IKKILAMCHI POLIETILEN CHIQINDILARI ASOSIDA KOMPOZIT MATERIALLAR OLISH

Lutfullayev Sa'dulla Shukurovich
Qarshi davlat texnika universitet professori
E-mail: (SL_1960@mail.ru)
Sayfullayev Temurbek Xayrulla o'gli
Qarshi davlat texnika universitet doktoranti
E-mail: (temurbeksayfullayev@gmail.com)

Annotatsiya: Mazkur tadqiqotda ikkilamchi polietilen (iPE) chiqindilari va perlit (P) asosidagi kompozit materiallarning kimyoviy tuzilishi hamda funksional guruhlari o'rganildi. Rentgen diffraksion tahlil natijalarga ko'ra, perlit miqdori ortganda intensivligi kuchaydi, bu uni kompozit materialda bir tekis taqsimlanganini ko'rsatdi. Kompozit materialni mexanik xususiyatlar perlit miqdoriga bog'liq: o'rtacha miqdorda mustahkamlikni oshirsa, ortiqcha bo'lsa dispersiya yomonlashadi va xossalar pasayadi. Perlit kompozitning issiqlik izolyatsiyasini ham yaxshilaydi.

Kalit suzlar: Perlit, kompozit, dispersiya, izolyatsiyasi, deformatsiya, g'ovoklik, sovuq press, kristall va intensivlik.

Аннотация: В данной работе изучены химическая структура и функциональные группы композиционных материалов на основе отходов вторичного полиэтилена (ИПЭ) и перлита (П). Согласно результатам рентгеноструктурного анализа, интенсивность излучения увеличивается с увеличением содержания перлита, что свидетельствует о его равномерном распределении в композиционном материале. Механические свойства композиционного материала зависят от количества перлита: при умеренном его содержании увеличивается прочность, при избытке – ухудшается дисперсность и снижаются свойства. Перлит также улучшает теплоизоляционные свойства композита.

Ключевые слова: перлит, композит, дисперсность, изоляция, деформация, пористость, холодное прессование, кристалл и интенсивность.

Annotation: In this study, the chemical structure and functional groups of composite materials based on secondary polyethylene (iPE) waste and perlite (P) were studied. According to the results of X-ray diffraction analysis, the intensity increased with increasing perlite content, which indicated its uniform distribution in the composite material. The mechanical properties of the composite material depend on the amount of perlite: with a moderate amount, the strength increases, with an excess, the dispersion deteriorates and the properties decrease. Perlite also improves the thermal insulation of the composite.

ISSN 3030-3907

Keywords: Perlite, composite, dispersion, insulation, deformation, porosity, cold pressing, crystal and intensity.

Kirish

Bugungi kunda plastik qattiq chiqindilarni qayta ishlash va sifatli maxsulot sifatida qayta foydalanish muhim masala. Kimyo sanoat plastmassa ishlab chiqarish sohasiga qiziqish ortib bormoqda, shu sababli plastmassalardan turli xil tovar maxsulotlari ishlab chiqarilmoqda va istimolchilar extiyoji qondirilmoqda. Plastmassa chiqindilari oddiy sharoitida osonlikcha parchalanmaydi va uni parchalanishi uchun bir necha o'n yillar kerak [1].

Hozir kunda chiqindi iPE kompozitsiga to'ldiruvchi sifatida noorganik to'ldiruvchi moddalarini o'z ichiga olgan polimer kompozitli kompozitlar yaxshi mexanik xususiyatlar, issiqlikka chidamlilik, kimyoviy qarshilik xususiyatlari va boshqalar foydali xususiyatlari tufayli etiborli. Ushbu xususiyatlar polimer kompozitli kompozitlarni turli sohalarda, jumladan, avtomobilsozlik, qurilish va qadoqlash sanoatida qulay material sifatida yaratadi. Hozirda shisha, $CaCO_3$, talk va kabi noorganik to'ldiruvchi moddalari keng qo'llaniladigan to'diruvchilar qatoriga kiradi [2].

Ushbu noorganik to'ldiruvchi moddalariga tashqari yani bir to'ldiruvchini etibordan qoldirmaslik kerak, polimerik kompozitlarda muqobil noorganik to'ldiruvchi sifatida shishasimon amorf vulkanik jins bo'lgan perlit ham katta ahamiyatga ega [3].

1-jadval.

Perlitning kimyoviy va fizik xususiyatlari [4]

SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	K_2O (%)	MgO (%)	CaO (%)	Fe (%)	G'ovoklik (%)	O'rtacha zarracha kattaligi (mkm)	Maxsus sirt maydoni ($m^2\ g^{-1}$)
74,0	14.3	5.0	0.3	0,5	1.0	85	34.4	2.1

Shuni etiborga olish kerakki perlit 600-1000 °C harorat oralig'ida qizdirilganda, uni boshlangich hajmidan 7-16 martagacha kengaytirish mumkin. Perlit past zichligi ega va nisbatan past narxi tufayli ko'plab soxalarda juda keng ishlatiladi. Perlit ishlab chiqarish va qurilish sohalarida izolatsiya material xususan, engil gips va ohaklarda, izolyatsiyalashda va plitkalarida qo'llanilsa, kengaytirilgan perlit qurilish va boshqa sanoat sohalarida qo'llaniladi. Turkiya, jami 7700 million tonna perlitga ega bo'lgan dunyo zahirasini, jami perlit zaxirasining 74 foiziga egalik qiladi [4].

ISSN 3030-3907

Hozirda uzbekistonda turkiyadan xom ashyo tosh keltirilib uzimizda maxus pichlarda perlit shakliga keltiriladi va u ishlab chiqarish sohasida turli maxsatlar uchun ishlatish uchun beriladi.

2. Materiallar va usullar

2.1 Tadqiqot obyeklarini tayorlash

Tadqiqotda xom ashyo sifatida yuqori zichlikdagi polietilen chiqindi (iPE) ishlatilib, uning zichligi 0,950 g/sm³ va eritish oqimi indeksi 0,4–0,8 g/10 min oralig‘ida edi. Perlit ishlab chiqaruvchi tavsiyasiga binoan 100 °C da 1,5 soat quritildi. Kompozit material laboratoriya termokinetik mikserda tayyorlandi: iPE va perlit dastlab fizik aralashuvdan o‘tdi, so‘ng 2000 r/min tezlikda 25 soniya aralashtirildi. Perlit og‘irlik fraktsiyalari 5, 10, 15 va 25 % tanlandi. Gidravlik issiq va sovuq press yordamida kompozit plitalar shakllantirildi. Issiq press 180 °C va 40 bar bosimda 60 soniya davomida qo‘llanilib, keyin sovuq pressda 120 bar va xona haroratida 120 soniya o‘tkazildi.

2.2 Kompozitlarning fizik-kimyoviy va strukturaviy xossalarini tahlil qilish

Perlit bilan to‘ldirilgan iPE kompozit namunalarining spektrlari o‘tkazuvchanlik rejimida qayd etilib, to‘lqin soni funksiyasi sifatida tahlil qilindi. X-nurlarining diffraksion tahlili Bruker D2 Phaser qurilmasida amalga oshirildi, u Ni-filtrlangan mis K nurlanishi (λ = 1,54 Å) bilan jihozlangan bo‘lib, 45 kV va 40 mA da ishladi. Difraksiyalangan nurlar 5° dan 80° gacha bo‘lgan oraliqda qayd etildi, qadam o‘lchami 0,02° etib olindi. Kompozit yuzalari plazma purkash usuli bilan tayyorlanib, FEI Quanta FEG 250 skanerlovchi elektron mikroskopida 4 kV kuchlanishda tahlil qilindi. Shuningdek, kompozitsiyalarning issiqlik o‘tkazuvchanligi C-Therm Technologies analizatori yordamida 25 °C da o‘lchandi.

2.3 Dinamik va mexanik tahlil

Kompozitlarning saqlash moduli DMA Q800 yordamida 25–130 °C haroratda o‘lchandi. iPE-perlit namunalar ASTM-D638 ga muvofiq tayyorlanib, Shimadzu SHIMAD-AGT-X mashinasida 50 mm/min cho‘zish sinovidan o‘tkazildi. Egilish moduli va kuchi DIN 178 bo‘yicha 1 mm/min tezlikda aniqlanib, natijalar o‘rtacha qiymat va standart og‘ish bilan qayd etildi.

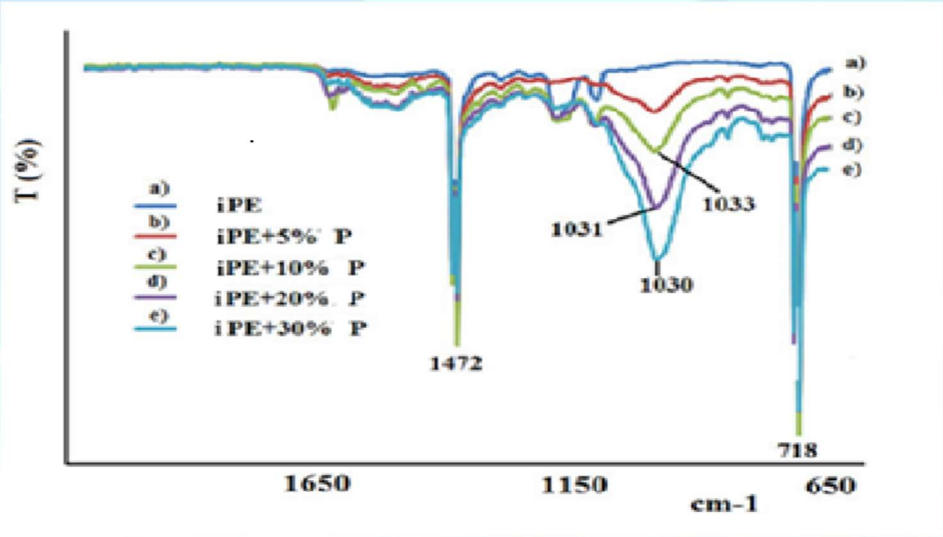
3. Natija va muhokamalar

3.1 FTIR (Fourier Transform Infrared spektroskopiya) tahlili

PE chiqindisi asosidagi kompozitning funksional guruhlar va kimyoviy o‘zgarishlarini aniqlash maqsadida **FTIR** o‘tkazildi (1-rasm). Chiqindi uchun CH_2 deformatsion tebranishlari taxminan 1472 sm^{-1} va CH_2 tashqi aylanish tebranishi esa 718 sm^{-1} da aniqlangan. Bu tebranishlar iPE polimer zanjiriga xos bo‘lgan odatiy belgilardir. Perlit qo‘shilgan namunalar uchun 1030 sm^{-1} atrofida yangi cho‘qqi paydo bo‘ldi. Bu cho‘qqi perlit tarkibidagi Si–O–Si (silikat) assimetrik

ISSN 3030-3907

cho‘zuvchi tebranishi bilan bog‘liq. Perlit miqdori ortgan sari ushbu 1030 sm^{-1} dagi cho‘qqining intensivligi oshgani kuzatildi.



1-rasm. FTIR spektri orqali iPE va perlit aralashmasida qanday funksional aniqlash

Bu esa perlitning iPE kompozitsiga bir tekis taqsimlanganini va uning mavjudligini tasdiqlaydi.

3.2 XRD (rentgen diffraksion) tahlili

Materialida taxminan 22,3° va 24,6° da kuchli cho‘qqilar aniqlangan, bu cho‘qqilar (110) va (200) kristall panjara tekisliklariga mos keladi, demak iPE kristalli tuzilishga ega va tartiblangan molekulyar qatlamlar mavjud. 5% va 10% perlit qo‘shilgan kompozitlarning XRD profillari iPEnikiga deyarli o‘xshash, ya’ni kristall tuzilma katta o‘zgarishga uchramagan. Ammo 15% va 25% perlit qo‘shilganda (200) tekislik cho‘qqisi 24,6° dan 24,5° ga siljiydi, bu esa biroz strukturaviy o‘zgarish borligini bildiradi.

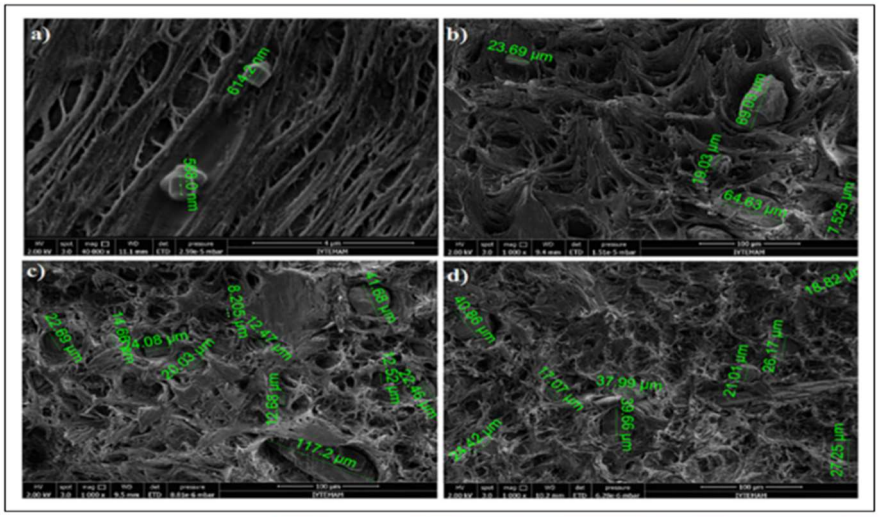
Umuman olganda, iPE kristalli tuzilmasi barqaror va perlit qo‘shilishi bilan keskin buzilmaydi, bu esa kompozit materialning strukturaviy mustahkamligini saqlab qolishga yordam beradi.

3.3 SEM (skanerlovchi elektron mikroskop) tahlili

Perlit bilan to‘ldirilgan iPE kompozitlarining valentlik sinovidan so‘ng olingan singan sirtlari SEM yordamida tahlil qilindi. 4-rasmda berilgan SEM mikrograflarida turli perliti og‘irlik ulushlaridagi namunalar yuzasining morfologik tuzilishi tasvirlangan (2-rasm). Bu tadqiqotda 5% perlit qo‘shilgan iPE namunasi nanometr diapazonida tarqalgan zarrachalarga ega bo‘lib, ular kompozit bilan yaxshi dispersiyalangan. Zarrachalar o‘lchami kichikligi va interfeys kuchlarining yuqoriligi tufayli materialning mexanik xususiyatlari, xususan kuchlanish kuchi yaxshilanadi. Biroq, perlit ulushi 10%, 15% va 25% ga oshganda, zarrachalar mikrometr o‘lchamiga yetib, tarqalishi bir tekis bo‘lmaydi. Masalan,

ISSN 3030-3907

15% namunada eng kichik zarracha 4,08 µm, 25% da esa 17,07 µm bo‘lib, bu aglomeratsiyaning oshishini ko‘rsatadi.



2-rasm. (a) iPE + 5% P, (b) iPE + 10% P, (c) iPE + 15% P va (d) iPE + 25%P perlit kompozitlarining SEM yordamida olingan mikrograflar

Past konsentratsiyada perlit kompozitda mustahkamlikni oshirsa, yuqori konsentratsiyada mexanik xususiyatlarning, ayniqsa kuchlanish kuchi va mustahkamlikning pasayishiga olib keladi. Shu tarzda, perlit miqdori va tarqalishi kompozitning samarali mexanik ishlashini belgilovchi muhim omil hisoblanadi.

3.4 Issiqlik O'tkazuvchanligi

Kompozit materiallarning issiqlik o'tkazuvchanligi perlit qo‘shish bilan kamayishi mumkin. Perlit ning g‘ovak tuzilishi, materialning izolyatsion xususiyatlarini oshiradi, bu esa kompozit materiallarning issiqlik izolyatsiyasi sifatini yaxshilaydi (2-jadval).

2-jadval.

PE chiqindisi va perlit bilan to'ldirilgan kompozitlarining issiqlik o'tkazuvchanligi

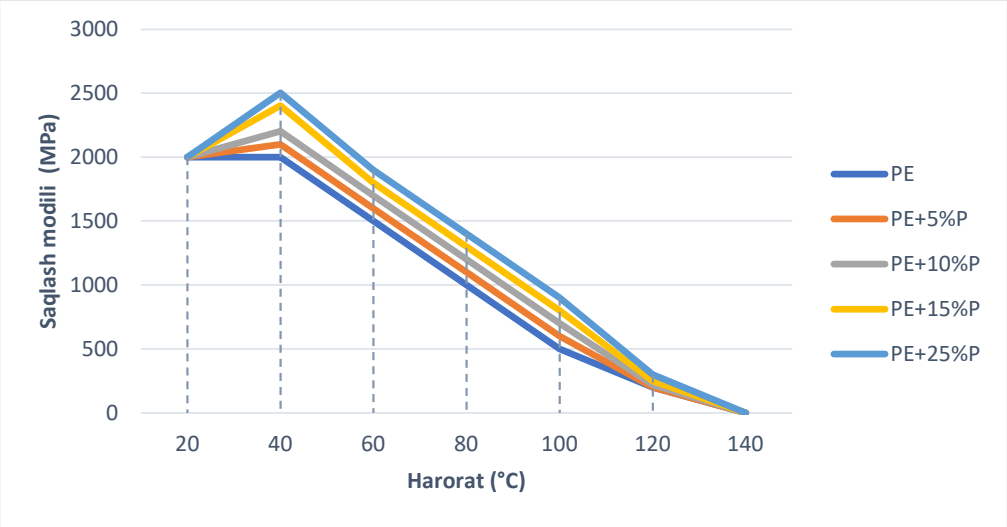
N°	Namunalar	Issiqlik o'tkazuvchanligi (Vt $(mK)^{-1}$)
1	iPE	0.560
2	iPE + 5% P	0.529
3	iPE + 10% P	0.525
4	iPE + 15% P	0.519
5	iPE + 25% P	0.515

Bu yerda 5% perlit qo‘shilganda, issiqlik o'tkazuvchanlik 5,5% ga kamayishi mumkin shunningdek 25% perlit qo‘shilganda, issiqlik o'tkazuvchanlik 8% ga kamayadi, bu esa yuqori izolyatsion xususiyatlarga ega kompozit materiallarni yaratishga yordam beradi.

ISSN 3030-3907

3.5 Dinamik mexanik tahlil (DMT)

DMT yordamida kompozitlarning mexanik javobi haroratga qarab o‘rganildi. Tahlil saqlash moduli (E') va yo‘qotish moduli (E") ga asoslanadi. E' materialning qattiqligini va elastik energiyani saqlash qobiliyatini, E" esa molekulalar harakati natijasida energiyaning issiqlikka aylanishini bildiradi. Harorat oshishi bilan E' kamayadi, lekin perlit miqdori oshganda (5–25%) E' ortadi, chunki zarralar molekulalar harakatini cheklab, kompozitni mustahkamlaydi va materialni qattiqlashtiradi (3-rasm).



3-rasm. iPE va uning kompozitlarini saqlash modullarining harorat bilan o'zgarishi

Har bir namuna uchun **a-relaksatsiya cho‘qqisi** (materialning harakatchanlikka o‘tish nuqtasi) taxminan **49–56 °C oralig‘ida** joylashgan. Bu nuqtada iPE segmentlarining harakati kuchayadi. Shu bilan birga, **segmental harakatlanish cheklanadi**, bu esa **yo‘qotish modulining ortishiga** va **moslashuvchanlikning kamayishiga** olib keladi. Juda yuqori 25% perlitli materialning ichki harakati jiddiy darajada.

3.6 Mexanik xususiyatlari

Perlit bilan to‘ldirilgan iPE kompozitlarining cho‘zilish kuchi va Young moduli perlit tarkibiga qarab o‘zgaradi. 5%, 10% va 15% perlit qo‘shilgan kompozitlar PEga nisbatan yuqori cho‘zilish kuchiga ega bo‘ldi, ammo 25% perlit qo‘shilganda cho‘zilish kuchi taxminan 7% kamaydi, bu perlitning yomon tarqalishi bilan bog‘liq. Young moduli taxminan 760 MPa ni tashkil qiladi, ya’ni perlit polimer kompozitsini mustahkamlab, materialning qattiqligini oshiradi, ammo yuqori perlit miqdori elastiklikni kamaytiradi (3-jadval). Young moduli taxminan 760 MPa ni tashkil qiladi, ya’ni perlit polimer kompozitsini mustahkamlab, materialning qattiqligini oshiradi, ammo yuqori perlit miqdori elastiklikni kamaytiradi.

ISSN 3030-3907

3-jadval

Perlit bilan to‘ldirilgan iPE kompozitlarining mexanik xossalari

Perlit tarkibi (%)	Cho‘zilish kuchi (MPa)	Young moduli (MPa)	Egilish kuchi (MPa)
0 (PE)	25,7	700	25,7
5	27,0	740	28,5
10	28,5	760	32,0
15	30,0	780	36,9
25	23,9	760	33,0

Egilish kuchi 25,7 MPa bo‘lib, 15% perlit qo‘shilgan kompozitlarda eng yuqori 36,9 MPa ga yetadi, 25% va undan ortiq perlit esa egilish kuchini pasaytiradi. Shuning uchun, perlitni yaxshi tarqatish mexanik xossalarni optimal darajada saqlash uchun muhimdir.

Xulosa

Chiqindi iPE asosidagi kompozitlarning funksional guruhlari va kimyoviy o‘zgarishlarini aniqlash uchun FTIR tahlili o'tkazildi. Perlit miqdori ortgani sari 1030 $см^{-1}$ dagi cho‘qqi intensivligi oshishi kuzatildi, bu perlitning kompozitda bir tekis taqsimlanganini va uning mavjudligini tasdiqlaydi. Kompozitlarning mexanik xususiyatlari perlit tarkibiga va tarqalishiga bog‘liq bo‘lib, 5–15% perlit aralashmasi material kuchini oshiradi, lekin 25% dan ortiq perlit qo‘shilishi yomon dispersiya va aglomeratsiya tufayli mexanik xususiyatlarni pasaytiradi. Shu sababli perlitning yaxshi dispersiyasi muhimdir. 5% perlit qo‘shilganda issiqlik o'tkazuvchanlik 5,5% ga, 25% perlitda esa 8% ga kamayadi, bu yuqori izolyatsion xususiyatga ega material yaratishga yordam beradi. Harorat oshishi bilan iPE va kompozitlarning qattiqligi kamayadi, E' moduli pasayadi, ammo perlit miqdori oshganda E' ortadi, chunki zarralar molekulalar harakatini cheklab, kompozitni mustahkamlash orqali qattiqlikni oshiradi.

ADABIYOTLAR

1. Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2009). Plastics recycling: challenges and opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *364*(1526), 2115-2126.

2. Siddiqui, J., & Pandey, G. (2013). A review of plastic waste management strategies. *Int. Res. J. Environ. Sci* , *2* (12), 84-88.

3. Singh, Narinder, et al. "Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications." *Composites Part B: Engineering* 115 (2017): 409-422.

4. Garcia, J. M., & Robertson, M. L. (2017). The future of plastics recycling. *Science*, *358*(6365), 870-872.

ISSN 3030-3907

5. Al-Salem, S. M., Lettieri, P., & Baeyens, J. (2009). Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste management* , *29* (10), 2625-2643.

ISSN 3030-3907