ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 7

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

POLIETILEN ISHLAB CHIQARISH CHIQINDISINING SUYUQ VA QATTIQ FRAKSIYALARINI IQ-SPEKTROSKOPIYA USULI BILAN TAVSIFI

Xayrulloyev Rizamat
Buxoro davlat texnika universiteti, tayanch doktorant
E-mail: rxayrulloyev@bstu.uz
Ostonov Firuz
Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent, texnika fanlari falsafa doktori

Annotatsiya. Ushbu maqolada polietilen ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan past molekulyar og‘irlikli chiqindining suyuq va qattiq (past molekulyar polimer) fraksiyalari IQ – spektofotemriyasi(IQ- infraqizil) usuli bilan o‘rganilgan. IQ - spektofotemriya usulida olingan spektrlar asosida har ikki fraksiya uchun asosiy funksional guruhlar aniqlangan va solishtirma tahlil o‘tkazilgan. Suyuq fraksiyada C=O guruh (1724 sm^{-1}), terminal olefin tebranishlari (987, 908, 887 sm^{-1}) va uzun zanjirli metilen guruhlari (2920, 2851 sm^{-1}) aniqlangan. Polimer vaks fraksiyasida esa C=O guruh yo‘qligi, ortorombik kristall fazaga xos 730/719 sm^{-1} dublet va 1473/1461 sm^{-1} metilen egilish tebranishlari qayd etilgan. Olingan natijalar GC-MS (GC-MS = Gaz xromatografiya — mass-spektrometriya) ma'lumotlari bilan muvofiqlashtirilib, har ikki fraksiyaning kolloid-kimyoviy qo‘llanilish salohiyati muhokama qilingan.

Kalit so‘zlar: IQ spektroskopiyasi, alfa-olefinlar, polimer vaks, polietilen chiqindisi, funksional guruh tahlili, kolloid kimyo.

Аннотация. В данной статье методом ИК-спектрофотометрии (ИК — инфракрасный) исследованы жидкая и твёрдая (низкомолекулярный полимер) фракции низкомолекулярных отходов производства полиэтилена. На основе ИК-спектров для обеих фракций идентифицированы основные функциональные группы и проведён сравнительный анализ. В жидкой фракции обнаружены карбонильная группа C=O (1724 $см^{-1}$), характеристические полосы поглощения терминальных олефинов (987, 908, 887 $см^{-1}$) и длинноцепочечных метиленовых групп (2920, 2851 $см^{-1}$). В спектре твёрдой фракции отсутствует полоса C=O, однако присутствуют дублет 730/719 $см^{-1}$, характерный для орторомбической кристаллической фазы полиэтилена, а также дублет деформационных колебаний CH_2 при 1473/1461 $см^{-1}$. Полученные результаты сопоставлены с данными ГХ-МС (ГХ-МС = газовая хроматография — масс-спектрометрия), и обсуждается коллоидно-химический потенциал обеих фракций.

Ключевые слова: ИК-спектроскопия, альфа-олефины, полимерный воск, отходы полиэтилена, анализ функциональных групп, коллоидная химия.

Abstract. In this study, the liquid and solid (low molecular weight polymer) fractions of low-molecular-weight by-products generated during polyethylene production were investigated by IR spectrophotometry (IR — infrared). Based on the IR spectra, the principal functional groups were identified for both fractions and a comparative analysis was carried out. The liquid fraction exhibits a carbonyl group C=O at 1724 cm^{-1}, characteristic absorption bands of terminal olefins at 987, 908 and 887 cm^{-1}, and long-chain methylene groups at 2920 and 2851 cm^{-1}. The solid fraction shows no C=O absorption; instead, a doublet at 730/719 cm^{-1} diagnostic of the orthorhombic crystalline phase of polyethylene and a CH_2 bending doublet at 1473/1461 cm^{-1} are observed. The results are correlated with GC-MS data (GC-MS = gas chromatography–mass spectrometry) and the colloid-chemical application potential of both fractions is discussed.

Keywords: IR spectroscopy, alpha-olefins, polymer wax, polyethylene waste, functional group analysis, colloid chemistry.

1. KIRISH.

Polietilen (PE) dunyoda eng ko‘p ishlab chiqariladigan polimerlardan biri bo‘lib, yiliga 100 million tonnadan ortiq miqdorda ishlab chiqariladi [1]. Ishlab chiqarish jarayonida, xususan Ziegler-Natta va metallosen katalizatorlari ishtirokida olib boriladigan past bosimli etilen polimerizatsiyasida, sezilarli miqdorda past molekulyar og‘irlikli yon mahsulotlar hosil bo‘ladi [2]. Bu chiqindilar odatda suyuq fraksiya va qattiq polimer vaks ko‘rinishida bo‘lib, utilizatsiya muammosini keltirib chiqaradi.

Zamonaviy yashil kimyo tamoyillariga ko‘ra, sanoat chiqindilarini yuqori qiymatli mahsulotlarga aylantirish muhim ilmiy va amaliy vazifadir [3]. Suyuq fraksiyani GC-MS usulida o‘rganish natijasida 50 dan ortiq organik birikma aniqlangan bo‘lib, ular orasida C_{10}–C_{22} qatoridagi chiziqli tuzilishga ega alfa-olefinlar, siklogeksan hosilalari, keton va aldegid guruhli birikmalar, shuningdek 1,2-diol birikmalar mavjud.

IQ spektroskopiyasi funksional guruhlarni tezkor va ishonchli aniqlash imkonini beruvchi usul bo‘lib, ATR(*ATR bu IQ spektroskopiyasining qulay va tezkor texnikasi*) texnikasi namunani maxsus tayyorlamasdan to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchash imkonini beradi [5, 6]. Ushbu tadqiqotning maqsadi — polietilen chiqindisining suyuq va qattiq vaks fraksiyalarini ATR-IQ usulida tavsiflab, keyingi kolloid-kimyoviy tadqiqotlar uchun spektroskopik asosiy ma'lumotnoma bazasini yaratish.

2. EKSPERIMENTAL QISM.

2.1. Namunalar

ISSN 3030-3907

Namuna 1 — Suyuq fraksiya: polietilen sexida hosil bo‘lgan monomolekulyar polimerdan ajratib olingan sariq rangli suyuqlik; GC-MS tahlilida 50 dan ortiq organik birikma aniqlangan.

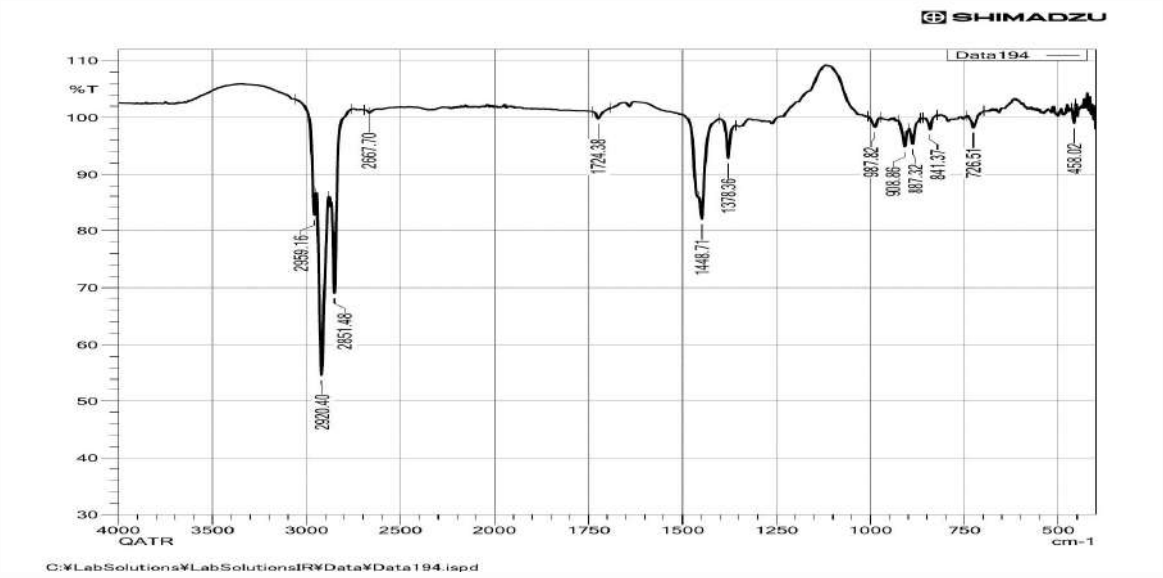
Namuna 2 — Polimer vaks: quyi molekulyar og‘irlikli polietilen asosli oq-sariq rangli qattiq modda; xona haroratida qattiq holda.

2.2. IQ-spektroskopiya sharoitlari

Spektrlar Shimadzu ishlab chiqarishidagi ATR-IQ spektrometrda olingan. O‘lchash to‘lqin soni diapazoni 4000–500 sm^{-1}, spektral ajratish qobiliyati 4 sm^{-1}, o‘lchashlar soni 20, matematik ishlov berish usuli — SqrTriangle apodizatsiyasi*(kvadrat uchburchak oyna funktsiyasi).* Suyuq namuna ATR kristalliga bevosita tomizildi. Qattiq fraksiya (past molekulyar og‘irlikli polietilen) namunasidan kichik bo‘lak olib, ATR kristali ustiga qo‘yildi va presslash vinti yordamida kristal bilan mustahkam kontakt ta'minlangach spektri olindi.

3. NATIJALAR VA MUHOKAMA.

3.1. Suyuq fraksiyaning IQ spektri



1-rasm. Suyuq fraksiyaning ATR-IQ spektri (Shimadzu QATR)

Suyuq fraksiya spektrida (1-rasm) 2920 va 2851 sm^{-1} dagi kuchli CH_2 absorbsiya tasmalari uzun zanjirli alifatik birikmalar mavjudligini ko‘rsatadi. 1724 sm^{-1} dagi C=O absorbsiyasi GC-MS da aniqlangan 2-dekanon va E-15-geptadeksenalni spektroskopik jihatdan tasdiqlaydi [7]. 987, 908 va 887 sm^{-1} dagi piklar terminal alfa-olefinlarning klassik belgisi bo‘lib, 1-dokosen, 1-geksadesen va 1-tetradesen-ni tasdiqlaydi [8]. 726 sm^{-1} dagi absorbsiya uzun $-(CH_2)_n-$ zanjirlarining sinxron deformatsion tebranishiga ($n \geq 4$) tegishli. 2667 sm^{-1} — aldegid C–H uchun Fermi rezonans tebranishi.

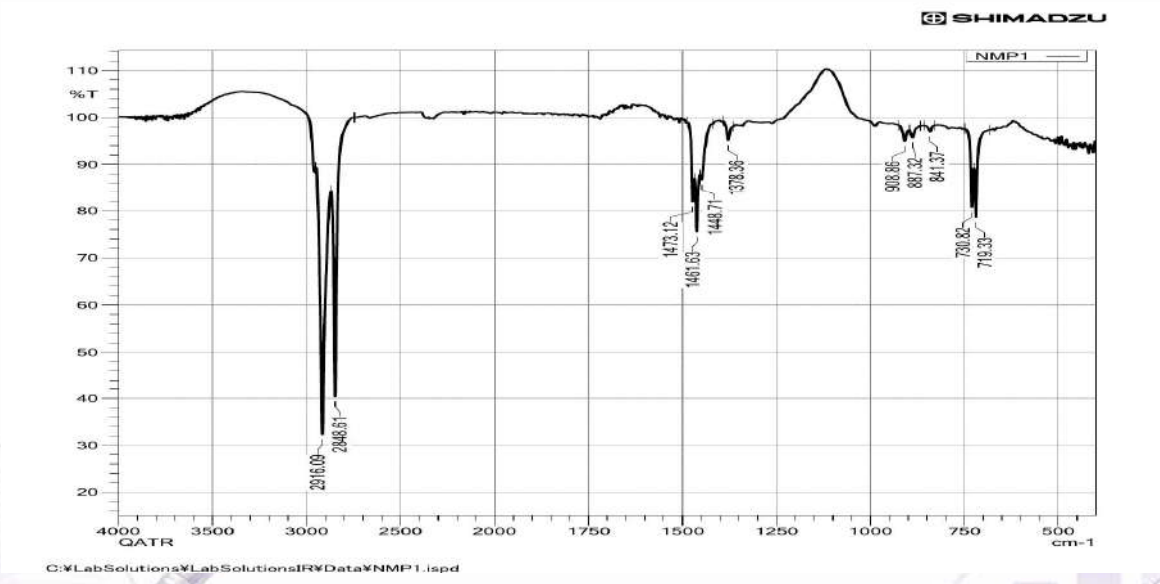
ISSN 3030-3907

1-jadval.

Suyuq fraksiyaning ATR-IQ spektridagi asosiy absorbsiya tasmalari

To‘lqin soni, sm^{-1}	Tebranish turi	Izohlash
2959	$\nu as CH_3$	Metil assimetrik cho‘zilishi
2920	$\nu as CH_2$ (kuchli)	Metilen assimetrik cho‘zilishi
2851	$\nu s CH_2$ (kuchli)	Metilen simmetrik cho‘zilishi
2667	Fermi rezonans	Aldegid C–H (geptadeksenal)
1724	$\nu C=O$	Keton/aldegid (2-dekanon, geptadeksenal)
1448	$\delta as CH_2$	Metilen egilish tebranishi
1378	$\delta s CH_3$	Metil simmetrik egilishi
987	δ=CH (trans-olefin)	Trans alfa-olefin tebranishi
908	$\gamma=CH_2$ (vinylidin)	Terminal $=CH_2$ guruh
887	$\gamma=CH_2$ (vinilidin)	Vinilidin tip olefin
841	γ=CH	Trisubstitutlangan olefin
726	ρCH_2 (zanjir)	Uzun $-(CH_2)_n-$ tebranishi, $n \geq 4$

3.2. Polimer vaks fraksiyasining IQ - spektri



2-rasm. Polimer vaks fraksiyasining ATR-IQ spektri (Shimadzu QATR)

Polimer vaks spektrida (2-rasm) 1724 sm^{-1} dagi C=O absorbsiyasi to‘liq yo‘q — bu fraksiyada keton yoki aldegid guruhlar mavjud emasligini ko‘rsatadi. 730 va 719 sm^{-1} dagi ikki komponentli dublet ortorombik kristall fazaga ega

ISSN 3030-3907

polietilanning klassik diagnostik belgisi hisoblanadi [10]. Bu dublet faqat tartibli kristall tuzilmada kuzatiladi. 1473 va 1461 sm^{-1} dagi CH_2 egilish tebranishlari dubleti ham kristall faza haqidagi xulosani tasdiqlaydi. CH_2 cho‘zilish tasmalari suyuq fraksiyaga nisbatan pastroq chastotada (2916/2848 vs 2920/2851 sm^{-1}) joylashgan, bu kristall muhitdagi tartibli CH_2 joylashishidan dalolat beradi [11].

2-jadval.

Polimer vaks fraksiyasining ATR-IQ spektridagi asosiy absorbsiya tasmalari

To‘lqin soni, sm^{-1}	Tebranish turi	Izohlash
2916	$\nu_{as}CH_2$ (kuchli)	Kristallik CH_2 assimetrik cho‘zilishi
2848	$\nu_{s}CH_2$ (kuchli)	Kristallik CH_2 simmetrik cho‘zilishi
1724 (yo‘q)	C=O (kuzatilmaydi)	Keton/aldegid guruh yo‘q
1473	δCH_2 (kristallik)	Ortorombik kristall faza belgisi
1461	δCH_2 (amorf)	Amorf/monoklin faza belgisi
1448	δCH_2	Aralash holat metilen tebranishi
1378	$\delta_s CH_3$	Metil egilishi
730	ρCH_2 (kristallik)	Ortorombik PE kristall fazasi — dublet I
719	ρCH_2 (kristalin)	Ortorombik PE kristall fazasi — dublet II

3.3. Ikki fraksiyani solishtirma tahlili

3-jadval.

Suyuq fraksiya va polimer vaks IQ spektrlarining solishtirmasi

Spektral belgi	Suyuq fraksiya	Polimer vaks
C=O (1724 sm^{-1})	Mavjud (o‘rtacha)	Yo‘q
Olefin tasmalari (987–841 sm^{-1})	Kuchli, bir nechta	Kuchsiz (841 sm^{-1})
CH_2 egilish mintaqasi	Bitta keng pik (1448)	Dublet (1473/1461)
Rocking mintaqasi	Bitta pik (726)	Dublet (730/719)

ISSN 3030-3907

CH_2 cho‘zilish holati	Amorf: 2920/2851	Kristalik: 2916/2848
Aldegid Fermi rezonans	Mavjud (2667 sm^{-1})	Yo‘q
Umumiy tuzilish	Amorf ko‘p komponentli	Qisman kristallik PE

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, suyuq fraksiya alfa-olefinlar, keton/aldegid va uzun zanjirli uglevodorodlar aralashmasi bo‘lib, kolloid emulsiya va surfaktant tizimlar tayyorlash uchun mos xom ashyo hisoblanadi. Polimer vaks esa asosan kristallik past molekulyar og‘irlikli polietilen bo‘lib, lyubrikant kompozitsiyalarida, qoplama va organogel tizimlarida qo‘llash imkoniyati mavjud.

4. XULOSA.

1. Polietilen ishlab chiqarish chiqindisining suyuq va qattiq vaks fraksiyalari ATR-IQ spektroskopiyasi usulida muvaffaqiyatli tavsiflandi.

2. Suyuq fraksiyada GC-MS bilan aniqlangan alfa-olefinlarning spektroskopik tasdiqlanishi (987, 908, 887 sm^{-1}) va keton/aldegid guruhlar (1724 sm^{-1}) aniqlandi.

3. Polimer vaks fraksiyasida 730/719 sm^{-1} dublet va 1473/1461 sm^{-1} dublet — ortorombik kristall fazaga xos polietilen belgisi sifatida qayd etildi.

4. Ikki fraksiya o‘rtasidagi asosiy farq C=O guruhining faqat suyuq fraksiyada mavjudligi va kristall tuzilmaning faqat polimer vaksda kuzatilishida namoyon bo‘ladi.

5. Olingan IQ ma'lumotlari fraksiyalar asosida kolloid tizimlar yaratish va ularning xossalarini o‘rganish bo‘yicha keyingi tadqiqotlar uchun asosiy spektroskopik ma'lumotnoma bazasini tashkil etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. PlasticsEurope. Plastics – the Facts 2023. Brussels, 2023. 48 p.
2. Albizzati E., Giannini U., Collina G. et al. Polypropylene handbook. Hanser, Munich, 1996. P. 11–111.
3. Anastas P.T., Warner J.C. Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford University Press, 1998. 152 p.
4. Griffiths P.R., de Haseth J.A. Fourier Transform Infrared Spectrometry. 2nd ed. Wiley, 2007. 560 p.
5. Mirabella F.M. (ed.) Internal Reflection Spectroscopy. Marcel Dekker, New York, 1993. 336 p.
6. Pavia D.L., Lampman G.M., Kriz G.S., Vyvyan J.R. Introduction to Spectroscopy. 5th ed. Cengage, 2015. 768 p.
7. Colthup N.B., Daly L.H., Wiberley S.E. Introduction to Infrared and Raman Spectroscopy. 3rd ed. Academic Press, 1990. 547 p.

ISSN 3030-3907

8. Lin-Vien D. et al. The Handbook of IR and Raman Characteristic Frequencies. Academic Press, 1991. 503 p.
9. Krimm S., Liang C.Y., Sutherland G.B.B.M. IR Spectra of High Polymers. II. Polyethylene // J. Chem. Phys. 1956. Vol. 25. P. 549.
10. Snyder R.G., Strauss H.L., Elliger C.A. C–H Stretching Modes of n-Alkyl Chains // J. Phys. Chem. 1982. Vol. 86. P. 5145–5150.

ISSN 3030-3907