

POLISTIROL ASOSIDA MEXANIK KUCHLARGA CHIDAMLI SOPOLIMER MATERIALLAR OLIH VA ULARNING XOSSALARI

Dilliyev Samar

*Qarshi Davlat Texnika Universiteti “Kimyo Muhandisligi va Biotexnologiya” kafedrası
1-kurs Magistr talabasi*

Rosilov Mansur

*Qarshi Davlat Texnika Universiteti “Kimyo Muhandisligi va Biotexnologiya” kafedrası
Dotsenti*

Annotatsiya: Ushbu maqolada polistirol asosida mexanik kuchlarga chidamli sopolimer materiallar olishning texnologik yondashuvlari, ularning sintez usullari, tuzilish-xossalari o'rtasidagi bog'liqlik va sanoatdagi qo'llanilishi o'rganilgan. An'anaviy polistirol mexanik zarbalarga nisbatan mo'rt bo'lgani uchun, uni elastomer va funktsional monomerlar bilan sopolimerlash orqali zarbaga chidamli kompozitlar olish muhim hisoblanadi. ABS sopolimerlari misolida o'tkazilgan tadqiqotlar polimer zanjirlari o'rtasidagi interfaza o'zaro ta'sirlarining materialning yakuniy fizik-mexanik xossalariga ta'sirini ko'rsatadi. Maqolada asosiy sintez usullari, tarkibiy modifikatsiyalar, fazaviy tarkiblar va natijaviy xususiyatlar taqqoslab tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: Polistirol, ABS, sopolimerizatsiya, zarbaga chidamlilik, emulsiya polimerizatsiyasi, graft polimer, termik turg'unlik, nano-modifikatsiya.

KIRISH

So'nggi yillarda jadal rivojlanayotgan sanoat tarmoqlari — ayniqsa, avtomobilsozlik, qurilish, elektronika va tibbiyot sohalarida — funksional xususiyatlari yuqori bo'lgan polimer materiallarga bo'lgan talab ortib bormoqda. Xususan, fizik-mexanik mustahkamlik, zarbaga bardoshlilik, kimyoviy barqarorlik va ishlov berish qulayligi kabi omillar ushbu materiallarning tanlanishida hal qiluvchi rol o'ynaydi. Ana shunday xossalarga ega polimerlardan biri sifatida zarbaga chidamli sopolimerlar, ya'ni polistirol asosida sintez qilingan ko'p komponentli materiallar alohida e'tiborga loyiqdir.

Polistirolning o'zi termoplastik polimer sifatida ko'plab afzalliklarga ega bo'lsa-da (masalan, shaffoflik, arzonlik, yuqori dielektrik xossalar), uning asosiy kamchiligi — mo'rtlik — uni zarbaga bardosh talab qilinadigan ilovalarda qo'llashni cheklaydi. Shu bois, ilmiy jamoalar tomonidan polistirolni turli elastomerlar bilan sopolimerlashtirish orqali zarbaga chidamli materiallar yaratish bo'yicha izlanishlar boshlab yuborilgan. Bunday kombinatsiyalar polimer zanjirlariga butadien kabi komponentlarni integratsiya qilish orqali amalga oshiriladi. Oqibatda, elastiklik va barqarorlikni o'zida mujassamlashtirgan ABS (akrilonitril-butadien-stirol) tipidagi materiallar olinadi.

Sopolimer tarkibidagi har bir komponent — akrilonitril, butadien va stirol — o'ziga xos funksiyalarga ega. Akrilonitril materialga kimyoviy chidamlilik va qattqlik baxsh etadi, butadien esa zarbani yutish xossasini ta'minlaydi, stirol esa yuqori mexanik barqarorlik va yaxshi ishlov berish imkoniyatini yaratadi. Shu tarzda, bir-birini to'ldiruvchi komponentlar

asosida yaratilgan yangi avlod sopolimerlari zamonaviy texnologik muhitga mukammal moslashadi.

Mahalliy sharoitda, xususan, O'zbekistonda bu kabi materiallarga ehtiyoj xorijiy import hisobidan qoplanmoqda. Bu esa, o'z navbatida, import o'rnini bosuvchi texnologiyalarni ishlab chiqish va mahalliy xom ashyolardan foydalangan holda sopolimerlar sintez qilish zaruratini yuzaga keltiradi. Ushbu tendensiya sanoat tarmoqlarida texnologik mustaqillikka erishish va milliy iqtisodiyotni diversifikatsiyalashda muhim o'rin tutadi.

Shunday qilib, ushbu maqolada polistirol asosida zarbaga chidamli sopolimer materiallar olish texnologiyasi, ularning sintez jarayoni, tarkibiy xususiyatlari va amaliy qo'llanilishi keng ko'lamda ilmiy tahlil qilinadi. Bunda, ayniqsa, turli monomer nisbatlarining material xossalriga ta'siri, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish yo'llari va istiqbolli tadqiqot yo'nalishlari yoritiladi. Maqolaning maqsadi — bu sohadagi ilmiy-texnik muammolarni chuqur tahlil qilish hamda polimer kimyosi va materialshunoslik bo'yicha ilmiy izlanishlarga hissa qo'shishdan iborat [1-9].

Tadqiqot metodologiyasi. Polistirol asosida zarbaga chidamli sopolimerlar sintezida qo'llaniladigan asosiy usullar sifatida graft polimerizatsiyasi va emulsiya polimerizatsiyasi ajralib turadi. Graft polimerizatsiyasi usuli elastomer zanjirlariga polistirol fragmentlarini kimyoviy bog'lash orqali yangi sopolimer aralashmalarini olishga imkon beradi. Bu jarayonda elastomer segmentlari zarbaga chidamli faza sifatida xizmat qiladi, polistirol esa qattiqlik va strukturaviy barqarorlikni ta'minlaydi.

Emulsiya polimerizatsiyasi usulida esa butadien monomeri lateks holatida eritmada taqsimlanib, unga akrilonitril va stirol monomerlari emulsiya shaklida qo'shiladi. Bu jarayon odatda inert atmosfera sharoitida, 70–90°C harorat oralig'ida va maxsus katalizatorlar yordamida amalga oshiriladi. Katalizator sifatida peroksidlar, azo-biriktiruvchilar yoki redoks tizimlari ishlatiladi. Ushbu jarayonlar mahsulotning molekulyar massasini, dispersligini va segmentlarning makrostrukturaviy joylashuvini boshqarish imkonini beradi.

Sopolimerlarning kimyoviy va fizik xususiyatlarini aniqlash uchun quyidagi usullar keng qo'llaniladi:

- Gel permeation chromatography (GPC): Molekulyar massa taqsimotini aniqlash uchun.
- Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR): Kimyoviy bog'lanishlar va monomer tarkibini aniqlashda.
- Nuclear magnetic resonance (NMR): Strukturaviy fazalarning mavjudligi va monomer nisbatini tahlil qilishda.
- Differential scanning calorimetry (DSC) va Thermogravimetric analysis (TGA): Termik barqarorlik va erish nuqtalarini o'rganishda.
- Mexanik sinovlar: Zarbaga chidamlilik (Charpy yoki Izod metodlari), cho'zilish va egilish bo'yicha mustahkamlik sinovlari.

Tajriba sifatida, turli nisbatlarda akrilonitril, butadien va stirol monomerlari aralashmasi olinib, ularning ta'siri sopolimerlarning mexanik va termik xossalriga ta'siri o'rganildi. Shuningdek, sopolimerlar yuzasiga shisha tolalar, talk va nano-oksoidlari kabi to'ldiruvchilar qo'shib, kompozit materiallarning mustahkamligi va issiqlik chidamliligi sinovdan o'tkazildi.

Bu qo'shimchalar strukturaning zichligini oshirib, zarbaga chidamlilikni sezilarli darajada yaxshiladi.

Yuqoridagi usullar orqali olingan ma'lumotlar asosida sopolimerlarning ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, sifat nazoratini kuchaytirish hamda yangi formulalarni yaratish uchun zarur ilmiy asoslar shakllantirildi.

Natijalar va muhokama. Tadqiqot jarayonida polistirol asosidagi sopolimerlar va ularning turli formulalari sintez qilindi hamda mexanik va termik xususiyatlari batafsil o'rganildi. Quyida keltirilgan jadvallar va tahlillar ushbu sopolimerlarning zarbaga chidamlilik, cho'zilishdagi mustahkamlik va issiqlik barqarorligi ko'rsatkichlarini ochib beradi.

Sopolimer turi	Zarbaga chidamlilik (J/m ²)	Cho'zilishdagi (MPa)	kuch Egilish (MPa)	kuchi Termik barqarorlik (°C)
Sof polistirol	22	15	25	210
ABS (akrilonitril-butadien-stirol)	185	35	60	250
ABS + shisha tolalar	220	40	68	270
ABS + nano-oksoidlilar	240	45	70	275
ABS + talk to'ldiruvchisi	210	38	65	260

Jadval 1. Polistirol asosidagi sopolimerlarning mexanik va termik xususiyatlari.

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ABS sinfidagi sopolimerlar sof polistirolga nisbatan zarbaga chidamlilikda taxminan 8-10 baravar yuqori ko'rsatkichlarga ega. Shisha tolalar va nano-oksoidlilar bilan mustahkamlangan variantlar esa mexanik mustahkamlik va issiqlikka chidamlilikni yanada oshiradi.

Bu ko'rsatkichlar kompozitlar tarkibidagi to'ldiruvchilarning yuqori samaradorligini isbotlaydi. Sopolimerlarning zarbaga chidamlilik xususiyatlarini yaxshilashning sababi - elastomer fazasining mavjudligi va uning polistirol matritsasidagi teng taqsimlanishidadir.

Elastomer zanjirlari mexanik zo'riqishga uchraganda energiyani yutadi va materialning yorilishiga to'sqinlik qiladi. Shu bilan birga, to'ldiruvchilar kompozit materiallarning zichligini oshirib, ularning deformatsiyaga chidamliligini mustahkamlaydi. Termik tahlil natijalari esa DSC va TGA usullari yordamida olingan bo'lib, ularning ko'rsatkichlari ham sopolimerlarning sanoatda foydalanish imkoniyatini oshiradi.

Masalan, ABS polimerining issiqlikka chidamliligi 250-275°C oralig'ida bo'lib, bu uning yuqori haroratli muhitlarda ham barqaror ishlashini ta'minlaydi. Shuningdek, nano-to'ldiruvchilar ushbu ko'rsatkichni 10-15°C ga oshiradi.

Mexanik sinovlar (Charpy va Izod) ko'rsatkichlari esa zarbaga chidamlilikni aniq tasdiqlaydi.

ABS va uning modifikatsiyalari mo'rt polistirolga nisbatan ancha yuqori energiyani yutish imkoniyatiga ega.

Bu ularni avtomobilsozlik, maishiy texnika, elektrotexnika va qurilish sohalarida qo'llashga imkon beradi.

Xulosa.

Yuqoridagi tadqiqotlar asosida aniqlanishicha, polistirol asosida zarbaga chidamli sopolimer materiallar olish orqali ularning fizik-mexanik va issiqlikka chidamlilik xossalari sezilarli darajada yaxshilanishi mumkin.

Ayniqsa, ABS sopolimerlariga shisha tolalar, nano-to'ldiruvchilar va boshqa modifikatorlar qo'shilishi materialning egiluvchanligi, zarbaga bardoshliligi va ishlov berish qulayligini oshiradi.

Tadqiqot natijalari ushbu sohada ilmiy-texnik yondashuvlar orqali samarali, ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan foydali mahsulotlar yaratish imkoniyatlarini ochib beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Zhang, Y., Liu, J., Wang, H., & Zhao, L. (2020). Mechanical and thermal performance of ABS composites reinforced with nano-SiO₂ and glass fibers. *Journal of Applied Polymer Science*, 137(6), 48312. <https://doi.org/10.1002/app.48312>
2. Wang, T., Li, J., & Zhang, X. (2018). Effect of styrene-acrylonitrile rubber on impact resistance and morphology of ABS copolymers. *Polymer Testing*, 68, 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2018.04.007>
3. Zhao, X., Chen, L., & Tang, Y. (2021). Synthesis and impact behavior of ABS materials modified with elastomeric particles. *Materials Chemistry and Physics*, 258, 123886. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2020.123886>
4. Liu, Q., Huang, Y., & Zhou, Y. (2019). Thermal stability and flame retardancy of ABS composites using inorganic nanofillers. *Composites Part B: Engineering*, 172, 302-309. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.05.055>
5. Kim, J.H., Park, J.W., & Lee, S.H. (2017). Graft copolymerization of styrene onto butadiene rubber for ABS resin synthesis. *Reactive and Functional Polymers*, 119, 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2017.07.007>
6. Ahmed, I., & Thomas, S. (2015). Impact modification of polystyrene using elastomeric copolymers: A review. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 54(2), 149-167. <https://doi.org/10.1080/03602559.2014.954246>
7. Tang, J., Yu, Z., & Wu, D. (2022). Recycling and mechanical properties of post-consumer ABS plastics. *Resources, Conservation & Recycling*, 181, 106223. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106223>
8. He, X., Li, Y., & Song, Y. (2020). Morphological and rheological analysis of ABS copolymers prepared by emulsion polymerization. *European Polymer Journal*, 130, 109676. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2020.109676>
9. Mo, Z., Fan, L., & Zhang, X. (2021). Development of high impact-resistant ABS composites using hybrid fillers. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 95, 33-42. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2021.01.008>