NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-8]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

01.00.00-FIZIKA-MATEMATIKA
journal.namdu.uz
PHYSICS AND MATHEMATICS

QATLAMLI SILIKAT MATERIALLAR ASOSIDA YUQORI DARAJADA TO‘ LDIRILGAN ORGANO-NOORGANIK POLIMER MATERIALLAR SPEKTRLARINI ULTRABINAFSHA SPEKTROSKOPIYA USULIDA O‘ RGANISH

Abdurasulova Aziza Shuhratjon qizi
Termiz davlat universiteti magistranti
ORCID:0009-0002-7647-9698
e-mail: abdurasulovaaziza955@gmail.com
Qosimov Asroriddin Sa’diyevich
Termiz davlat universiteti , kimyo fanlari nomzodi, dotsent
ORCID:0009-0004-0521-3328
e-mail:qosimovasroriddin9@gmail.com
Karimova Naima Javliboy qizi
Termiz davlat universiteti, tayanch doktorant,
ORCID:0009-0002-7070-7303
e-mail:naimakarimova364@gmail.com
Xurramov Baxriddin Baxtiyor o‘ g‘ li
Termiz davlat universiteti Fizika mutaxassisligi magistranti
ORCID:0009-0008-9358-2607
e-mail: baxriddinxurramov0510@gmail.com

Annotatsiya: *Mazkur ilmiy ishda qatlamli silikat materiali sifatida tabiiy* Vermikulit *asosida yuqori darajada to‘ ldirilgan organo-noorganik polimer kompozit materiallar sintez qilindi va ularning spektral xossalari o‘ rganildi.*

Tajriba jarayonida vermikulit sulfat kislota (H_2SO_4) va xlorid kislota (HCl) yordamida kimyoviy modifikatsiyalandi. Kislota bilan ishlov berish natijasida mineral qatlamlari orasidagi masofa kengayishi, ion almashinish jarayonlarining faollashuvi va faol markazlar sonining ortishi kuzatildi. Keyinchalik ortiqcha kislotalar ammiak eritmasi hamda natriy gidrokarbonat ($NaHCO_3$) yordamida neytrallandi, mahsulot filtrlash va quritish bosqichlaridan o‘ tkazildi.

Kompozit materiallar tayyorlashda polimer matritsa sifatida Polietilen *(PE),* Polipropilen *(PP) va* Poliamid *(PA) tanlab olindi. Modifikatsiya jarayoni eritilgan holatda, 10:1 (polimer:vermikulit) massa nisbatida amalga oshirildi. Olingan kompozitlar Ultrabinafsha spektroskopiya usuli yordamida tahlil qilindi.*

Spektral natijalar polimer zanjirlari bilan modifikatsiyalangan vermikulit o‘ rtasida molekulyar darajadagi o‘ zaro ta’sir mavjudligini ko‘ rsatdi. Xususan, xarakterli yutilish chiziqlarining siljishi, intensivlik o‘ zgarishlari va yangi tebranish modalarining paydo bo‘ lishi kompozit tuzilmasida interkalatsion hamda qisman eksfoliatsion jarayonlar sodir bo‘ lganini tasdiqlaydi.

Kalit so‘ zlar: *vermikulit, qatlamli silikatlar, polimer kompozitlar, Ultrabinafsha spektroskopiya usuli , organo-noorganik materiallar, modifikatsiya.*

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ ВЫСОКОЗАПОЛНЕННЫХ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СЛОИСТЫХ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Аннотация: *В рамках данного научного исследования были синтезированы высокозаполненные органо-неорганические полимерные композитные материалы на основе природного вермикулита в качестве слоистого силикатного материала, а также изучены их спектральные свойства.*

В ходе эксперимента вермикулит подвергали химической модификации с использованием серной кислоты (H_2SO_4) и соляной кислоты (HCl). В результате кислотной обработки было отмечено увеличение межслойного расстояния, активация процессов ионного обмена и увеличение количества активных центров. Затем избыток кислот был нейтрализован раствором аммиака и бикарбонатом натрия ($NaHCO_3$), после чего продукт подвергли фильтрации и сушке.

В качестве полимерной матрицы для получения композиционных материалов были выбраны полиэтилен (PE), полипропилен (PP) и полиамид (PA). Процесс модификации проводился в расплаве при массовом соотношении 10:1 (полимер:вермикулит). Полученные композиты были проанализированы с помощью методов инфракрасной (ИК) спектроскопии.

Результаты спектрального анализа показали наличие взаимодействий на молекулярном уровне между полимерными цепями и модифицированным вермикулитом. В частности, смещение характерной линии поглощения... В частности, сдвиг характерных линий поглощения, изменения интенсивности и появление новых колебательных мод подтверждают протекание процессов интеркаляции и частичной эксфолиации в структуре композита.

Ключевые слова: *вермикулит, слоистые силикаты, полимерные композиты, УФ-спектроскопия, органо-неорганические материалы, модификация.*

STUDY OF THE SPECTRA OF HIGHLY FILLED ORGANO-INORGANIC POLYMER MATERIALS BASED ON LAYERED SILICATE MATERIALS USING ULTRAVIOLET SPECTROSCOPY

Abstract: *In this scientific study, highly filled organo-inorganic polymer composite materials based on natural vermiculite as a layered silicate material were synthesized, and their spectral properties were studied.*

During the experiment, vermiculite was chemically modified using sulfuric acid (H_2SO_4) and hydrochloric acid (HCl). As a result of acid treatment, an increase in the spacing between mineral layers, activation of ion exchange processes, and an increase in the number of active centers were observed. Subsequently, the excess acids were neutralized with an ammonia solution and sodium bicarbonate ($NaHCO_3$), and the product was subjected to filtration and drying.

Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), and Polyamide (PA) were selected as the polymer matrix for the preparation of the composite materials. The modification process was carried out in the melt at a mass ratio of 10:1 (polymer:vermiculite). The resulting composites were analyzed using infrared (IR) spectroscopy methods.

Spectral results showed the existence of molecular-level interactions between polymer chains and modified vermiculite. In particular, the shift of characteristic absorption lines, changes in intensity, and the emergence of new vibrational modes confirm the occurrence of intercalation and partial exfoliation processes in the composite structure.

Keywords: *vermiculite, layered silicates, polymer composites, UB spectroscopy, organo-inorganic materials, modification.*

Kirish

Mazkur ishda polietilen, polipropilen hamda poliamid asosidagi organo-noorganik kompozit materiallarning ichki tuzilishini aniqlash va komponentlar o‘ rtasidagi o‘ zaro ta’sir mexanizmlarini baholash maqsadida ultrabinafsha (UV) spektroskopiya usuli qo‘ llanildi. Ushbu yondashuv polimer matritsa va qatlamli silikat (vermikulit) o‘ rtasidagi bog‘ lanish xususiyatlarini turli darajalarda - elektron va molekulyar darajada - kompleks o‘ rganish imkonini berdi.

Polimer va silikat (yoki umuman olganda noorganik material) ning har qanday jismoniy aralashmasi majburiy ravishda nanokompozit hosil qilavermaydi. Bu holat polimer aralashmalariga o‘ xshaydi. Bundan tashqari, zarrachalarning aglomeratsiyasi mustahkamlikni kamaytirib, zaifroq materiallar hosil qilishga moyil hisoblangan [1]. Shunday qilib, polimer silikat qatlamlari orasiga interkalatsiya qila olmaganda, fazaviy ajralgan kompozit hosil bo‘ ladi, uning xususiyatlari an’anaviy mikrokompozitlarnikiga mos kelgan [2,3].

Vermikulit - $(Mg, Fe, Al)_3(Al, Si)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$ umumiy formulaga ega bo‘ lgan gidratlangan qatlamli silikat minerali hisoblanadi. Uning kristall tuzilishi 2:1 tipdagi qatlamli tuzilishga ega bo‘ lib, bu esa uning fizik-kimyoviy xossalarini belgilaydi. Vermikulit odatda oltinsimon, jigarrang yoki bronza ranglarda uchraydi. Shu bilan birga, vermikulit yengil va g‘ ovak tuzilishga ega bo‘ lib, issiqlik va tovush izolyatsiyasi xossalari yuqori darajada namoyon bo‘ ladi. U namlikni yaxshi ushlab turadi hamda kimyoviy jihatdan barqaror material hisoblanadi. Nanogillar poliamidlar, polistirol, polietilen va polipropilen kabi bir nechta tijorat polimerlari bilan birlasha oladi [4].

Qatlamli silikatlar (ayniqsa montmorillonit, kaolinit va vermikulit) asosida olingan organo-noorganik polimer nanokompozitlar hozirgi zamon materialshunosligining eng istiqbolli yo‘ nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu materiallarning strukturasi va xossalarini chuqur o‘ rganishda spektral tahlil usullaridan IQ-spektroskopiya, Raman spektroskopiya, UV-Vis va boshqalar muhim ahamiyat kasb etadi. Polimer va qatlamli silikat nanokompozitlarini tayyorlash, xarakterizatsiya qilish, materiallarning xususiyatlari, kristallanish xulq-atvori, eritma reologiyasi va qayta ishlashning akademik hamda sanoat jihatlari shu vaqtgacha ko‘ rib chiqilgan. Ushbu materiallar polimer fanlari tadqiqotlarida katta qiziqish uyg‘ otmoqda [5]. Ushbu materiallar sinfining boshqa qiziqarli xususiyatlariga to‘ siq xususiyatlarining yaxshilanishi, termik barqarorlik va yonishga qarshi turish qobiliyati kiradi [6]. Noorganik to‘ ldiruvchilarning mavjudligi tufayli modifikatsiyalanmagan polimer bilan solishtirganda kompozitlarning tortish kuchi va zarba chidamliligining yomonlashuvi kuzatilgan[7]. Bundan tashqari, Stephen S. Ray va Masami Okamoto tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda Raman va FTIR spektroskopiya yordamida polimer matritsa va qatlamli silikatlar o‘ rtasidagi

o‘ zaro ta’sirlar tahlil qilingan. Ular spektral o‘ zgarishlar orqali nanokompozitlarning dispersiya darajasini baholash mumkinligini ko‘ rsatganlar [8]. O‘ zbekistonlik olimlar tomonidan ham ushbu yo‘ nalishda qator ilmiy ishlar olib borilgan. Jumladan, N.R. Ashurov va Q.N. Berdinazarov tadqiqotlarida poliolefinlar asosida qatlamli silikatlar bilan to‘ ldirilgan kompozitlar o‘ rganilgan [9]. Polimerlar tarkibiga qarab organic, noorganik va elementorganik toifalarga ajratiladi. Ulardan nisbatan kengroq tarqalgani organik polimerlardir [10].

Adabiyotlar tahlili

Polimer–qatlamli silikat nanokompozitlari yuqori mexanik, termik va funksional xususiyatlari sababli zamonaviy materialshunoslikning istiqbolli yo‘ nalishlaridan biri hisoblanadi. Giannelis [1] polimer va qatlamli silikatlar asosidagi nanokompozitlarda polimer zanjirlarining silikat qatlamlari orasiga kirib borishi, ya’ni interkalatsiya jarayonining material xossalariga ta’sirini ko‘ rsatgan. Alexandre va Dubois [2] polimer–silikat nanokompozitlarini olish usullari, ularning strukturasi va xossalarini umumlashtirib, interkalatsiya va eksfoliatsiya jarayonlarining muhimligini ta’kidlagan.

Beyer [3] qatlamli silikatlarning polimer materiallarning termik barqarorligi va yonishga chidamliligini oshirishdagi ahamiyatini ko‘ rsatgan. Haider, Kausar va Muhammad [4] esa turli polimerlar va qatlamli silikatlar asosidagi kompozitlarning olinishi hamda ularning mexanik va termik xususiyatlarini tahlil qilgan. S.S. Ray va M. Okamoto [5], S. Pavlidou va C.D. Papaspyrides [6] hamda R. Vaia [7] tadqiqotlarida polimer–qatlamli silikat nanokompozitlarining olinishi, tuzilishi, morfologiyasi, mexanik va termik xususiyatlari o‘ rganilgan. Tadqiqotlarda qatlamli silikatlarning polimer matritsasida yaxshi disperslanishi va komponentlararo o‘ zaro ta’sir nanokompozitlarning fizik-mexanik hamda termik xossalarini yaxshilashi ko‘ rsatilgan [5–8]. N.R. Ashurov va Q.N. Berdinazarov [9] polimer kompozit materiallarning fizik-kimyoviy asoslarini, A.S. Qosimov [10] esa polimerlarning molekulyar tuzilishi va fizik xususiyatlarini yoritgan.

Mavjud adabiyotlar tahlili polimer–qatlamli silikat nanokompozitlarning mexanik, termik va strukturaviy xususiyatlari keng o‘ rganilganligini ko‘ rsatadi. Shu bilan birga, yuqori darajada to‘ ldirilgan organo-noorganik polimer materiallarning ultrabinafsha spektral xususiyatlari va spektral o‘ zgarishlarning kompozit tarkibi bilan bog‘ liqligi yetarlicha tadqiq etilmagan. Shu sababli bunday materiallarning UB-spektroskopik xususiyatlarini o‘ rganish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Tadqiqot metodologiyasi

Vermikulitga kimyoviy ishlov berish

Vermikulit asosidagi (1-rasm) qatlamli silikatning ishlov berish bosqichi quyidagi jarayonlarni o‘ z ichiga oladi:



1-rasm.Vermikulit ko‘ rinishi

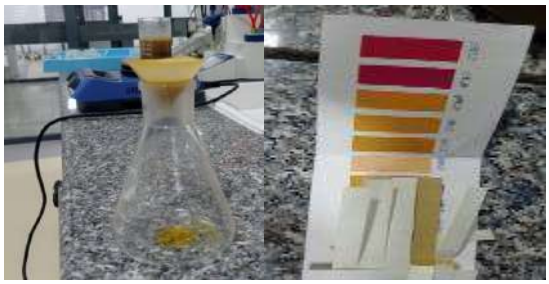
Vermikulitni ishchi holatga keltirish uchun 42 g namunaga 200 ml suvga qo‘ shilgan 40 ml konsentrlangan H_2SO_4 eritmasi bilan kimyoviy ishlov berildi, aralashma 80°C da quritildi va mexanik aralashtirgichda 1000 ayl/min tezlikda 10 soat davomida aralashtirildi. Natijada, quyuq va yaltiroq modifikatsiyalangan holga o‘ tganini ko‘ rsatadi (2- rasm).



2-rasm.Kislota bilan ta’sirlashuvdan keyingi tayyor bo‘ lgan aralashmali vermikulit

Hosil bo‘ lgan mahsulotdagi ortiqcha kislotani neytrallash uchun ikki bosqichli yuvish amalga oshirildi. Dastlab mahsulot 60 ml suvga qo‘ shilgan 20 ml ammiak eritmasi bilan ishlov berilib, pH universal indikator orqali nazorat qilindi.

Keyingi bosqichda distillangan suvga tayyorlangan $NaHCO_3$ eritmasi yordamida yuvish bajarildi; bu jarayonda $NaHCO_3$ kislota bilan reaksiyaga kirib, natriy tuzi, suv va CO_2 hosil qiladi. Shu orqali mahsulotdagi kislotali aralashmalar bartaraf etildi. Tozalangan massa filtratsiya qilinib, erkin oqishi ta'minlandi (3-rasm).



3-rasm.Filtr qog‘ ozdan vermikutning o‘ tish jarayoni va indikator qog‘ ozi

Vermikulitni modifikatsiyalash jarayoni tezlashtirish maqsadida tayyor aralashma yuzasi keng idishlarga solinib, xona haroratida 1 sutka davomida quritildi. Quritish davomida mahsulotning fizik holati, rangi va tuzilmasi kuzatildi, pH universal indikator bilan nazorat qilindi. Neytrallash va suvli qatlamdan tuzlar ajratilgach, mahsulot qattiq holatga o‘ tdi; bug‘ lanish jarayoni molekulalarni yaqinlashtirib, kristallanish yoki amorf tuzilishga olib keldi. Shu orqali vermikulit polimerlar bilan modifikatsiyalash jarayoniga tayyor holatga keldi va mahsulot saqlanishi hamda tahlilga yaroqliligi oshdi (4-rasm).



4 – rasm.Quritilgan va maydalangan vermikulit

Namlikdan tozalangan mahsulot uzoq muddat saqlanishi, fizik-kimyoviy tahlillarga tayyor bo‘ lishi va boshqa bosqichlar (presslash, analitik o‘ lchovlar) uchun moslashini ta'minlaydi. Shu bilan birga, yuzasi keng idishga yoyilgan modda asta-sekin bug‘ lanib, qattiq holatga o‘ tadi - bu jarayon **quritish va qotish** deb ataladi.

1 – jadval

Vermikulitning ishchi holatga tayyorlanish jarayoni

Bosqich	pH qiymati
Sulfat kislotali eritma	1.5
Vermikulit qo‘ shilgach	2.5
Mishelka bilan aralashtirilganda	3.0
10 soatdan so‘ ng (massaning holati)	3.2
Ammiak qo‘ shilgach	6.5
$NaHCO_3$ bilan yuvilgach	7.0

Kompozitlarni tayyorlash

Tajriba davomida vermikulit oldindan kimyoviy faollashtirilish maqsadida H_2SO_4 ning distillangan suvdagi eritmasi bilan ishlov berildi. Quritilgan va elangan vermikulit eritmaga qo‘ shilib, bir jinsli massa hosil qilindi va 80-90 °C da 10 soat davomida qizdirildi, natijada quyuq, yarim yopishqoq holatga kelgan massa olingan. Modifikatsiyalash jarayonida polimerlar - polietilen (PE), polipropilen (PP) va poliamid (PA) - har birining suyuqlanish haroratiga mos tarzda alohida ishlov berildi. Shu orqali vermikulit asosidagi yuqori to‘ ldirilgan organo-noorganik kompozit materiallar tayyorlandi (5-rasm), bu esa fazalararo o‘ zaro ta'sir va mexanik xossalarni yaxshilashga xizmat qiladi.



5 – rasm.Polimer materiallar: polietilen (PE), polipropilen (PP) va poliamid (PA) va boshqalar

1. Polietilen asosidagi kompozit tayyorlash

Tajriba uchun past zichlikka ega polietilen (suyuqlanish harorati 110-115 °C) tanlandi va maxsus laboratoriya pechida eritildi. Oldindan quritilgan va silliqlangan vermikulit 10:1 (polimer:vermikulit) nisbatda eritilgan polietilen ustiga qo‘ shilib, folga qog‘ oz ustida shisha tayoqcha yordamida bir xil massaga aralashtirildi. Tayyorlangan “PE+Vermikulit” kompozitlari sovitilib, shisha idishlarga solindi va Ultrabinafsha spektroskopiyasi uchun tayyorlandi (6-rasm).



6- rasm.Polietilen (PE) va vermikulit asosidagi kompozit material

2. Polipropilen asosidagi kompozit tayyorlash

Polipropilen (PP, suyuqlanish harorati 160-165 °C) pechda eritilib, oldindan maydalangan va quritilgan vermikulit 10:1 (PP:vermikulit) nisbatda qo‘ shildi. Modda folga qog‘ oz ustida shisha tayoqcha yordamida bir xil massaga aralashtirildi. Sovutilgan kompozit qatlam qirib olinib, “PP+Vermikulit” nomi bilan shisha idishlarga solindi va Ultrabinafsha spektroskopiyasi uchun tayyorlandi.

3. Poliamid asosidagi kompozit tayyorlash

Uchinchi polimer - poliamid (PA) suyuqlanish harorati nisbatan yuqori bo‘ lib, 210-220 °C atrofida eriydi. Maxsus harorat nazorati ostida pechga joylashtirildi. Eriganidan so‘ ng, yuqoridagi kabi 10:1 nisbatda tayyorlangan, silliqlangan vermikulit polimerga qo‘ shildi.

Tarkibni bir hil massaga keltirish uchun aralashma yana folga qog‘ oz ustida shisha tayoqcha bilan aralashtirildi. Aralashma sovutilib, so‘ ngra folgadan ajratildi va “PA+Vermikulit” deb belgilangan shisha idishga qirib solindi.(7- rasm).



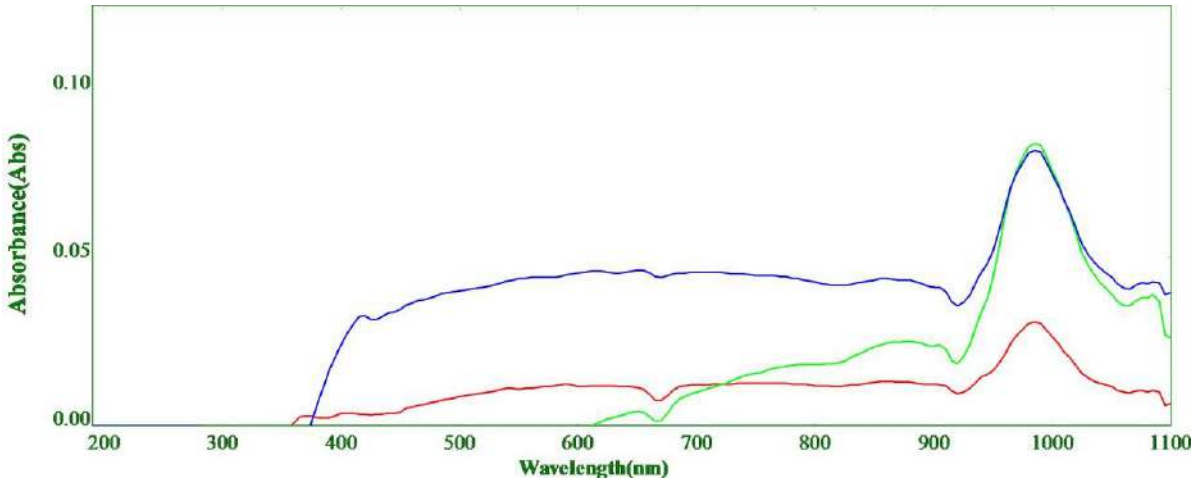
7 - rasm.PA+Vermikulit kompozit materiali olish jarayoni

Tayyorlangan barcha kompozit namunalar - polietilen, polipropilen, poliamid va yana bir polietilen asosidagi modifikatsiyalangan materiallar shisha idishlarga alohida qirib solinganidan so‘ ng, ularning tashqi ko‘ rinishi, rangdorligi va yopishqoqlik darajasi qayd etildi. Har bir shisha idish ustiga kompozit tarkibi va ishlatilgan polimer turi aniq ko‘ rsatilgan yorliqlar yopishtirildi. Bu esa keyinchalik analiz natijalarini to‘ g‘ ri solishtirish imkonini yaratadi.

Natijalar va ularning tahlili

Spektral tahlil

Tayyorlangan namunalar UV - spektrofotometr qurilmasiga joylashtirildi va 190-400 nm diapazondagi elektromagnit nurlanish ta'sirida ularning yutilish xususiyatlari o‘ rganildi. Har bir namuna uchun turli to‘ lqin uzunliklarida absorbsiya qiymatlari qayd etilib, ularning o‘ zgarish qonuniyatlari aniqlandi (8-rasm).



8- rasm.Polietilen, polipropilen va stirolning UV spektroskopiyasidagi tahlili natijasi

O‘ lchov natijalari asosida absorbsiya (A) ning to‘ lqin uzunligiga (λ) bog‘ liqlik grafigi qurildi. Grafiklarda har bir polimer alohida rang bilan ifodalandi, bu esa ularni o‘ zaro solishtirishni osonlashtirdi.Grafikda ranglar quyidagicha mazmunga ega:

1. Ko‘ k- polietilen
2. Yashil -stirol
3. Qizil -polipropilen

Spektrlarni shakllantirish jarayoni quyidagi ketma-ket bosqichlarda amalga oshirildi: 1.Dastlab har bir namuna ultrabinafsha nurlanish bilan yoritildi, so‘ ngra har bir to‘ lqin uzunligida yutilish darajasi aniqlanib, sonli ko‘ rsatkichlar sifatida qayd etildi.

2. Olingan ma'lumotlar kompyuter dasturlari yordamida qayta ishlanib, grafik ko‘ rinishga keltirildi.

Tadqiqot davomida polimer namunalar oldindan tayyorlanib, mos erituvchilarda bir xil konsentratsiyali eritmalar shaklida UV-spektrofotometr yordamida tahlil qilindi. O‘ lchovlar 190-400 nm diapazonda amalga oshirildi va har bir namuna uchun absorbsiya spektrlari qayd etildi. Olingan UV spektrlar polimer materiallarning elektron tuzilishini tavsiflashda muhim manba bo‘ lib xizmat qiladi. Tahlil natijalari shuni ko‘ rsatdiki, polimerlarning kimyoviy tuzilishi ularning yutilish xususiyatlariga bevosita ta'sir ko‘ rsatadi.

Spektral natijalar shuni ko‘ rsatdiki, to‘ yingan uglevodorod zanjiriga ega polietilen va polipropilen namunalarida UV diapazonda yutilish nisbatan past bo‘ lib, bu ularning elektron tuzilishida π-bog‘ larning yo‘ qligi bilan izohlanadi. Shu bilan birga, polipropilenda yon metil guruhlarning mavjudligi sababli ayrim hollarda juda kichik siljishlar kuzatildi. Polietilen spektrida absorbsiya qiymatlari juda past bo‘ lib, bu uning to‘ yingan uglevodorod zanjiridan tashkil topganligi bilan izohlanadi. Bunday tuzilishda π-bog‘ lar mavjud emasligi sababli elektron o‘ tishlar asosan yuqori energiyali sohada sodir bo‘ ladi va UV diapazonda deyarli sezilmaydi. Polipropilen spektrida ham shunga o‘ xshash holat kuzatiladi, biroq yon metil guruhlarning mavjudligi sababli yutilish darajasi biroz oshgan. Bu esa molekulyar muhitning nisbatan murakkabroq ekanligini bildiradi.

Stirol asosidagi polimerlarda esa keskin farq kuzatiladi. Aromatik halqa mavjudligi tufayli spektrda aniq va intensiv maksimumlar hosil bo‘ ladi. Bu maksimumlar $\pi \rightarrow \pi^*$ elektron o‘ tishlar bilan bog‘ liq bo‘ lib, moddaning kon'yugatsiyalangan tizimga ega ekanligini ko‘ rsatadi. Qatlamli silikat bilan modifikatsiyalangan kompozitlarda spektral cho‘ qqilarning siljishi va intensivlikdagi o‘ zgarishlar qayd etildi. Bu holat polimer zanjirlari va silikat qatlamlari o‘ rtasida ma'lum darajada elektron muhit o‘ zgarishi yuz berayotganini ko‘ rsatadi.

Erituvchi sifatida dimetilformamid (DMF) ishlatildi. DMF polimer zanjirlarini dispersiyalash, silikat qatlamlari orasiga kirishini osonlashtirish, interkalatsiya va eksfoliatsiya jarayonlarini faollashtirdi.

UV spektrlarida 200-220 nm oralig‘ ida $\sigma \rightarrow \sigma^*$ o‘ tishlar kuzatildi, bu polietilen va polipropilenning oddiy uglevodorod tuzilishini ko‘ rsatadi. 230-260 nm oralig‘ ida $n \rightarrow \pi^*$ o‘ tishlar mavjud bo‘ lib DMF tarkibidagi karbonil guruhlar bilan bog‘ liq. 260-280 nm oralig‘ ida $\pi \rightarrow \pi^*$ o‘ tishlar aromatik yoki kon'yugatsiyalangan tizimlarni bildiradi, silikat bilan o‘ zaro ta'sir elektron tizimni o‘ zgartiradi.

Polimer namunalari 190-400 nm oralig‘ ida UV-spektrofotometr yordamida o‘ lchanganda, natijalar shuni ko‘ rsatdiki:

Polietilen + VT: Yutilish cho‘ qqilari past, to‘ yingan uglevodorod zanjiriga xos xususiyat.

Polipropilen + VT: Yon metil guruhlar sababli kichik siljishlar va nisbatan kuchliroq yutilish.

Poliamid + VT: Amid guruhlari mavjudligi tufayli 210-250 nm oralig‘ ida yuqori yutilish maksimumi.

UB spektrlaridagi siljishlar polimer zanjirlari va silikat qatlamlari o‘ rtasidagi **interkalatsiya va eksfoliatsiya jarayonlari** bilan bog‘ liq.

Xulosa

Qatlamli silikat minerali - tabiiy vermikulit asosida yuqori darajada to‘ ldirilgan organo-noorganik polimer kompozit materiallar sintez qilindi va ularning molekulyar tuzilishi hamda fazalararo o‘ zaro ta’sir mexanizmlari zamonaviy spektral usullar yordamida kompleks o‘ rganildi.

Kompozit materiallar polimer matritsa sifatida **Polietilen**, **Polipropilen** va **Poliamid** asosida 10:1 (polimer:vermikulit) massa nisbatida eritma holatida tayyorlandi. Modifikatsiya jarayoni termik sharoitda amalga oshirilib, qatlamli silikatning polimer muhitda bir tekis disperslanishiga erishildi.

Olingan natijalar shuni ko‘ rsatadiki, kimyoviy faollashtirilgan vermikulit polimer matritsa bilan yuqori darajada moslashuvchan interfeys hosil qiladi. Bu esa kompozit materiallarda yuklanishning samarali taqsimlanishiga, elastiklik modulining oshishiga, termik barqarorlikning yaxshilanishiga va umumiy fizik-mexanik ko‘ rsatkichlarning ortishiga olib keladi.

Shunday qilib, UV spektroskopiya natijalari polimerlarning elektron tuzilishini aniqlash imkonini berib, aromatik va to‘ yingan tuzilmalarning farqlarini aniq ko‘ rsatib berdi.

Mualliflar hissasi , manfaatlar to‘ qnashuvi va moliyalashtirish

Mualliflar hissasi: barcha mualliflar tadqiqot konsepsiyasi, ma’lumotlarni tahlil qilish va maqola matnini tayyorlashda teng hissa qo‘ shgan. Manfaatlar to‘ qnashuvi: mualliflar manfaatlar to‘ qnashuvi yo‘ qligini bildiradi. Moliyalashtirish: tadqiqot tashqi moliyaviy yordamsiz amalga oshirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Giannelis EP. Polymer layered silicate nanocomposites. Adv Mater 1996;8:29-35.
2. Alexandre M, Dubois P. Polymer-layered silicate nanocomposites: preparation, properties and uses of a new class of materials. Mater Sci Eng R 2000;28:1-63.
3. Beyer G. Nanocomposites: a new class of flame retardants for polymers. Plast Addit Compound 2002;4(10):22-7.
4. Haider S, Kausar A and Muhammad B. Overview of various sorts of polymer nanocomposite reinforced with layered silicate. Polym Plast Technol Eng 2016; 55: 723-743.
5. Suprakas Sinha Ray; Masami Okamoto. (2003). Polymer/layered silicate nanocomposites: a review from preparation to processing. , 28(11), 1539-1641. doi:10.1016/j.progpolymsci.2003.08.002
6. S. Pavlidou; C.D. Papaspyrides. (2008). A review on polymer-layered silicate nanocomposites., 33(12), 1119-1198. doi:10.1016/j.progpolymsci.2008.007
7. Vaia, R. (1999). Polymer/layered silicate nanocomposites as high performance ablative materials. Applied Clay Science, 15(1–2), 67–92. https://doi.org/10.1016/s0169-1317(99)00013-7
8. Ray S.S., Okamoto M. *Polymer/layered silicate nanocomposites: a review*. Progress in Polymer Science, 2003.
9. Ashurov N.R., Berdinazarov Q.N. *Polimer kompozit materiallar fizik-kimyosi*. Toshkent, ilmiy nashrlar.
10. A.S. Qosimov. Polimerlar fizikasi. Oliy o‘ quv yurti talabalari uchun o‘ quv qo‘ llanma. Termiz davlat universiteti NMM nashriyoti. 2022 y.- 180 b.