ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 2

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 2

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.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

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

UDK 678.742

TARKIBIDA FOSFOR SAQLAGAN BIOPOLIMERLARNING TERMIK XOSSALARINI TADQIQ ETISH.

Muhitdinov Bahrom Baxodir o‘g‘li
FVV Ilmiy-innovatsion va sinov-tadqiqot instituti bo’lim boshlig‘i, PhD, k.i.x.
Berdiyev Sanjar Allanazarovich
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiqot instituti, katta ilmiy xodim,
Qarshiyev Ma’rufjon Tolipovich
Qarshi davlat texnika universiteti, DSc doktorant
Nurqulov Fayzulla Nurmuminovich
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiqot instituti, t.f.d, prof

Annotatsiya. Ushbu maqolada polietilen asosli polimerlarni fosfor va polivinil saqlovchi organik biomodifikatorlar bilan modifikatsiyalash texnologiyasi va modifikatsiyalangan materiallarning termik, morfologik va fizik-mexanik xossalarini o‘rganish natijalari tahlil qilindi. Tadqiqot davomida tarkibida fosfor saqlovchi kraxmal asosli biomodifikator bilan polivinilspirti modifikatsiyalandi. Sintez qilingan biomodifikator F-0220 markali polietilen modifikatsiyalandi va uning IQ, KI, usullari yordamida xossalari tahlil qilindi. Natijalarga ko‘ra, modifikatsiyalangan kompozit materiallar sof polietilenga nisbatan 18,5-27,8% gacha yong‘inbardoshligi yuqori ekanligi qayd etildi.

Kalit so‘zlar: polietilen, ammoniy polifosfat, polivinilspirt, kraxmal, biomodifikator, polietilen, IQ, kislorod indeksi.

Аннотация: В данной статье проанализирована технология модификации полимеров на основе полиэтилена фосфорсодержащими и поливинилосодержащими органическими биомодификаторами и результаты исследования термических, морфологических и физико-механических свойств модифицированных материалов. В ходе исследования поливиниловый спирт модифицировали фосфорсодержащим биомодификатором на основе крахмала. Синтезированный биомодификатор модифицирован полиэтиленом марки F-0220 и его свойства были проанализированы методами ИК, КИ. Результаты показали, что модифицированные композиционные материалы обладают более высокой огнестойкостью на 18,5-27,8% по сравнению с чистым полиэтиленом.

Ключевые слова: полиэтилен, полифосфат аммония, поливиниловый спирт, крахмал, биомодификатор, полиэтилен, ИК, кислородный индекс.

Abstract: This article analyzes the technology of modification of polyethylene-based polymers with phosphorus- and polyvinyl-containing organic biomodifiers and the results of studying the thermal, morphological and physicomechanical

ISSN 3030-3907

properties of modified materials. During the study, polyvinyl alcohol was modified with a phosphorus-containing starch-based biomodifier. The synthesized biomodifier F-0220 was modified with polyethylene and its properties were analyzed using IR, LOI, methods. According to the results, it was noted that the modified composite materials have a higher fire resistance of 18.5-27.8% compared to pure polyethylene.

Keywords: polyethylene, ammonium polyphosphate, polyvinyl alcohol, starch, biomodifier, polyethylene, IR,oxygen index.

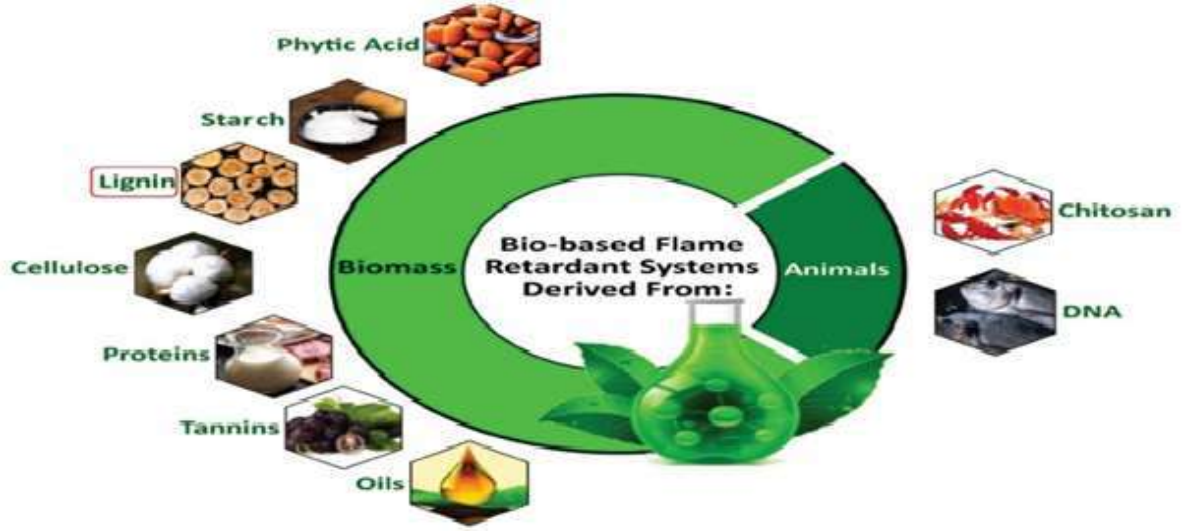
KIRISH.

Barqarorlik va atrof-muhit muammolari tufayli so'nggi yillarda yong'inga chidamlilikni yaxshilash uchun bio-asosli va qayta tiklanadigan polimerlar va qo‘shimchalardan foydalanish sezilarli darajada rivojlandi.Ushbu keltirilgan ma’lumotlar bioasosli termoplastik materiallarning issiqlikka chidamliligi haqida zamonaviy ma’lumotlarni taqdim etadi.Yong‘inga chidamli ikki xil bio-asoslilar mavjud: lignin, kraxmal, fitik kislota, sellyuloza, taninlar, oqsillar va yog‘lar kabi biomassadan hosil bo‘lgan va hayvonlar DNKsi va xitozandan olingan [1].(1-rasm).

ADABIYOTLAR TAHLILI. So‘nggi yillarda lignin polimerlarning yong‘inga chidamlililarini rag‘batlantirish kontekstida katta e’tiborni tortdi. Lignin yuqori issiqlik qarshiligiga ega, shuning uchun u yong‘inga chidamli qo‘shimcha sifatida katta imkoniyatlarga ega. Ko‘pgina tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, lignin yoki lignin hosilalaridan foydalanish polimer materiallarning mexanik va termal xususiyatlarini oshirishi mumkin. Ligninning polimerlar uchun olovga chidamli qo‘shimcha sifatida ta’sir qilish qobiliyati uning issiqlik barqarorligi va ko‘mir hosil qilish qobiliyatiga juda bog‘liqdir [2]. Ligninning turlari va manbalari ularning termal parchalanish xatti-harakatlariga bevosita ta’sir qiladi, bu odatda 160–500°C orasida birlamchi parchalanish harorati oralig‘i va 700°C haroratda termal barqaror mahsulot hosil qilishi bilan tavsiflanadi. Kraxmal yoki ligninning ammoniy polifosfat (APP) bilan birikmasi yong‘in bardoshlikni maqbul qiymatga (32% dan yuqori) kamaytiradi. Aromatik funktsional guruhlar turli xil termal xususiyatlarga ega bo‘lganligi sababli, ligninning termal degradatsiyasiga oid kuzatuvlar har xil harorat oralig‘ini qamrab oladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Asosiy bioasosli plastik materiallarning qisqacha ko‘rinishi quyidagi bo‘limlarda tasvirlangan.

ISSN 3030-3907



1-Rasm.Turli xil bio-asosli olovni to‘xtatuvchilar (hayvon va o‘simliklar)ning tashqi ko‘rinishi.

Atrof-muhitni muhofaza qilish bo‘yicha samaradorlikni oshishi, qayta tiklanmaydigan resurslarning tanqisligi va so‘nggi texnologik yutuqlar keng qo‘shimcha qiymatli yakuniy foydalanish uchun muhandislik xususiyatlariga ega bioasosli kompozitsiyalarni sanoat rivojlanishini kuchaytirdi[3-4].

Biokompozitlarda yong‘indan himoya qilishni yaxshilash uchun, odatda, ularning tarkibiga turli xil yong‘inga chidamli qo‘shimchalar kiritiladi, bu yomon yong‘in xususiyatlariga ega bo‘lgan biokompozitlarga yong‘inga qarshi ishlashning me’yoriy mezonlarini bajarishga imkon beradi va ularning qo‘llanilishi doirasini kengaytiradi.

Biologik parchalanish deganda murakkab organik moddalarning biologik almashinuv jarayoni orqali karbonat angidrid, metan, suv, minerallar va yangi biomassaga parchalanishi tushuniladi [5]. Bunga ma’lum mikroorganizmlarning, xususan bakteriyalar va zamburug‘larning fermentativ faolligi orqali erishiladi, ular dastlab plastmassa yuzasini kolonizatsiya qiladi va o‘ziga xos fermentlarning bioplyonkasini chiqaradi. Chiqarilgan fermentlar uzun polimer zanjirlarini qisqa zanjirli bo‘laklarga bo‘lib, ular hujayra devoridagi tunnel oqsillari orqali mikroorganizmning ichki qismiga o‘tkaziladi va u yerda metabolizatsiya qilinadi. Parchalanish jarayoni ko‘plab omillarga bog‘liq 1-jadvalga qarang.

1-Jadval.

Biologik parchalanishga asosiy ta’sir etuvchi omillari.

Fizik-kimyoviy sharoitlar	Materiallar xususiyatlari	Enzimatik ta’sirlar
Namlik/suv miqdori	Molyar massa	Mikroblarning faolligi
pH qiymati	Polimer kompozitsiya	Mikroblarning xilma-xilligi
Harorat	Hajmi, shakli va sirt maydoni	

ISSN 3030-3907

Kislorodning mavjudligi	Erish va suyuqlikka o‘tish harorati	Mikrob populyatsiyasining zichligi
Oziq moddalarning mavjudligi	Polimer kristalligi, Materialning qalinligi	
Redoks potentsiali	Qo‘shimchalar,to‘ldiruvchilar	

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Bu omillarni atrof-muhit, metabolizatsiya qilinadigan polimerning moddiy xususiyatlari va mavjud mikroorganizmlarning turi bilan belgilanadigan fizik-kimyoviy sharoitlarga bo‘lish mumkin. Agar sanab o‘tilgan barcha shartlar o‘lchangan va nazorat qilingan bo‘lsa, materialning parchalanishi haqida ishonchli ma’lumot berish va parchalanish jarayonlarini taqqoslash mumkin.

Olib borilgan tajribamiz davomida polietilen kraxmal polivinilspirt namunasi quyidagicha olib boriladi. Aralashtirgichli avtoklav, ekstruder, tarozi, chinni idish va mufelli pech ishlatiladi. 100 g kraxmal olinib, distillangan suvda eritiladi va F-0220 polietilen va kraxmalli PVS navbat bilan ekstruderga 3 xil massa nisbatida quyiladi (2-jadvalda keltirilgan). 110-120°C haroratda 1-1,5 soat aralashtiriladi va granulalar holiga keltiriladi. Keyingi bosqichda olingan granuladan 170-175^{0}C haroratda tahlil qilish uchun lopatka tayyorlanadi.

2-Jadval.

Kraxmal ammoniy polifosfat, (PE- K-APF-PVS) biopolimer tarkibi.

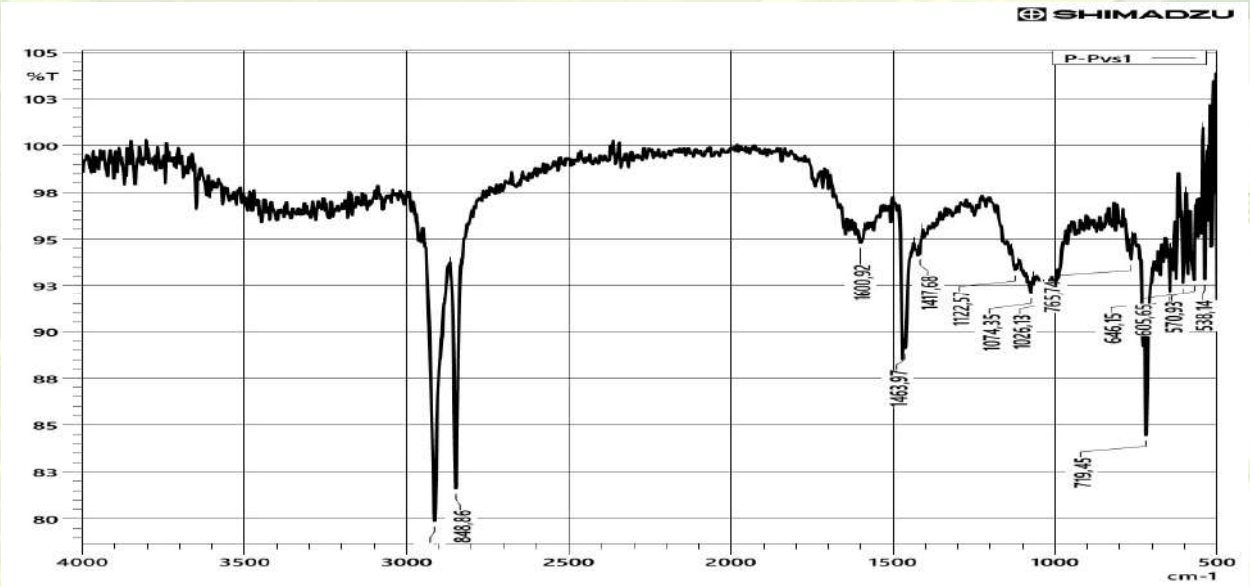
№	Namunalar tarkibi			Namuna og‘irligi,g
	PE	Kraxmal(APF)	PVS	
1.	67,5	27,5	5	1000
2.	57,5	37,5	5	1000
3.	47,5	47,5	5	1000

Tadqiqotlar davomida olingan biomodifikatorlar polietilen bilan jadvalda keltirilgan nisbatda polimer plyonka namunalari tayyorlandi.

Infraqizil spektroskopiyasi. Tajribada olingan polimer kompozit materiallarining polimer kompozitsiyasini tavsiflovchi bog‘lanishlar IQ-spektroskopiyasi yordamida o‘rganildi. Ushbu IQ spektroskopiyasi alkenlarda bog‘lanishlarining valent tebranishlari -C-H- guruhi 2916,37-2848,86 sm^{-1} sohada namoyon bo‘ladi. Aromatik xalqaga mos bo‘lgan valent tebranish 1600,92 sm^{-1} da ko‘rish mumkin. ν(C-C) valent tebranishi 1463,97,69 sm^{-1} da va alkenlarga xos bo‘lgan -CH-CH- 719,45 sm^{-1} da deformatsion tebranishining xarakterli yutilish chiziqlarini ko‘rish mumkin. Shu bilan birga murakkab efirlarga tegishli simmetrik va antisimmetrik valent tebranish 1074,35 sm^{-1} da namoyon bo‘ladi. Oddiy efirlarning C-O-C valent tebranish chiziqlari 1122,57sm^{-1}da ko‘rinadi. IQ-spektroskopiyada 1026,13 sm^{-1} da -C-O oddiy bog‘ga tegishli valent tebranish

ISSN 3030-3907

mavjud, kraxmalga tegishli bog‘langan R-OH guruhining deformatsion tebranishlari 646,15-765 sm^{-1} sohasida ko‘rinadi. 3-rasmda keltirilgan polietilen, kraxmal va PVS larga xos bo‘lgan yutilish chiziqlarini ko‘rish mumkin.



2-Rasm. PE- K-APF-PVS asoslangan kompozitning IQ-spektroskopiyasi.

Olingan polimer namunalarning kislorod indeksi. Yonuvchanlikni baholashda materialning **kislorod indeksi** (LOI — Limiting Oxygen Index) muhim parametr bo‘lib, u **ISO-4589-1** standarti asosida aniqlanadi. LOI qiymati material yonib turishi uchun zarur bo‘lgan **minimal kislorod foizi**ni ifodalaydi:

- **LOI < 21%** — material atmosferadagi (≈21% kislorod) sharoitda oson yonadi → yuqori yonuvchanlik.
- **LOI > 21%** — materialning yonish sharoiti qiyinlashadi → yong‘inga chidamlilik oshadi.

Bu parametr termoplastik kompozitsiyalarning yong‘inga chidamliligini qiyoslashda ishonchli indikator sifatida xizmat qiladi.

Poliolefinlar va ularga asoslangan qurilish materiallarining asosiy kamchiliklari past haroratga chidamliligi va yong‘in xavfining oshishi hisoblanadi. Ular yonuvchan materiallarga tegishli bo‘lib, ularning parchalanishi koks qoldig‘ini shakllantirmasdan davom yetadi: F-0220 markali polietilen bilan modifikatsiyalangan biomodifikatorlarning kislorod indeksi tahlil qilinganda biomodifikatorlar (30-50%) polietilen bilan modifikatsiyanganda yong‘inbardoshligi oshganligini ko‘rishimiz mumkin. 3-jadvalga qarang.

3-Jadval

Polietilen va modifikatsiyalangan polietilen namunalarining kislorod indeksi ko‘rsatkichlari

№	Namunalar tarkibi	ISO-4589-1 ga asosan alanga	Yonish uchun ketgan vaqt, sek.

ISSN 3030-3907

		ning tarqalish indeksi, KI %	
1	PE:K-APF-PVS	25,9	321
2	PE:K-APF-PVS	26,9	350
3	PE:K-APF-PVS	27,8	365
4	Polietilen F-0220	18,5	115
5	Polietilen paket	22,8	188

Kislorod indeksinini aniqlash jarayonida *F-0220* markali polietilen (4-namuna) eng past LOI qiymatiga ega — 18,5%, bu LOI atmosferadagi kislorod foizidan past bo‘lib, modifikatorsiz polietilenning havoda oson yonuvchan ekanligini ko‘rsatadi. Yonish boshlangandan keyin vaqt faqat 115 s bo‘lgan, bu esa yong‘in jarayonining tez davom etishidan dalolat beradi. *5-namuna* (polietilen paket) LOI qiymati 22,8% bo‘lib, bu sof F-0220 ga nisbatan ancha yuqori. Biroq, bu qiymat hali ham 25% atrofidagi xavfsiz deb hisoblanadigan chegaradan past bo‘lib, o‘rtacha yong‘inga chidamlilikni ko‘rsatadi. Yonish vaqti 188 s bo‘lib, bu ham modifikatsiyalangan namunalar bilan solishtirganda ancha past.*1–3-namunalar* — PE:K-APF-PVS kompozitsiyalari — LOI qiymati 25,9–27,8% diapazonda. Bu modifikator qo‘shish natijasida LOI sezilarli ortganini bildiradi.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Bu natijalar shuni ko‘rsatadiki, biomodifikator polietilenning yong‘inga chidamliligini sezilarli oshiradi. Yonuvchanlikni pasaytiradi va yonish jarayonini sekinlashtiradi. Termal barqarorlikni oshiradi. Sof polietilen F-0220 past LOI bilan yuqori yonuvchan material sifatida xarakterlanadi.Polietilen paket materiali LOI jihatidan yaxshiroq bo‘lsada, yong‘in xavfsizligi talablarini to‘liq qondirmaydi.

Biomodifikator bilan modifikatsiya qilingan polietilenlarning LOI qiymati sezilarli oshganligi va yonish vaqtlari uzayganligi ularning yong‘inga chidamliligini yaxshilashini isbotlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Vahabi, H.; Laoutid, F.; Mehrpouya, M.; Saeb, M.R.; Dubois, P. Flame retardant polymer materials: An update and the future for 3D printing developments. *Mater. Sci. Eng. R Rep.* 2021, *144*, 100604. [CrossRef]

2. Kubo, S.; Kadla, J.F. The Formation of Strong Intermolecular Interactions in Immiscible Blends of Poly(vinyl alcohol) (PVA) and Lignin. *Biomacromolecules* 2003, *4*, 561–567. [CrossRef]

3. Mandlekar, N.; Cayla, A.; Rault, F.; Giraud, S.; Salaün, F.; Malucelli, G.; Guan, J.-P. *An Overview on the Use of Lignin and Its Derivatives in Fire Retardant Polymer Systems*; IntechOpen: London, UK, 2017.

4. Brebu, M.; Tamminen, T.; Spiridon, I. Thermal degradation of various

ISSN 3030-3907

lignins by TG-MS/FTIR and Py-GC-MS. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* **2013**, *104*, 531–539. [CrossRef]

5. Brodin, I.; Sjöholm, E.; Gellerstedt, G. The behavior of kraft lignin during thermal treatment. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* **2010**, *87*, 70–77. [CrossRef]

6. Каршиев М.Т., Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т. исследование свойств биоразлагаемого полимерного композита, модифицированного олигомерами, содержащими азот и фосфор // universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2023. 3(105). url: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/15084.

ISSN 3030-3907