Kompozitsion granulalarda zarba chidamlilikning mikrostrukturaviy omillar va fazalararo o‘zaro ta’sirlar asosida shakllanish mexanizmlarini tadqiq etish

Musoyeva Dilshoda Norqulovna[1], Mahmudova Mahliyo Ma’ruf qizi[2], To‘xtayev Feruz Sadulloyevich[3]

[1, 2, 3]Navoiy davlat universiteti

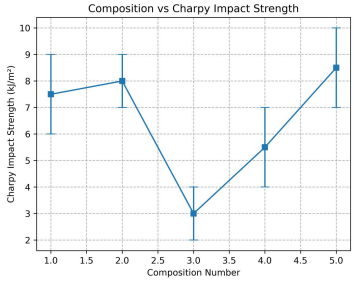
Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda PP, PE va mineral to‘ldiruvchilar asosidagi kompozitsion granulalarda zarba chidamlilikning mikrostrukturaviy omillar va fazalararo o‘zaro ta’sirlar ta’sirida shakllanish mexanizmlari o‘rganildi. Polietilen ulushining ortishi zarba chidamlilikni oshirishi, mineral to‘ldiruvchilar miqdorining ko‘payishi esa uning pasayishiga olib kelishi aniqlandi. MAH kompatibilizatori fazalararo yopishishni yaxshilab, kompozitsiyalarning zarba xossalarini barqarorlashtirishi ko‘rsatildi.

Kalit so‘zlar: Polipropilen, polietilen, kompozitsion granulalar, zarba chidamlilik, mikrostruktura, fazalararo o‘zaro ta’sir, MAH kompatibilizatori, mineral to‘ldiruvchilar.

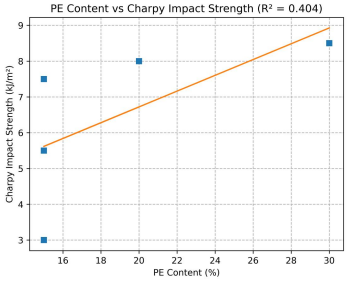
Kirish. Polimer–mineral kompozitsiyalarda zarba chidamlilik muhim xossalardan biri bo‘lib, u mineral to‘ldiruvchilar ulushi ortishi bilan ko‘pincha kamayadi. Bu holat qattiqlik va zarba chidamlilik o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlash zaruratini yuzaga keltiradi. Zarba xossalari mikrostrukturaviy omillar, jumladan zarrachalar taqsimlanishi, aglomeratsiya va fazalararo yopishish bilan belgilanadi. Polietilen fazasi energiya so‘rishni ta’minlasa, malein angidrid (MAH) kompatibilizatori interfeysni mustahkamlaydi. Ishning maqsadi zarba chidamlilikning tarkibga bog‘liqligini tahlil qilishdan iborat.

Metodologiya. Kompozitsiyalar quyidagicha tayyorlandi: 1-tarkib: (PP-55%, PE-15%, MAH-5%, bentonit 3%, $CaCO_3$-16%, kaolin-6%)-PPPE-1; 2-tarkib: (P-60%, PE-20%, MAH-5%, bentonit 5%, $CaCO_3$-10%, kaolin-0%)-PPPE-2; 3-tarkib: (P-55%, PE-15%, MAH-5%, bentonit 10%, $CaCO_3$-0%, kaolin-15%)-PPPE-3; 4-tarkib: (P-55%, PE-15%, MAH-5%, bentonit 10%, $CaCO_3$-5%, kaolin-10%)-PPPE-4; 5-tarkib: (P-50%, PE-30%, MAH-5%, bentonit 0%, $CaCO_3$-5%, kaolin-10%)-PPPE-5. Fazalararo yopishishni yaxshilashda 5 wt% malein angidrid kompatibilizator sifatida qo‘llanildi. Mineral to‘ldiruvchilar sifatida: Kaltsiy karbonat ($CaCO_3$): D50 = 2–3 μm, D98 < 15 μm, sirt stearin kislotasi bilan modifikatsiyalangan. Kaolin: qatlamli tuzilishga ega, zarracha o‘lchami 1–5 μm, Bentonit: D50 = 5–8 μm, Zarracha o‘lchami lazer difraksion analiz yordamida aniqlandi.

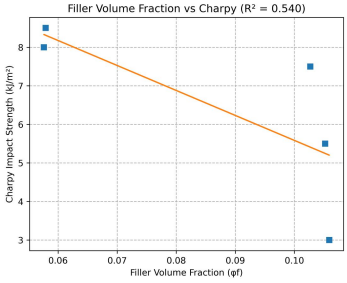
Natijalar. Kompozitsiyalarda zarba chidamlilikning o‘zgarishi mikrostrukturaviy omillar va fazalararo o‘zaro ta’sir mexanizmlari bilan bevosita bog‘liq. Mineral to‘ldiruvchilar ulushining ortishi matrisa ichida kuchlanish konsentratsiyasi markazlarini hosil qilib, yoriqning boshlanish energiyasini kamaytiradi va sinish jarayonini mo‘rt rejimga yaqinlashtiradi. Ayniqsa, qatlamli to‘ldiruvchilar miqdori yuqori bo‘lgan 3-tarkibda zarrachalarning aglomeratsiyalanishi va interfeysdagi mahalliy ajralishlar yoriqning tez tarqalishiga sabab bo‘lib, zarba chidamlilik 2–4 kJ/m² gacha pasaygan. Natijalarni 1-3-rasmdan ko‘rishimiz mumkin.



1-rasm. Tarkibning zarba kuchiga ta'siri (ISO 179)



2-rasm. PE tarkibi va zarba kuchi o‘rtasidagi bog‘liqlik.



3-rasm. To‘ldiruvchi hajm ulushining zarba kuchiga ta’siri.

Tarkib raqami va zarba chidamlilik o‘rtasidagi bog‘liqlik bo‘yicha natijalar tarkiblar o‘rtasida zarba chidamlilik sezilarli darajada farq qilishini ko‘rsatdi. 3-tarkibda eng past qiymat kuzatilib, bu yuqori miqdordagi qatlamli to‘ldiruvchilarning aglomeratsiyasi hamda kuchlanish konsentratsiyasi bilan izohlanadi. Aksincha, 2 va 5-tarkiblarda zarba chidamlilik yuqori bo‘lib, polietilen fazasining energiya so‘rish qobiliyati va fazalararo yopishishning yaxshilanishi bilan bog‘liq. Tarkiblar orasidagi eksperimental tarqoqlikni ko‘rsatadi, biroq umumiy barqaror ekanligi kuzatildi. Polietilen ulushi va zarba chidamlilik o‘rtasidagi bog‘liqlik bo‘yicha polietilen ulushi ortishi bilan zarba chidamlilikning oshishi kuzatildi. Regressiya tahlili natijasida aniqlangan R^2 qiymati polietilen miqdori va zarba chidamlilik o‘rtasida musbat korrelyatsiya mavjudligini tasdiqlaydi. Bu hodisa matrisa ichida plastik deformatsiya zonalarining kengayishi, yoriq uchining o‘tmaslashishi va energiyaning ichki dissipatsiyasi bilan izohlanadi. Shunday qilib, polietilen fazasi kompozitsiyaning zarba barqarorligini oshiruvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. To‘ldiruvchi hajmiy ulushi va zarba chidamlilik o‘rtasidagi bog‘liqlik bo‘yicha to‘ldiruvchi hajmiy ulushi ortishi bilan zarba chidamlilikning pasayish tendensiyasi kuzatildi. Regressiya natijalari mineral faza ulushi oshishi bilan materialning mo‘rtlashuv ehtimoli ortishini ko‘rsatadi. Bu qattiq noorganik zarrachalarning kuchlanish konsentratsiyasi markazlarini hosil qilishi va matrisa deformatsiyasini cheklashi bilan izohlanadi. Ayniqsa, yuqori mineral fraksiyasida aglomeratsiya tufayli zarba energiyasining samarali so‘rilishi kamayadi. Qattiqlik–zarba o‘zaro bog‘liqligi bo‘yicha elastiklik moduli va zarba chidamlilik o‘rtasida teskari bog‘liqlik kuzatildi. Modul ortishi bilan zarba chidamlilikning pasayishi klassik qattiqlik–zarba kompromissini tasdiqlaydi. Mineral to‘ldiruvchilar modulni oshirgan bo‘lsa-da, ortiqcha qattiqlik plastiklikni kamaytiradi va sinish jarayonini mo‘rt rejimga yaqinlashtiradi. Optimal tarkib esa qattiqlik va zarba chidamlilik o‘rtasida muvozanat hosil qilgan kompozitsiya hisoblanadi. Polietilen fazasining mavjudligi kompozitsiyada plastik deformatsiya zonalarini shakllantirib, yoriq uchining o‘tmaslashishini va ichki energiya so‘rilishini ta’minlaydi. MAH kompatibilizatorining qo‘llanilishi fazalararo yopishishni mustahkamlab, zarracha–matrisa ajralishini cheklaydi hamda yuk uzatilish samaradorligini oshiradi. Natijada polietilen ulushi yuqori va mineral to‘ldiruvchi miqdori nisbatan past bo‘lgan 2 va 5-tarkiblarda energiya dissipasiyasi kuchayib, zarba chidamlilik 7–10 kJ/m² gacha ko‘tarilgan.

Xulosa. Shunday qilib, zarba chidamlilik kompozitsiyada qattiqlik beruvchi mineral faza va energiya so‘ruvchi elastik faza o‘rtasidagi muvozanat bilan belgilanadi hamda strukturaviy dispersiya va interfeys sifati ushbu jarayonning asosiy nazorat qiluvchi omillari hisoblanadi. Mineral to‘ldiruvchi miqdorining ortishi zarba chidamlilikning ma’lum darajada kamayishiga olib kelgani kuzatildi. Biroq rPE ning mavjudligi va MAH kompatibilizatorining qo‘llanilishi bu pasayishni barqarorlashtirdi. Zarba sinish yuzalarining SEM tasvirlari mo‘rt sinishdan ko‘ra qisman plastik deformatsiya mavjudligini ko‘rsatdi, bu esa fazalararo yopishishning yaxshilanganidan dalolat beradi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Utracki L.A. Compatibilization of polymer blends. Polymer Engineering & Science, 2002, 42, 1–13.

2. Paul D.R., Bucknall C.B. Polymer Blends. Wiley, New York, 2000.

3. Pukánszky B. Interfaces and interphases in multicomponent materials: past, present, future. European Polymer Journal, 2005, 41, 645–662.

4. Liu H., Zhang J. Research progress in toughening modification of polypropylene. Journal of Applied Polymer Science, 2011, 121, 1–9.