# POLIETILEN (PE) VA POLIPROPILEN (PP) NAMUNALARINING FTIR TAHLILI

**To‘xtayev Feruz Sadulloyevich**
*Navoiy viloyati Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar boshqarma boshlig‘i*
**Musoyeva Dilshoda Norkulovna**
*Navoiy davlat universiteti doktoranti*

**Annotatsiya.** Ushbu ilmiy ishda polietilen (PE) va polipropilen (PP) polimer materiallarining kimyoviy va strukturaviy xususiyatlari Fourier transform infraqizil (FTIR) spektroskopiya usuli yordamida chuqur tahlil qilindi. Tadqiqot doirasida ikki xil polietilen namunasi (PE.1 va PE.2) hamda bitta polipropilen namunasi (PP.1) ATR (QATR) rejimida o‘rganildi. FTIR spektrlari asosida polimer zanjirlariga xos bo‘lgan funksional guruhlarning tebranish chastotalari aniqlanib, namunalarning strukturaviy barqarorligi, kristall fazaga oid belgilar hamda ehtimoliy degradatsiya yoki oksidlanish jarayonlari baholandi. Olingan natijalar PE va PP namunalarida asosiy uglevodorod skeleti saqlanib qolganini, qayta ishlash yoki texnologik ta’sirlar polimerning kimyoviy tabiatiga sezilarli darajada salbiy ta’sir ko‘rsatmaganini tasdiqladi. Tadqiqot natijalari PE va PP asosidagi qayta ishlangan materiallar hamda kompozitsion polimer granulalar ishlab chiqarishda xomashyo sifatini baholash uchun muhim ilmiy asos yaratadi.

**Kalit so‘zlar:** polietilen, polipropilen, FTIR spektroskopiya, ATR, strukturaviy tahlil, qayta ishlangan polimerlar.

**Аннотация.** В данной научной работе с использованием метода инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR) проведён углублённый анализ химических и структурных свойств полимерных материалов — полиэтилена (PE) и полипропилена (PP). В рамках исследования в режиме ATR (QATR) были изучены два образца полиэтилена (PE.1 и PE.2) и один образец полипропилена (PP.1). На основе FTIR-спектров определены колебательные частоты функциональных групп, характерных для полимерных цепей, а также оценены структурная стабильность образцов, признаки кристаллической фазы и возможные процессы деградации или окисления. Полученные результаты подтвердили сохранность основного углеводородного скелета в образцах PE и PP, а также показали, что переработка или технологические воздействия не оказали существенного негативного влияния на химическую природу полимеров. Результаты исследования создают важную научную основу для оценки качества сырья при производстве переработанных материалов и композиционных полимерных гранул на основе PE и PP.

**Ключевые слова:** полиэтилен, полипропилен, FTIR-спектроскопия, ATR, структурный анализ, переработанные полимеры.



ISSN 3030-3907

**Abstract.** In this scientific study, the chemical and structural properties of polyethylene (PE) and polypropylene (PP) polymer materials were thoroughly analyzed using Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. Within the scope of the research, two polyethylene samples (PE.1 and PE.2) and one polypropylene sample (PP.1) were investigated in ATR (QATR) mode. Based on the FTIR spectra, the vibrational frequencies of functional groups characteristic of polymer chains were identified, and the structural stability of the samples, features related to the crystalline phase, as well as possible degradation or oxidation processes were evaluated. The obtained results confirmed that the main hydrocarbon backbone was preserved in the PE and PP samples, and that recycling or technological processing did not have a significant negative effect on the chemical nature of the polymers. The findings of this study provide an important scientific basis for assessing raw material quality in the production of recycled materials and composite polymer granules based on PE and PP.

**Keywords:** polyethylene, polypropylene, FTIR spectroscopy, ATR, structural analysis, recycled polymers.

**1. Kirish.** So‘nggi yillarda polietilen (PE) va polipropilen (PP) polimer materiallari global miqyosda eng ko‘p ishlab chiqarilayotgan va iste’mol qilinayotgan termoplastiklar qatoriga kiradi. Ushbu polimerlarning qadoqlash sanoati, qurilish materiallari, elektrotexnika va maishiy buyumlar ishlab chiqarishdagi ulushi juda yuqori bo‘lib, ularning keng qo‘llanilishi natijasida polimer chiqindilari hajmi keskin oshib bormoqda. Bu holat qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish bilan bir qatorda, qayta ishlangan polimerlarning strukturaviy va kimyoviy barqarorligini chuqur ilmiy asosda o‘rganishni taqozo etadi.

Polimer materiallarning qayta ishlash jarayonida yuqori harorat, mexanik kuchlanish va kislorod ta’siri natijasida zanjir uzilishi, oksidlanish yoki funksional guruhlarning paydo bo‘lishi kabi noxush holatlar yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli, polimerlarning qayta ishlashdan keyingi holatini baholashda FTIR spektroskopiya usuli eng ishonchli va keng qo‘llaniladigan analitik metodlardan biri hisoblanadi. Ushbu ishda PE va PP namunalarining FTIR spektrlari asosida ularning kimyoviy tuzilishi, strukturaviy farqlari hamda barqarorlik darajasi ilmiy jihatdan tahlil qilinadi.

## 2. Tadqiqot ob’ektlari va usullari

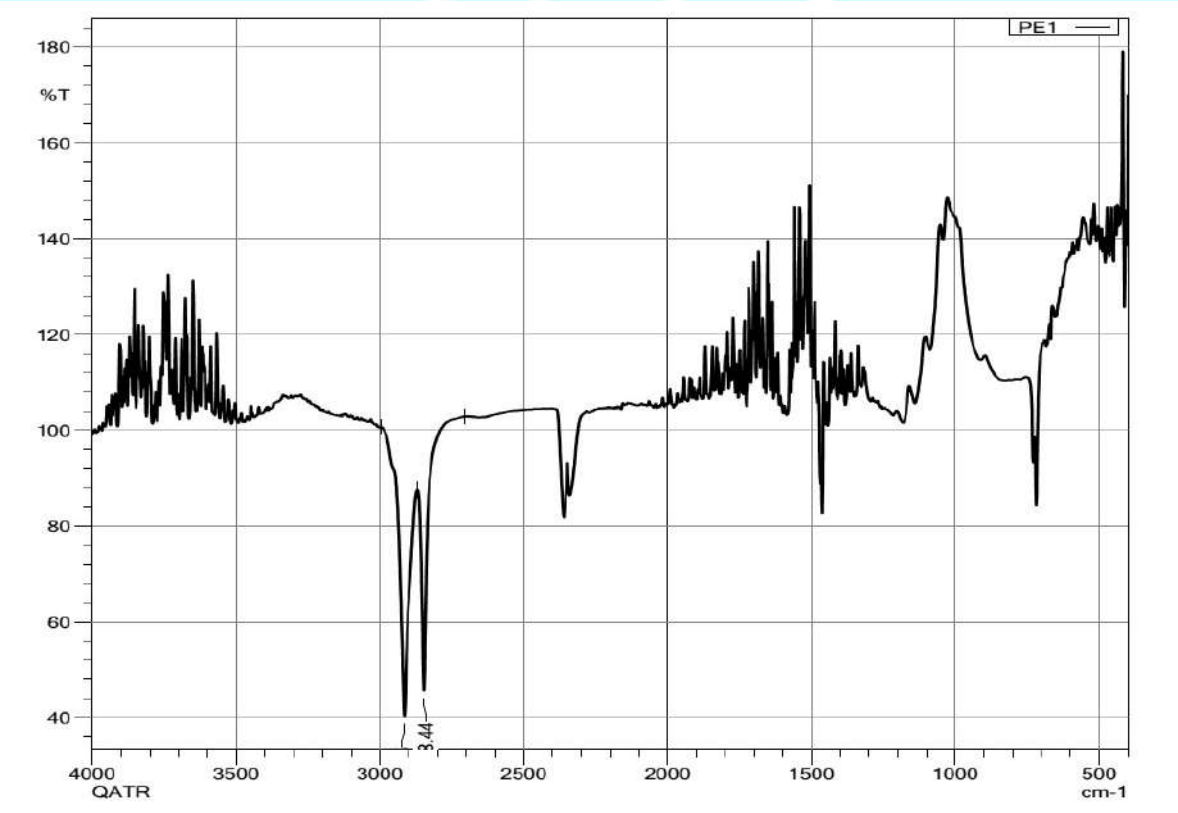
### 2.1. Tadqiqot ob’ektlari

Tadqiqotda quyidagi namunalar ishlatildi:

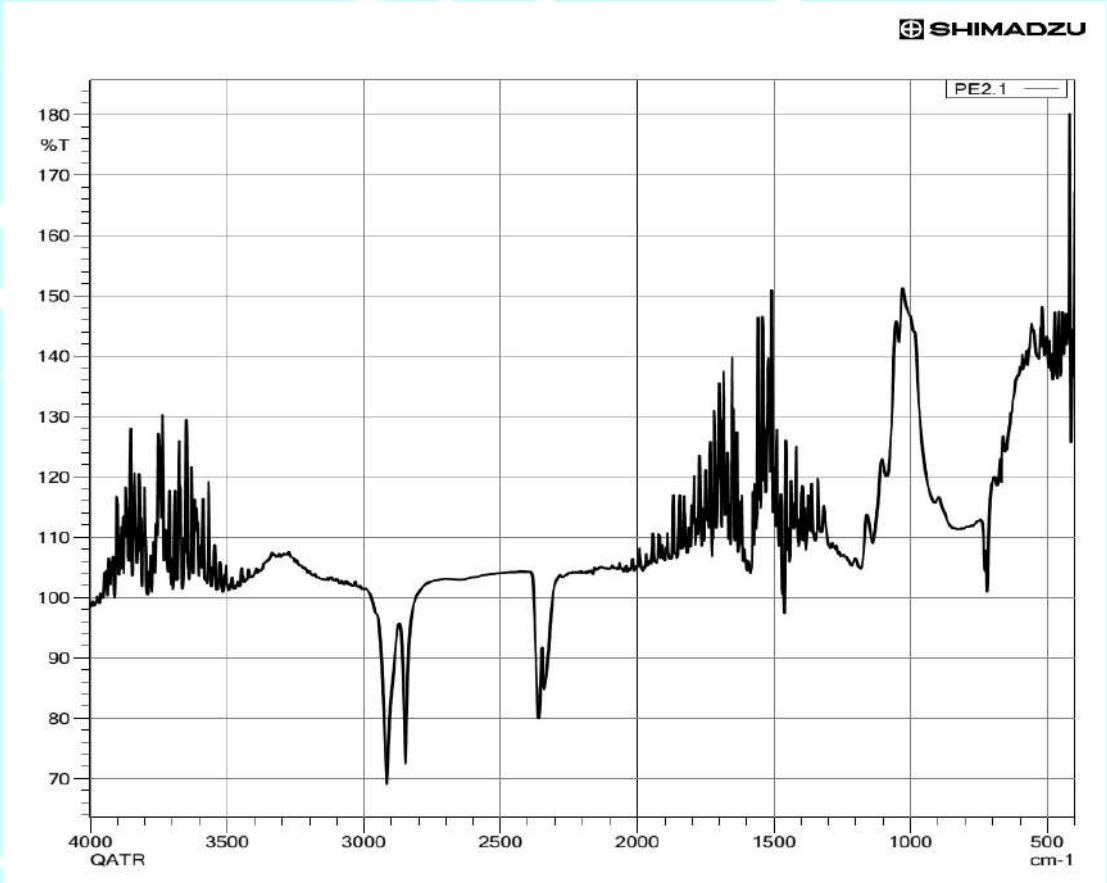
PE.1 – polietilen namunasi (PE1)



ISSN 3030-3907



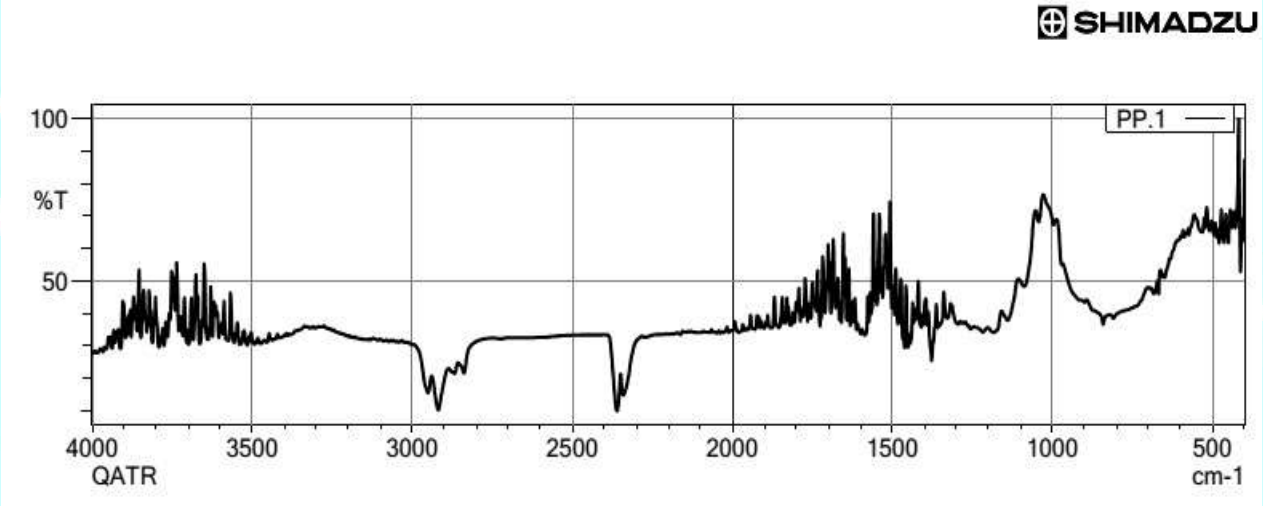

PE.2 – polietilen namunasi (PE2)




PP.1 – polipropilen namunasi (PP)



ISSN 3030-3907




## 2.2. FTIR tahlil sharoitlari

FTIR o‘lchovlar Shimadzu rusumli FTIR spektrometrida ATR (QATR) qo‘shimchasi yordamida amalga oshirildi. Tajriba sharoitlari quyidagicha:

O‘lchash rejimi: % Transmittans

ATR burchagi: 45°

Spektral diapazon: 4000–500 $sm^{-1}$

Spektral aniqlik (resolution): 4 $sm^{-1}$

Skanlar soni: 45

## 3. Natijalar va ularning muhokamasi

### 3.1. Polietilen (PE) namunalarining FTIR spektral tahlili

PE.1 va PE.2 namunalarining FTIR spektrlari polietilen uchun xos bo‘lgan klassik yutilish cho‘qqilarini namoyon etdi. Spektral tahlil natijalariga ko‘ra, 2915–2848 $sm^{-1}$ oralig‘idagi intensiv cho‘qqilar metilen (-$CH_2$-) guruhlarining asimmetrik va simmetrik cho‘zilish tebranishlariga tegishli bo‘lib, PE zanjirining asosiy uglevodorod skeletini ifodalaydi. 1470–1460 $sm^{-1}$ diapazonidagi signallar esa -$CH_2$- guruhlarining bukilish (scissoring) tebranishlari bilan bog‘liq.

1375 $sm^{-1}$ atrofida kuzatilgan nisbatan sust intensivlikdagi cho‘qqilar polietilen zanjirlarida mavjud bo‘lishi mumkin bo‘lgan -$CH_3$ guruhlarini, ya’ni zanjir uchlari yoki kam darajadagi tarmoqlanishni ko‘rsatadi. 730–720 $sm^{-1}$ oralig‘idagi rocking tebranishlari esa uzun -$(CH_2)n$- ketma-ketliklar mavjudligini tasdiqlab, polietilenning kristall fazaga ega ekanligini ko‘rsatadi. PE.1 va PE.2 spektrlari o‘rtasidagi kichik intensivlik farqlari namunalarning kristallanish darajasi yoki texnologik ishlov berish sharoitlari bilan izohlanadi.

### 3.2. Polipropilen (PP) namunasining FTIR spektral tahlili

PP.1 namunasining FTIR spektrida polipropilenga xos bo‘lgan bir qator aniq va intensiv cho‘qqilar kuzatildi. 2950–2838 $sm^{-1}$ oralig‘idagi signallar -CH va -$CH_3$ guruhlarining cho‘zilish tebranishlariga mos keladi. 1455 va 1375 $sm^{-1}$ dagi cho‘qqilar metil (-$CH_3$) guruhlarining bukilish tebranishlarini ifodalaydi va PP ning tarmoqlangan uglevodorod zanjirga ega ekanligini tasdiqlaydi.



ISSN 3030-3907

Shuningdek, 1167, 998 va 973 $sm^{-1}$ dagi yutilish cho‘qqilari izotaktik polipropilenga xos bo‘lib, uning yuqori darajadagi tartiblangan kristall strukturasini ko‘rsatadi. 840–810 $sm^{-1}$ oralig‘idagi signallar esa PP ning kristall fazasiga tegishli tebranishlar bilan bog‘liq. Spektrda karbonil (≈1700 $sm^{-1}$) yoki gidroksil (≈3300 $sm^{-1}$) guruhlariga xos cho‘qqilarning yo‘qligi PP namunasida sezilarli oksidlanish yoki termik degradatsiya jarayonlari sodir bo‘lmaganini ko‘rsatadi.

### 3.3. PE va PP namunalarining solishtirma strukturaviy tahlili

PE va PP spektrlari solishtirilganda, ularning asosiy farqi $-CH_2-$ va $-CH_3$ guruhlarining nisbiy intensivligi va joylashuvida namoyon bo‘ladi. PE spektrlari asosan metilen guruhlarining ustunligi bilan tavsiflanib, chiziqli yoki kam tarmoqlangan zanjir tuzilishini ko‘rsatadi. PP spektrida esa metil guruhlariga xos cho‘qqilar ancha aniq va intensiv bo‘lib, bu uning tarmoqlangan va stereoregulyar tuzilishga ega ekanligini tasdiqlaydi. Ushbu farqlar PE va PP asosidagi kompozitsion materiallarni loyihalash va ularning o‘zaro moslashuvchanligini baholashda muhim ahamiyat kasb etadi.

### 3.4. FTIR spektral cho‘qqilarining umumlashtirilgan jadvali

**1-jadval.**

**PE va PP namunalarining FTIR spektrlarida aniqlangan asosiy yutilish cho‘qqilari va ularning tavsifi**

| To’lqin soni($sm^{-1}$) | Tebranish turi | Funksional guruh | Polimer turi | Strukturaviy izoh |
|---|---|---|---|---|
| 2915-2848 | Cho’zilish | $-CH_2-$ | PE | Asosiy uglevodorod skeleti |
| 1470-1460 | Bukilish | $-CH_2-$ | PE | Metilen guruhlariga xos |
| 730-720 | Defarmatsion | $(-CH_2-)_n$ | PE | Kristall faza belgisi |
| 2950-2838 | Cho’zilish | $-CH,-CH_3$ | PP | Tarmoqlangan uglevodorod zanjiri |
| 1455 | Bukilish | $-CH_3$ | PP | Metil guruhlari |
| 1375 | Simetrik bukilish | $-CH_3$ | PP | Izotaktik tuzilma belgisi |
| 1167,998,973 | Skelet tebranishi | C-C | PP | Izotaktik PP kristall fazasi |
| 840-810 | Skelet tebranishi | C-C | PP | Kristall struktura |

### 4. Xulosa

FTIR spektroskopiya usuli yordamida PE.1, PE.2 va PP.1 polimer namunalarining kimyoviy tuzilishi muvaffaqiyatli tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki:



ISSN 3030-3907

❖Har ikkala polietilen namunasi (PE.1 va PE.2) klassik PE strukturasiga mos keladi;

❖ Polipropilen namunasi (PP.1) izotaktik PP ga xos spektral cho‘qqilarni namoyon etdi;

❖ Namunalarda kuchli oksidlanish yoki yangi funksional guruhlarning paydo bo‘lishi kuzatilmadi.

❖ Mazkur natijalar PE va PP asosidagi kompozitsion materiallar va qayta ishlangan polimer granulalar ishlab chiqarishda xomashyo sifatini baholash uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Coates J. Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach. Encyclopedia of Analytical Chemistry, Wiley, 2000.
2. Stuart B. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. Wiley, 2004.
3. Socrates G. Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies. Wiley, 2001.



ISSN 3030-3907