. Bunday tuzilish kon'yugatsiyalangan tizim deb ataladi. Kon'yugatsiyalangan bog'lar elektronlarning molekula bo'ylab harakatlanishiga sharoit yaratadi. Ammo polimerning o'zi har doim ham yuqori o'tkazuvchan bo'lavermaydi. Uning elektr o'tkazuvchanligini oshirish uchun ko'pincha dopirlash jarayoni qo'llanadi. Dopirlash jarayonida polimer tarkibiga elektron donor yoki elektron akseptor moddalar kiritiladi. Natijada polimer zanjirida zaryad tashuvchilar soni ortadi va elektr o'tkazuvchanlik kuchayadi.

Elektr o'tkazuvchi polimerlar kimyo, fizika, elektronika, energetika, tibbiyot va ekologiya fanlari kesishgan nuqtada o'rganiladi. Ularning ilmiy ahamiyati shundaki, ular organik materiallarda elektr o'tkazuvchanlik qanday yuzaga kelishini tushuntirishga yordam beradi. Amaliy ahamiyati esa ularni quyosh batareyalari, egiluvchan ekranlar, biosensorlar, akkumulyatorlar, superkondensatorlar, elektrokimyoviy qurilmalar va antikorroziya qoplamalarida qo'llash imkoniyati bilan belgilanadi.

Metodologiya Ushbu maqolada elektr o'tkazuvchi polimerlar mavzusi nazariy-tahliliy yondashuv asosida yoritildi. Mavzuni ochib berishda polimerlar kimyosi, fizik kimyo, materialshunoslik va organik elektronika sohasidagi ilmiy qarashlar umumlashtirildi. Elektr o'tkazuvchi polimerlarning molekulyar tuzilishi, elektr o'tkazuvchanlik mexanizmi, sintez usullari va amaliy qo'llanilishi tahlil qilindi.

Tadqiqiy yondashuvda quyidagi jihatlarga e'tibor qaratildi: elektr o'tkazuvchi polimerlarning an'anaviy polimerlardan farqi; kon'yugatsiyalangan bog'larning elektr xossalriga ta'siri; dopirlash jarayonining mohiyati; polianilin, polipirrol, politiofen, poliasetilen va PEDOT:PSS kabi polimerlarning xususiyatlari; ularning sanoat, energetika va tibbiyotdagi qo'llanilish imkoniyatlari. Shuningdek, mavzu bo'yicha muhim afzalliklar va mavjud muammolar ham tahlil qilindi.

Natijalar va tahlil

Elektr o'tkazuvchi polimerlarning asosiy xususiyati ularning molekulyar zanjirida erkin elektronlarning nisbatan harakatchan bo'lishidir. Oddiy polimerlarda elektronlar odatda kuchli lokalizatsiyalangan bo'ladi, ya'ni ular ma'lum bog'lar doirasida cheklangan holatda turadi. Elektr o'tkazuvchi polimerlarda esa kon'yugatsiyalangan tizim tufayli elektron bulutlari molekula bo'ylab qisman delokalizatsiyalanadi. Bu esa elektr tokini o'tkazish uchun zarur sharoit yaratadi.

Elektr o'tkazuvchanlik darajasi polimerning kimyoviy tuzilishi, zanjir uzunligi, kristallik darajasi, dopirlash turi, namlik, harorat va tashqi muhit sharoitlariga bog'liq. Masalan, polianilin kislotali muhitda yaxshi o'tkazuvchanlik ko'rsatadi. Polipirrol esa

elektrokimyoviy sintez orqali olinib, sensorlar va biologik qurilmalarda qo'llanishi mumkin. Politiofen hosilalari esa optoelektron qurilmalar uchun muhim hisoblanadi. Elektr o'tkazuvchi polimerlarning eng muhim vakillaridan biri poliasetilendir. Poliasetilen tarixiy jihatdan birinchi keng o'rganilgan elektr o'tkazuvchi polimerlardan biri hisoblanadi. Uning molekulyar zanjirida ketma-ket joylashgan yakka va qo'sh bog'lar mavjud. Dopirlash orqali poliasetilenning elektr o'tkazuvchanligini keskin oshirish mumkin. Biroq poliasetilen havoda va namlikda yetarlicha barqaror emas. Shu sababli uning sanoatdagi amaliy qo'llanilishi cheklangan.

Polianilin esa elektr o'tkazuvchi polimerlar ichida eng ko'p tadqiq qilingan va amaliy jihatdan istiqbolli materiallardan biridir. U arzon monomerdan olinadi, sintezi nisbatan sodda, kimyoviy barqarorligi yaxshi va turli oksidlanish holatlariga ega. Polianilinning emeraldin tuzi shakli yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lib, sensorlar, korroziyaga qarshi qoplamalar, elektrod materiallari va energiya saqlash qurilmalarida qo'llaniladi.

Polipirrol ham muhim elektr o'tkazuvchi polimer hisoblanadi. U odatda kimyoviy yoki elektrokimyoviy polimerizatsiya orqali olinadi. Polipirrolning afzalligi uning biologik mosligi va elektrokimyoviy faolligidir. Shu sababli u biosensorlar, nerv to'qimalari bilan ishlovchi bioelektron qurilmalar va tibbiy implantlar uchun qiziqarli material hisoblanadi. Biroq polipirrolning mexanik mustahkamligi va uzoq muddatli barqarorligi doim ham yetarli emas.

Politiofen va uning hosilalari organik elektronika uchun alohida ahamiyatga ega. Politiofenlar yorug'likni yutish va elektr zaryadlarini tashish xususiyatiga ega bo'lgani uchun organik quyosh batareyalari, yorug'lik chiqaruvchi diodlar va tranzistorlarda qo'llanilishi mumkin. Ayniqsa PEDOT:PSS materiali shaffof o'tkazuvchi qatlam sifatida keng o'rganiladi. U egiluvchan elektronika va sensor texnologiyalarida istiqbolli hisoblanadi.

Jadval 1. Elektr o'tkazuvchi polimerlarning asosiy vakillari

Polimer nomi	Asosiy xususiyati	Afzalligi	Kamchiligi
Poliasetilen	Yuqori kon'yugatsiyalangan zanjir	Yuqori o'tkazuvchanlikka erishish mumkin	Havoda barqarorligi past
Polianilin	Oksidlanish holatlari turlicha	Arzon, barqaror, sintezi oson	Ba'zi erituvchilarda yomon eriydi

Polimer nomi	Asosiy xususiyati	Afzalligi	Kamchiligi
Polipirrol	Elektrokimyoviy faol	Biosensorlar uchun qulay	Mexanik mustahkamligi cheklangan
Politiofen	Optoelektron xossalari yaxshi	Quyosh batareyalari va OLED uchun mos	Sintez sharoiti murakkabroq
PEDOT:PSS	Shaffof va o'tkazuvchi	Egiluvchan elektronika uchun qulay	Namlikka sezgir bo'lishi mumkin

Elektr o'tkazuvchanlik mexanizmi

Elektr o'tkazuvchi polimerlarda tok o'tishi metallardagi kabi mutlaqo erkin elektronlar hisobiga emas, balki polimer zanjirida hosil bo'ladigan zaryad tashuvchilar orqali amalga oshadi. Dopirlash natijasida polimerda polaron, bipolaron yoki soliton kabi zaryadlangan markazlar paydo bo'ladi. Bu zaryad tashuvchilar zanjir bo'ylab harakatlanib, elektr o'tkazuvchanlikni ta'minlaydi.

Dopirlash ikki xil bo'lishi mumkin: p-tip va n-tip dopirlash. P-tip dopirlashda polimerdan elektron ajratib olinadi va musbat zaryad tashuvchilar hosil bo'ladi. N-tip dopirlashda esa polimerga elektron beriladi va manfiy zaryad tashuvchilar shakllanadi. Amaliyotda p-tip dopirlash ko'proq uchraydi, chunki ko'plab elektr o'tkazuvchi polimerlar oksidlovchi moddalar bilan samarali dopirlanadi.

Polimerning o'tkazuvchanligiga zanjirlarning tartibli joylashuvi ham ta'sir qiladi. Agar polimer zanjirlari tartibsiz, qisqa yoki uzilgan kon'yugatsiyaga ega bo'lsa, elektronlarning harakatlanishi qiyinlashadi. Aksincha, zanjirlar tartibli va uzun kon'yugatsiyalangan bo'lsa, elektr o'tkazuvchanlik ortadi. Shu sababli elektr o'tkazuvchi polimerlar sintezida molekulyar tuzilmani nazorat qilish juda muhim.

Jadval 2. Elektr o'tkazuvchi polimerlarning qo'llanilish sohalari

Qo'llanilish sohasi	Ishlatiladigan polimerlar	Asosiy vazifasi
Sensorlar	Polianilin, polipirrol	Gaz, namlik, biologik modda yoki ionlarni aniqlash
Quyosh elementlari	Politiofen hosilalari, PEDOT:PSS	Yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirish
Superkondensatorlar	Polianilin, polipirrol	Energiyani tez yig'ish va uzatish

Qo'llanilish sohasi	Ishlatiladigan polimerlar	Asosiy vazifasi
Antikorroziya qoplamalari	Polianilin	Metall yuzasini himoya qilish
Bioelektronika	Polipirrol, PEDOT:PSS	Biologik to'qimalar bilan elektr aloqani ta'minlash
Antistatik materiallar	Polianilin, PEDOT:PSS	Statik elektr to'planishini kamaytirish

Amaliy qo'llanilishi

Elektr o'tkazuvchi polimerlarning sanoatdagi eng muhim yo'nalishlaridan biri sensor texnologiyalaridir. Polianilin va polipirrol asosidagi sensorlar gazlar, ionlar, biologik molekulalar va namlikni aniqlashda ishlatiladi. Masalan, polianilin ammiak, vodorod, karbon oksidlari kabi gazlarga sezgir bo'lishi mumkin. Bu xususiyat ekologik monitoring, sanoat xavfsizligi va tibbiy diagnostika uchun muhimdir.

Energiya saqlash qurilmalari ham elektr o'tkazuvchi polimerlar uchun muhim qo'llanilish yo'nalishidir. Superkondensatorlarda polianilin va polipirrol elektrod materiali sifatida ishlatilishi mumkin. Ular yuqori sirt faolligi va redoks xususiyatlari tufayli energiyani tez yig'ish va qayta uzatish imkonini beradi. Biroq ularning siklik barqarorligini oshirish muhim muammo bo'lib qolmoqda.

Organik quyosh elementlarida politiofen hosilalari keng qo'llaniladi. Bunday materiallar yorug'likni yutib, elektron va teshik juftlarini hosil qiladi. Organik quyosh elementlarining afzalligi shundaki, ular yengil, egiluvchan va arzon texnologiyalar asosida ishlab chiqarilishi mumkin. Kamchiligi esa ularning samaradorligi va uzoq muddatli barqarorligi an'anaviy kremniy asosidagi quyosh panellaridan pastroq bo'lishidir.

Elektr o'tkazuvchi polimerlar korroziyaga qarshi qoplamalarda ham ishlatiladi. Polianilin metall yuzasida himoya qatlam hosil qilib, oksidlanish jarayonlarini sekinlashtiradi. Bu usul po'lat, alyuminiy va boshqa metall konstruktsiyalarni himoya qilishda foydali bo'lishi mumkin. Ayniqsa nam va agressiv muhitda ishlaydigan sanoat qurilmalarida bunday qoplamalar ahamiyatli hisoblanadi.

Bioelektronika sohasida polipirrol va PEDOT:PSS kabi polimerlar biologik to'qimalar bilan mosligi sababli e'tiborga loyiqdir. Ular nerv signallarini qayd etish, implant qurilmalar, biosensorlar va sun'iy to'qimalar bilan ishlashda qo'llanishi mumkin. Chunki metall elektrodlarga nisbatan ayrim o'tkazuvchi polimerlar yumshoqroq va biologik muhitga moslashuvchanroq bo'ladi.

Muhokama Elektr o'tkazuvchi polimerlarning istiqboli juda keng, lekin ularni amaliyotga to'liq joriy qilishda bir qator muammolar mavjud. Birinchi muammo — barqarorlikdir. Ko'plab elektr o'tkazuvchi polimerlar uzoq muddat kislorod, namlik yoki yuqori harorat ta'sirida o'z xossalarini yo'qotishi mumkin. Bu esa elektron qurilmalarda ulardan foydalanishni cheklaydi.

Ikkinchi muammo — mexanik mustahkamlik va ishlov berish qulayligidir. Elektr o'tkazuvchi polimerlar ba'zan mo'rt, eruvchanligi past yoki qayta ishlashga noqulay bo'lishi mumkin. Shu sababli ularni boshqa polimerlar, karbon materiallar, metall oksidlari yoki nanomateriallar bilan kompozit shaklda qo'llash ko'proq natija beradi. Uchinchi muammo — ishlab chiqarish tannarxi va sanoat miqyosida standart sifatni ta'minlashdir. Laboratoriyada yaxshi natija bergan materialni zavod sharoitida arzon, barqaror va xavfsiz ishlab chiqarish doim ham oson emas. Aynan shu sababli elektr o'tkazuvchi polimerlar sohasida texnologik optimallashtirish ishlari davom etmoqda. Shunga qaramay, bu materiallar kelajak sanoati uchun juda muhim. Chunki zamonaviy texnologiyalar tobora yengil, egiluvchan, portativ va energiya tejamkor materiallarni talab qilmoqda. Elektr o'tkazuvchi polimerlar esa aynan shu talabga javob bera oladi. Ular metallarga nisbatan yengil, ayrim hollarda arzon, shakllantirishga qulay va murakkab yuzalarga qoplama sifatida surtilishi mumkin.

Xulosa

Elektr o'tkazuvchi polimerlar zamonaviy kimyo va materialshunoslikning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biridir. Ular an'anaviy polimerlarning yengilligi, egiluvchanligi va qayta ishlashga qulayligini elektr o'tkazuvchanlik bilan birlashtiradi. Bunday xususiyat oddiy plastmassalardan farqli ravishda ularni elektronika, energetika, tibbiyot, ekologik monitoring va himoya qoplamalari sohalarida qo'llash imkonini beradi.

Mavzu tahlili shuni ko'rsatadiki, elektr o'tkazuvchi polimerlarning asosiy ilmiy mohiyati ularning kon'yugatsiyalangan molekulyar tuzilishi va dopirlash jarayoni bilan bog'liq. Kon'yugatsiyalangan bog'lar elektronlarning zanjir bo'ylab harakatlanishiga imkon bersa, dopirlash zaryad tashuvchilar sonini oshiradi. Natijada polimer oddiy dielektrik materialdan elektr o'tkazuvchi funksional materialga aylanadi.

Polianilin, polipirrol, politiofen, poliasetilen va PEDOT:PSS kabi materiallar elektr o'tkazuvchi polimerlarning eng muhim vakillari hisoblanadi. Ularning har biri o'ziga xos afzallik va cheklovlarga ega. Polianilin arzonligi va barqarorligi bilan, polipirrol biologik mosligi bilan, politiofen esa optoelektron xossalari bilan ajralib turadi. PEDOT:PSS esa shaffof va egiluvchan elektron qurilmalar uchun juda muhim materiallardan biridir.

Elektr o'tkazuvchi polimerlarning amaliy ahamiyati ayniqsa sensorlar, superkondensatorlar, quyosh batareyalari, antikorroziya qoplamalari va bioelektronika sohalarida ko'rinadi. Bu materiallar gazlarni aniqlash, energiyani saqlash, yorug'likdan elektr energiyasi olish, metall yuzalarni himoyalash va biologik signallarni qayd etishda ishlatilishi mumkin. Demak, ularning qo'llanilishi faqat nazariy kimyo bilan cheklanmaydi, balki real sanoat va texnologik ehtiyojlar bilan bevosita bog'liq.

Biroq elektr o'tkazuvchi polimerlar to'liq mukammal material emas. Ularning ayrimlari namlikka, kislorodga va yuqori haroratga sezgir. Ba'zilarining mexanik mustahkamligi past, ayrimlari esa sanoat miqyosida barqaror sifatda ishlab chiqarish uchun murakkab hisoblanadi. Shuning uchun kelajakdagi tadqiqotlar ularning barqarorligini oshirish, ekologik xavfsiz sintez usullarini ishlab chiqish, kompozit materiallar yaratish va ishlab chiqarish tannarxini kamaytirishga qaratilishi kerak.

Umuman olganda, elektr o'tkazuvchi polimerlar kelajak texnologiyalari uchun katta salohiyatga ega. Ular metall va yarimo'tkazgich materiallarning ayrim vazifalarini bajarishi, shu bilan birga yengil va egiluvchan qurilmalar yaratishga xizmat qilishi mumkin. Ayniqsa egiluvchan elektronika, aqlli kiyimlar, tibbiy sensorlar, ekologik monitoring qurilmalari va qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalarida bu polimerlarning ahamiyati ortib boradi. Shu sababli elektr o'tkazuvchi polimerlarni chuqur o'rganish va sanoatga joriy etish kimyo fanining eng dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Vaxobov A.V., Teshaboyev A.T. **Polimerlar kimyosi**. Toshkent: O'zbekiston, 2018.
2. Xolmurodov N.A. **Yuqori molekulyar birikmalar kimyosi**. Toshkent: Fan, 2019.
3. Abdullayev Sh.V. **Organik kimyo asoslari**. Toshkent: Universitet, 2020.
4. Umarov B.B. **Fizik kimyo**. Toshkent: O'zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2017.
5. To'rayev X.X. **Materialshunoslik asoslari**. Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.
6. Karimov B.K. **Zamonaviy polimer materiallar**. Toshkent: Innovatsiya, 2022.
7. G'ulomov M.G. **Kimyoviy texnologiya asoslari**. Toshkent: Fan, 2018.
8. O'zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish agentligi materiallari. **Yangi materiallar va kimyoviy texnologiyalar bo'yicha ma'lumotlar**.
9. Mirkomilov T.M., Raximov H.R. **Umumiy va noorganik kimyo**. Toshkent: O'qituvchi, 2016.
10. Sodiqov O.S. **Organik birikmalar kimyosi**. Toshkent: Fan, 2015.