

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

3-2024

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

F.B.Eshqurbonov, A.X.Raximov, X.X.Xudoyqulov, M.R.O'ralova Tuproqlarda uchraydigan organik uglerod miqdorini "Walkley-black" usuli yordamida aniqlash	130
Sh.B.Mamatova, M.J.Qurbanov Ikkilamchi polietilen chiqindisi asosidagi polimer kompozitsion materiallarning zichligini gidrostatik tortish usulida o'rganish	135
H.I.Fayzullov, I.I.Mamadoliyev, M.X.Aripova Ochistka prirodnogo gaza ot serovodорода сорбентами на основе цеолита	140
M.T.Rasulov, S.B.Murodova Olovga chidamli qoplama materiallarining zamonaviy holati, maqsadi va rivojlanish tendentsiyalari.....	146
G.A.Abdullayeva, S.C.Murodov, Sh.Sh.Daminoва, Sh.Sh.Turgunboev Синтез и исследование комплексного соединения Zn(II) с 2-меркаптобензтиазолом	153
M.E.Ziyadullayev, R.K.Karimov, S.X.Adilboyev 2-almashgan 3(h)-xinazolin-4-on hosilalari sintezi va ularni nitrolash reaksiyalari	161
H.R.Rahimova, A.A.Ibragimov <i>Phlomis speciosa</i> o'simligining mikroelementlar tarkibi va vitaminlari.....	168

BIOLOGIYA

M.T.Isag'aliyev, G.Yuldashev, M.V.Obidov, D.E.Djurayeva, T.X.Shermatov Bo'z tuproqlar va tabiiy dorivor o'simliklarda elementlar biogeokimyosi.....	173
Z.A.Jabbarov, N.Sh.Sultonova Fitoremedatsiya qobilyatiga ega o'simliklar va ularning turlari	180
M.R.Shermatov Farg'ona vodiysi agroekotizimlari tangachaqanotli hasharotlarining rivojlanish sikllari va fenologik xususiyatlari	185
S.M.Xaydarov, J.G'.Raximov Mikrosuvu'klarini – tabiiy ozuqa manbai sifatida baholash	192
G.M.Zokirova Janubiy Farg'ona hududi koksineid qo'ng'izlari (<i>Coleptera: Coccinellidae</i>) ning bioekologiyasi	201
D.P.Jabborova, Z.A.Jabbarov, M.Dustova Bamiya barglaridagi plastid pigmentlar miqdoriga biochar va mineral o'g'itlarning ta'siri	205
Z.A.Jabbarov, T.Abdraxmanov, Sh.Z.Abdullayev, D.A.Yagmurova Qurg'oqchilik omili ta'sirida tuproq unumdorlik ko'rsatkichlarining o'zgarishi.....	211
M.R.Shermatov, M.M.Muhammedov Farg'ona vodiysi agroekotizimlari bargo'rar kapalaklari (<i>Lepidoptera, Tortricidae</i>).....	221
I.I.Musayev, A.T.Turdaliyev Sug'oriladigan och tusli bo'z tuproqlarda makroelementlarning geokimyoviy xususiyatlari	227
S.Sh.Axmadjonova Farg'ona vodiysi sharoitida no'xat donxo'ri (<i>Bruchas pisorum</i> L.)ning ayrim biologik xususiyatlari va zarar keltirishi.....	231
E.A.Botirov <i>Agrotis obesa</i> Boisduval, 1829 kapalagining (<i>Lepidoptera: Noctuidae</i>) morfologiyasi va bioekologik xususiyatlari	234
H.X.Salimova Buxoro viloyati G'ijduvon tumani sug'oriladigan tuproqlarining tarkibi va xossalari	239

GEOGRAFIYA

R.T.Pirnazarov, Sh.N.Axmadjonova O'rta Osiyo to'g'onli ko'llarining geografik tarqalishi va ularning xavflilik darajasini baholash masalalari	246
K.O.Daljanov, Sh.B.Qurbanov Qoraqalpog'iston Respublikasi qishloq xo'jaligi va uni rivojlantirish imkoniyatlari	254
A.A.Xalmirzayev, U.T.Egamberdiyeva Mintaqa qishloq xo'jaligini rivojlantirish istiqbollari	260



UO'K: 66(045)

IKKILAMCHI POLIETILEN CHIQINDISI ASOSIDAGI POLIMER KOMPOZITSION MATERIALLARNING ZICHLIGINI GIDROSTATIK TORTISH USULIDA O'RGANISH**ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ ГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ВЕСОВЫМ МЕТОДОМ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ОТХОДОВ****RESEARCH OF THE DENSITY BY HYDROSTATIC WEIGHT METHOD OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS BASED ON RECYCLED POLYETHYLENE WASTE****Mamatova Shahnoza Berdiqobilovna¹** ¹Qarshi davlat universiteti doktoranti**Qurbanov Mingniqul Jumagulovich²** ²Qarshi davlat universiteti, kimyo fanlari nomzodi, dotsenti**Annotatsiya**

Ushbu maqolada past bosimli polietilen chiqindilarini ikkilamchi qayta ishlash asosida polimer kompozitsion materiallar olish va uning fizik-mexanik xossalari o'rganish nazarda tutilgan. Polimer kompozitsion materiallar olishda kimyoviy bog'lovchilar va modifikatorlar sifatida oltingugurt elementi va melamin foydalanilgan. Kompozitsion materialning olovga bardoshlilikini oshirish maqsadida alyuminiy oksidi komponent sifatida qo'shilgan. Hosil qilingan polimer kompozitsion materialning miqdoriy nisbatlari topilgan. Olingan polimer kompozitsion materialning realogik xossalardan biri bo'lgan zichligi gidrostatik tortish usuli yordamida aniqlangan. Olingan natijalarga ko'ra ikkilamchi polietilen tarkibiga kiritilgan komponentlar polimer kompozitsion materiallar zichligini oshiradi. Zichlikning ortishi esa polimer kompozitsion material tarkibiga kiritilgan komponentning miqdori, tarkibi, tuzilishi va xossalari bilan davriy ravishda bog'liqligi aniqlandi. Olingan natijalarga ko'ra polimer kompozitsion material tarkibiga kiritilgan komponentlar miqdoriy nisbatlarining ortishi polimer kompozitsion materiallar zichligining parallel ravishda ortishiga olib kelishi aniqlandi. Chunonchi ikkilamchi polimer chiqindisi tarkibiga kiritilgan komponentlar o'zlarining xossalari bo'yicha polimer matritsasi tarkibida geterogen fazalarning vujudga kelishiga sababchi bo'ladi. Biroq chiziqli tuzilishga ega bo'lgan ikkilamchi polietilen chiqindisi tarkibiga kiritilgan elementar oltingugurt va melamin moddalari polimer kompozitsion materialning asosini tashkil etuvchi chiziqli ikkilamchi polietilen matritsasi bilan kimyoviy bog'lar hosil qilib birikishi kuzatiladi.

Аннотация

В данной статье предусмотрено получение полимер композиционных материалов на основе вторичной переработки отходов полиэтилена низкого давления и изучение его физико-механических свойств. Элементарная сера и меламин используются в качестве химических связующих и модификаторов при производстве полимерных композиционных материалов. С целью повышения огнестойкости композиционных материалов, в качестве компонента добавили оксид алюминия. Установлены количественные соотношения получаемых полимерных композиционных материалов. Плотность, являющаяся одной из реологических характеристик полученных полимерных композиционных материалов, определялась методом гидростатического взвешивания. Согласно результатам, компоненты, входящие в состав вторичного полиэтилена, повышают плотность полимерных композиционных материалов. Установлено, что увеличение плотности периодически связано с количеством, структурой и свойствами компонента, входящего в состав полимерного композиционного материала. По полученным результатам установлено, что увеличение количественного соотношения компонентов, входящих в состав полимерного композиционного материала, приводит к параллельному увеличению плотности полимерного композиционного материала. Компоненты, входящие в состав вторичных полимерных отходов, по своим свойствам создают образование гетерогенных фаз в составе полимерной матрицы. Однако наблюдается образование химических связей с линейной вторичной полиэтиленовой матрицей, которая является основой полимерного композиционного материала.

Abstract

This article provides for the production of polymer composite materials based on the recycling of low-density polyethylene waste and the study of its physical and mechanical properties. Elemental sulfur and melamine are used as chemical binders and modifiers in the production of polymer composite materials. In order to increase the fire resistance

of composite materials, aluminum oxide was added as a component. The quantitative relationships of the resulting polymer composite materials have been established. Density, which is one of the rheological characteristics of the obtained polymer composite materials, was determined by the method of hydrostatic weighing. According to the results, the components included in recycled polyethylene increase the density of polymer composite materials. It has been established that the increase in density is periodically associated with the quantity, structure and properties of the component included in the polymer composite material. Based on the results obtained, it was established that an increase in the quantitative ratio of the components included in the polymer composite material leads to a parallel increase in the density of the polymer composite material. The components included in the composition of secondary polymer waste, due to their properties, create the formation of heterogeneous phases in the composition of the polymer matrix. However, the formation of chemical bonds with the linear secondary polyethylene matrix, which is the basis of the polymer composite material, is observed.

Kalit soʻzlar: past bosimli ikkilamchi polietilen, polimer kompozitsion material, zichlik, polimer-modifikator, polimer-toʻldiruvchi, bogʻlovchi, gidrostatik tortish usuli, melamin, modifikatsiyalangan oltingugurt.

Ключевые слова: полиэтилен низкого давления, полимер композиционные материалы, плотность, полимер-модификатор, полимер-наполнитель, связывающий, гидростатический гравитационный метод, меламин, модифицированная сера.

Key words: low-density polyethylene, polymer composite materials, density, polymer-modifier, polymer-filler, binder, hydrostatic gravity method, melamine, modified sulfur.

KIRISH

Poliolifenlar assortimentini kengaytirish, maqsadli yoʻnalishlarda modifikatsiyalash orqali ularning texnologik va ekspluatatsion xossalarini yaxshilash va qiyin sharoitlarda polimer materiallarning ekspluatatsiya qilinishi mumkin boʻlgan yangi materiallar olish imkonini beradi. Hozirgi kundagi zamonaviy talablar va muammolarni yechishda birinchi navbatda polimer materiallarini modifikatsiyalashning yangi bosqichlarini yaratish zarur boʻladi. Buning uchun polimer-modifikator, polimer-toʻldiruvchi orasidagi chegaralararo fazalardagi bogʻlanishlarning mustahkamligini kuchaytiruvchi samarali qoʻshimchalar va bogʻlovchilar qoʻshish orqali amalga oshiriladi. Yangi zamonaviy talablarga mos kompozitsion materiallarni tayyorlashda zaruriy fizik-mexanik xossalariga erishish uchun, birinchi navbatda, mustahkam fizik-kimyoviy bogʻlanishlar hosil qiluvchilarni kiritish va ikkinchidan, kiritilayotgan komponentlarning polimer matritsada bir xil tarqalishiga erishish lozim boʻladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Hozirgi kunda bir martalik polietilen qadoqlaridan foydalanish natijasida chiqayotgan polietilen chiqindi mahsulotlari oʻzining birlamchi xossalarini yoʻqotsada, biroq ushbu materiallar kimyoviy xossasi jihatidan katta oʻzgarishlarga uchramaydi va u unchalik eskirgan hisoblanmaydi. Ushbu chiqindilarni utilizatsiya qilish va undan xalq xoʻjaligining turli sohalarida foydalanish mumkin boʻlgan tovar mahsulotlariga aylantirish iqtisodiy jihatdan juda katta samara keltiradi.

Polietilen mahsulotlari chiqindilarini ikkilamchi qayta ishlashda samaradorlik nafaqat uni qayta ishlash texnologiyasiga bogʻliq boʻlmasdan, balki qayta ishlash jarayoniga jalb etilayotgan polimer materialining sifatiga, kimyoviy tarkibi jihatidan bir xilligiga, ifloslantiruvchi mexanik va organik qoʻshimchalarning miqdori, zaharlilik darajasiga ham bogʻliq ekanligi toʻgʻrisidagi maʼlumotlar ham koʻrsatib oʻtilgan [1].

Polimer mahsulotlarini kimyoviy qayta ishlash usuli polimer materiallar chiqindilari muammosini yechishning eng rivojlangan va global yechimlaridan biridir. Ushbu keng qamrovli atama yaʼni kimyoviy qayta ishlash turli xil mahsulotlarga olib keladigan bir nechta texnologiyalarni oʻz ichiga oladi. Shunga qaramay, plastik chiqindilar hajmining jadal oʻsishi ushbu texnologiyalarni yanada rivojlantirish, optimallashtirish va tijorat maqsadlarida foydalanish uchun imkoniyatlarni oshirish lozimligini talab etadi [2].

Ayrim muallif [3]lar oʻz ilmiy ishlarida polietilening polipropilen, etilening propilen bilan sopolimeri ishtirokidagi polimer kompozitsion materiallarning reologik xossalarini oʻrganishda piknometrik usuldan foydalanganligi va ushbu usul polimer kompozitsion materiallarning zichligini aniqlashda ancha ijobiy natijalar berishi mumkinligini aytib oʻtishgan. Bundan tashqari ayrim ilmiy maqolalarda ikkilamchi polietilenni qayta ishlash orqali plastifikatsiyalangan polimer mahsulotlari olish haqidagi ilmiy ishlar yoritilgan [4]. Shuningdek, ayrim tadqiqot ishlarida birlamchi polimer mahsulotlari bilan modifikatsiyalangan polimer mahsulotlarining xossalari solishtirilgan va polietilen qoldiqlarini birlamchi polietilenga qoʻshish orqali olingan mahsulotning xossalarida yuqori harorat taʼsirlariga chidamliligi sezilarli darajada yaxshilangan mahsulotlar hosil qilinganligi keltirilgan [5].

KIMYO

Past bosimli ikkilamchi polietilen kompozitsion materiallarning zichligini aniqlash DavST 15139-69 Plastmassalarning "Zichlikni aniqlash usuli» (hajmiy massa) talablari asosida aniqlandi [6]. Odatda plastinka shaklidagi plastmassalarning zichligi quyidagi usullar bilan aniqlanadi: og'irligi va hajmi bo'yicha o'lchash va tortish, gidrostatik tortish, piknometr yordamida aniqlash, flotatsiya va darajalarga bo'lingan idish yordamida gradiyent quvurlar usulida aniqlash mumkin. Past bosimli ikkilamchi polietilen kompozitsiyalarining zichligi Sho'rtan gaz kimyo majmuasi laboratoriyasidagi *Avtomatik dekseometr* (Model D-H) qurilmasi yordamida o'rganildi. Tadqiqot uchun olingan namunalarning zichligini aniqlash yuqoridagi DavST 15139-69 bo'yicha "Gidrostatik tortish usuli" da aniqlandi. Bu usulning mohiyati – bir xil hajmdagi sinalayotgan modda va ma'lum zichlikka ega bo'lgan ishchi suyuqlikning hajmi bo'yicha taqqoslab tortishdan iborat. Ushbu tadqiqot ishida ishchi suyuqlik sifatida distillangan suvdan foydalanildi.

NATIJA VA MUHOKAMA

Tadqiqotning asosiy maqsadi past bosimli polietilen chiqindilarini ikkilamchi qayta ishlash asosida polimer kompozitsion materiallar olish va uning fizik-mexanik xossalarini o'rganishga qaratilgan. Polietilen chiqindilarni ratsional ravishda utilitatsiya qilish va undan xalq xo'jaligining turli sohalarida foydalanish mumkin bo'lgan tovar mahsulotlariga aylantirish nazarda tutilgan.

Past bosimli ikkilamchi polietilen chiqindisi asosida polimer kompozitsion material olish uchun, ikkilamchi polietilen chiqindisi saralab olindi va yuvib tozalandi. Saralangan ikkilamchi polietilen chiqindisi mexanik tarzda mayda bo'laklarga ajratildi. Aralastirgich va termometr bilan jihozlangan maxsus qurilmaga 50 g saralangan past bosimli ikkilamchi polietilen joylandi va 0,5 soat davomida 100 °C haroratgacha qizdirildi. Shundan so'ng elementar oltingugurtdan 1 g va melamin moddasidan 1 g miqdorida olinib yaxshilab havonchada maydalandi. Qurilmadagi ikkilamchi polietilen ustiga asta sekinlik bilan aralastirib turilgan holda oltingugurt va melamin aralashmasi qo'shildi. So'ngra aralashmaning harorati 115-140 °C haroratgacha yetkazildi. Aralastirish jarayoni ayni shu haroratda gomogen aralashma hosil bo'lguncha 1 soat davomida olib borildi va sovitildi. Olingan kompozitsion materialdan maxsus plastinkalar tayyorlash Sho'rtan gaz kimyo majmuasi laboratoriyasida amalga oshirildi. Sho'rtan gaz kimyo majmuasi laboratoriyasidagi maxsus press qolipga 1,3-1,5 g og'irlikdagi kompozitsion material namunalari solinib, qalinligi 2 mm bo'lgan plastinka ko'rinishiga keltirildi. Ushbu plastinka shakliga keltirilgan namunalarning massasi (m_1) analitik tarozida 0,0002 g aniqlikda o'lchab olindi. So'ngra, tarozi pallasiga joylashtirilgan ishchi suyuqligi (distillangan suv) bilan to'ldirilgan stakanga xona haroratida tekshirilayotgan namuna diametri 0,04-0,06 mm bo'lgan ingichka mis sim yordamida tarozi shayniga osib qo'yildi. Keyinchalik namuna suv bilan to'ldirilgan stakanga to'liq botguncha tushirildi. Namunaning mis sim bilan suvga botib turgandagi massasi (m_2) o'lchandi. Tortish natijalariga asoslanib hajmi namuna hajmiga teng bo'lgan ma'lum zichlikdagi suyuqlik massasi (m_4) quyidagi formula orqali topildi:

$$m_4 = m_1 - (m_2 - m_3),$$

bu yerda: m_1 – namunaning havoda o'lchangan massasi (g); m_2 – namunaning mis sim bilan suyuqlik ichida o'lchangan massasi (g); m_3 – mis simning suyuqlik ichida o'lchangan massasi (g).

Tekshirilayotgan namunaning xona haroratidagi zichligi (ρ_1) g/sm³ hisobida quyidagi formula orqali topiladi:

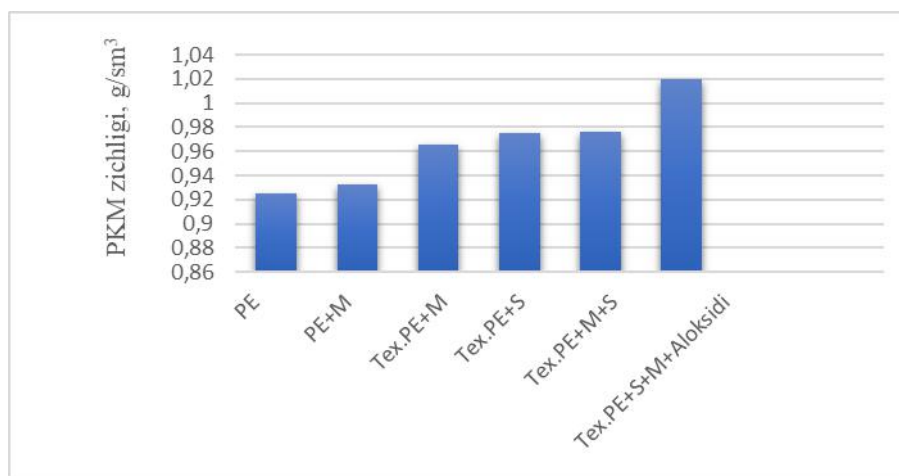
$$\rho_t = \frac{m_1}{m_4} * \rho_c$$

Tadqiqot uchun tanlangan past bosimli ikkilamchi polietilen kompozitsiyalarining tajriba natijalari bo'yicha olingan o'rtacha arifmetik qiymatlari hisoblab topildi va olingan natijalar butun sondan keyingi to'rt xonali songacha aniqlikka keltirildi. Olingan natijalar quyidagi 1-jadvalda umumlashtirildi.

Ikkilamchi polietilen asosidagi kompozitsion material namunalarning zichlik qiymatlari

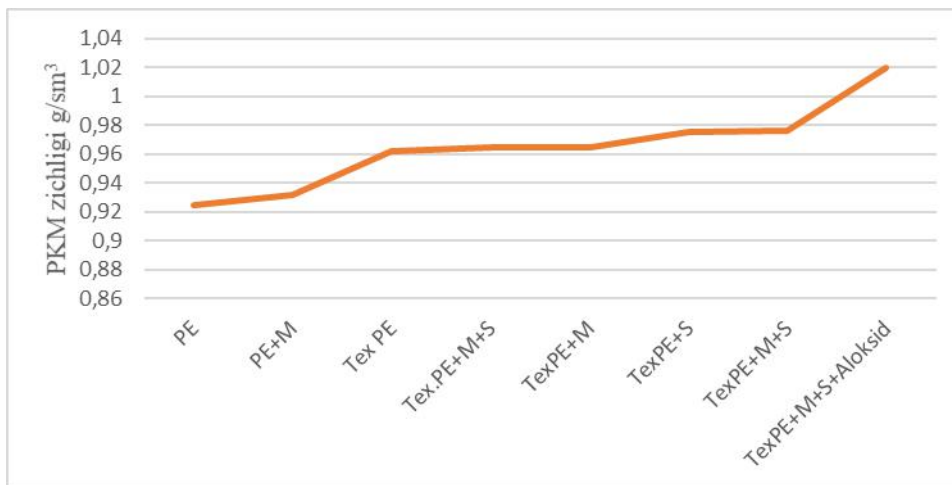
Tartib raqami	Polietilen kompozitsiyasi tarkibi	Tarkibi (poletilen :modifikator), (g)	DavST-15139-69 bo'yicha kompozitsiyalar zichligi (g/sm ³)
1	Ikkilamchi polietilen		0,9246
2	Ikkilamchi polietilen +melamin	50:5	0,9320
3	Texnik uglerodli ikkilamchi polietilen		0,9617
4	Texnik uglerodli ikkilamchi polietilen + melamin + oltingugurt	50:1:1	0,9644
5	Texnik uglerodli ikkilamchi polietilen + melamin	50:1	0,9650
6	Texnik uglerodli ikkilamchi polietilen + oltingugurt	50:5	0,9750
7	Texnik uglerodli ikkilamchi polietilen + melamin + oltingugurt	50:1:5	0,9762
8	Texnik uglerodli ikkilamchi polietilen + alyuminiy oksidi + oltingugurt + melamin	40:10:5:1	1,020

Yuqoridagi 1-jadvalda keltirilgan sakkizta namunalarning olingan natijalari asosida shuni aytish mumkinki, tarkibiga hech qanday qo'shimchalar kiritilmagan toza ikkilamchi polietilenning zichligi $\rho=0,9246 \text{ g/sm}^3$ ga teng bo'lib, ikkilamchi polietilen tarkibiga texnik uglerod kiritilgan namunaning zichligi esa $\rho=0,9617 \text{ g/sm}^3$ ga teng ekanligi aniqlandi. Texnik uglerodli ikkilamchi polietilen va melamin iborat namunaning 50:1 nisbatida olingan kompozitsion materialining o'rtacha zichligi $\rho=0,9650 \text{ g/sm}^3$ ga tengligi, texnik uglerodli ikkilamchi polietilen va oltingugurtdan iborat 50:5 nisbatdagi namunaning zichligi esa $\rho=0,9750 \text{ g/sm}^3$ ga teng ekanligi aniqlandi. Xuddi shuningdek, texnik uglerodli ikkilamchi polietilen, melamin va modifikatsiyalangan oltingugurtdan iborat namunaning 50:1:1 nisbatda tayyorlangan kompozitsion materialining zichligi esa $\rho=0,9644 \text{ g/sm}^3$ ga teng ekanligi ma'lum bo'ldi. Texnik uglerodli ikkilamchi polietilen, melamin va oltingugurtdan hosil qilingan 50:1:5 nisbatdagi kompozitsion namunaning zichligi esa $\rho=0,9762 \text{ g/sm}^3$ ga tengligi aniqlandi. Xuddi shuningdek eng katta qiymat texnik uglerodli ikkilamchi polietilen, alyuminiy oksidi, melamin va oltingugurtdan iborat bo'lgan 40:10:5:1 nisbatida tayyorlangan kompozitsion materialda $\rho=0,9750 \text{ g/sm}^3$ ga teng ekanligi ma'lum bo'ldi. Quyidagi 1- va 2-rasmlarda tadqiq qilingan PKM larning zichligi bo'yicha taqqoslov diagrammasi va grafigi keltirilgan.



1-rasm. PE; PE+M; TexPE+M; TexPE+S; TexPE+M+S va TexPE+S+M+Al₂O₃ PKM larning zichlik diagrammasi.

KIMYO



2-rasm. PE; PE+M; TexPE+M; TexPE+S; TexPE+M+S va TexPE+S+M+Al₂O₃ PKM larining zichligi bo'yicha grafigi.

XULOSA

Yuqoridagi natijalar asosida shu narsani aytish mumkinki, ikkilamchi polietilen tarkibiga kiritilgan komponentlar polimer kompozitsion materiallar zichligini oshiradi. Zichlikning ortishi esa polimer kompozitsion material tarkibiga kiritilgan komponentning miqdori, tarkibi, tuzilishi va xossalari bilan davriy ravishda bog'liq ekanligi aniqlandi. Olingan natijalarga ko'ra polimer kompozitsion material tarkibiga kiritilgan komponentlar miqdoriy nisbatlarining ortishi polimer kompozitsion materiallar zichligining parallel ravishda ortishiga olib keladi. Xuddi shuningdek, chiziqli ikkilamchi polimer chiqindisi tarkibiga kiritilgan komponentlar o'zlarining xossalari bo'yicha polimer matritsasi tarkibida geterogen fazalarning vujudga kelishiga sababchi bo'ladi. Biroq chiziqli tuzilishga ega bo'lgan ikkilamchi polietilen chiqindisi tarkibiga kiritilgan elementar oltingugurt va melamin moddalari polimer kompozitsion materialning asosini tashkil etuvchi chiziqli ikkilamchi polietilen matritsasi bilan kimyoviy bog'lar hosil qilish qobiliyatiga ega.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Кириш И.А., Овсянников, С.А., Безнаева, О.В., Банникова, О.А., Губанова, М.И., Новиков, М.Н., Тверитникова, И.С. (2022). Перспективы повторной переработки отходов одноразовой упаковки. *Health, Food&Biotechnology*, 4(2), 31–47. <https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i2.s149>.
2. Daria Frączak "Chemical Recycling of Polyolefins (PE, PP): Modern Technologies and Products" *Waste Material Recycling in the Circular Economy - Challenges and Developments*. Page: 1-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.99084>.
3. Тверитникова, И. С., Банникова, О. А., Безнаева, О. В., Романова, В. А., Загребина, Д. М., & Кондратова, Т. А. (2019). Модификация полимерных смесей с сополимерами для получения полимерных композиций с улучшенными деформационно-прочностными характеристиками. *Health, Food & Biotechnology*, 1(3). с. 92-102. <https://doi.org/10.36107/hfb.2019.i3.s251>.
4. Бекназаров Э.М., Лутфуллаев С.Ш., Сайдалов Ф.М. Исследование ИК-спектры при переработке вторичных полимеров. // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* 2021. 5(86). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11716>.
5. Muhammad Rafiq Kakar, Peter Mikhailenko, Zhengyin Piao, Moises Bueno, Lily Poulikakos Analysis of waste polyethylene (PE) and its by-products in asphalt binder. *Construction and Building Materials* 280 (2021) 122492 <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122492>.
6. ГОСТ 15139-69. Методы определения плотности (объемной массы). Государственный комитет СССР по стандартам Москва 1985. С 4-6.