


UO‘K: 678.742.2:691.175.5

 10.70769/3030-3214.SRT.4.2.2026.10

© 2026 Authors. Licensed under CC BY 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

SHEROBOD ARGILLIT MINERALI BILAN TO‘LDIRILGAN IKKILAMCHI POLIETILEN ASOSIDAGI GEOMEMBRANALAR SINTEZI VA XOSSALARINI O‘RGANISH



**Davronova Munisa
Nurali qizi**

Assistent, Toshkent davlat tibbiyot
universiteti Termiz filiali, Termiz,
O‘zbekiston
E-mail:
davronovamunisa33@gmail.com
ORCID ID: 0009-0004-8098-9310
Science ID: MSD-0425-0077



**Eshqurbonov Furqat
Bozorovich**

Professor, Termiz davlat
muhandislik va agrotexnologiyalar
universiteti, Termiz, O‘zbekiston
E-mail: furqat-8484@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-3182-9407
Science ID: DSD-0225-0001



**Ashurova Asal Abdulolim
qizi**

Talaba, Termiz davlat muhandislik
va agrotexnologiyalar universiteti,
Termiz, O‘zbekiston
E-mail: asaashuroval@gmail.com
ORCID ID: 0009-0001-6603-3556
Science ID: BSD-0425-0013



**Abdullayeva Rayxona
Ilhom qizi**

Talaba, Termiz davlat muhandislik
va agrotexnologiyalar universiteti,
Termiz, O‘zbekiston
E-mail: rayhona8306@gmail.com
ORCID ID: 0009-0006-2562-3687
Science ID: BSD-0226-0011

Annotatsiya. Ushbu maqolada qishloq xo‘jaligida keng qo‘llaniladigan va foydalanish muddati tugagan past zichlikdagi polietilen plyonka chiqindilarini qayta ishlash hamda ularning xususiyatlarini mahalliy minerallar yordamida o‘zgartirish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi qayta ishlangan past zichlikdagi polietilen tarkibiga nanoto‘ldirgich sifatida Sherobod konining argillit mineralini qo‘shish orqali yuqori mustahkamlikka ega nanokompozitsion geomembranalarni sintez qilishdan iborat. Tadqiqotda nanodispers argillit zarrachalari yordamida quyosh radiatsiyasi va namlik ta‘sirida degradatsiyaga uchragan ikkilamchi polimerning fizik-kimyoviy xususiyatlarini tiklash mexanizmlari tahlil qilingan. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatadiki, argillitning massa ulushi 5% dan 10% gacha bo‘lganda, materialning cho‘zilishdagi mustahkamligi va issiqlikka chidamliligi sezilarli darajada yaxshilanadi. Olingan nanokompozit geomembranalar sho‘rlangan tuproqlar sharoitida gidrotexnik inshootlar va suv omborlari uchun import o‘rnini bosuvchi, ekologik xavfsiz va tejamkor izolyatsiya materiali bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: Ikkilamchi past zichlikdagi polietilen, qishloq xo‘jaligi plyonkasi chiqindilari, Sherobod argilliti, nanokompozit geomembrana, sintez, modifikatsiya, degradatsiya, gidroizolyatsiya.

Received: 03.05.2026

Accepted: 03.06.2026

Published: 29.06.2026

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГЕОМЕМБРАН НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА, НАПОЛНЕННЫХ ШЕРАБАДСКИМ АРГИЛЛИТОМ

**Давронова Муниса
Нурали кизи**

Termizskiy filial
Tashkentского государственного
медицинского университета,
ассистент, Термез, Узбекистан

**Эшкурбонов Фуқрат
Бозорович**

Termizskiy gosudarstvennyy
universitet inzhenerii i
agrotexnologiy, professor,
Termiz, Uzbekistan

**Ашурова Асал
Абдуолим кизи**

Termizskiy gosudarstvennyy
universitet inzhenerii i
agrotexnologiy, studentka,
Termiz, Uzbekistan

**Абдуллаева Райхона
Ильхом кизи**

Termizskiy gosudarstvennyy
universitet inzhenerii i
agrotexnologiy, studentka,
Termiz, Uzbekistan

Аннотация. В данной статье исследуются вопросы переработки отходов полиэтиленовой плёнки низкой плотности, широко используемой в сельском хозяйстве и отслужившей свой срок, а также модификации её свойств с помощью местных минералов. Основная цель исследования заключается в синтезе высокопрочных нанокomпозиционных геомембран путём введения в состав переработанного полиэтилена низкой плотности минерала аргиллита Шерабадского месторождения в качестве нанонаполнителя. В работе проанализированы механизмы восстановления физико-химических свойств вторичного полимера, подвергшегося деградации под воздействием солнечной радиации и влаги, с помощью нанодисперсных частиц аргиллита. Результаты экспериментов показывают, что при массовой доле аргиллита от 5% до 10% прочность материала на разрыв и его теплостойкость значительно улучшаются. Полученные нанокomпозитные геомембраны могут служить импортозамещающим, экологически безопасным и экономичным гидроизоляционным материалом для гидротехнических сооружений и водохранилищ в условиях засоленных почв.

Ключевые слова: Вторичный полиэтилен низкой плотности, отходы сельскохозяйственной плёнки, Шерабадский аргиллит, нанокomпозитная геомембрана, синтез, модификация, деградация, гидроизоляция.

SYNTHESIS AND STUDY OF THE PROPERTIES OF GEOMEMBRANES BASED ON RECYCLED POLYETHYLENE FILLED WITH SHEROBOD ARGILLITE MINERAL

Davronova Munisa
Nurali kizi

Termez Branch of Tashkent State
Medical University, Assistant,
Termez, Uzbekistan

Eshkurbonov Furkat
Bozorovich

Termez State University of
Engineering and Agrotechnologies,
Professor, Termez, Uzbekistan

Ashurova Asal Abduolim
kizi

Termez State University of
Engineering and Agrotechnologies,
Student, Termez, Uzbekistan

Raykhona Abdullayeva
Ilkhom kizi

Termez State University of
Engineering and Agrotechnologies,
Student, Termez, Uzbekistan

Abstract. This article investigates the recycling of end-of-life low-density polyethylene film waste, widely used in agriculture, and explores methods for modifying its properties with local minerals. The main objective of the research is to synthesize high-strength nanocomposite geomembranes by incorporating argillite from the Sherabad deposit as a nanofiller into recycled low-density polyethylene. The study analyzes the mechanisms by which nanodispersed argillite particles restore the physicochemical properties of the secondary polymer, which has been degraded by solar radiation and moisture. Experimental results show that when the mass fraction of argillite is between 5% and 10%, the material's tensile strength and heat resistance improve significantly. The resulting nanocomposite geomembranes can serve as an import-substituting, ecologically safe, and cost-effective insulation material for hydraulic structures and reservoirs in saline soil conditions.

Keywords: Recycled low-density polyethylene, agricultural film waste, Sherabad argillite, nanocomposite geomembrane, synthesis, modification, degradation, waterproofing.

Kirish. Bugungi kunda polimer chiqindilaridan foydalanish va ularni qayta ishlab, yuqori qo‘shilgan qiymatli mahsulotlar olish eng dolzarb global ekologik va iqtisodiy ustuvorliklardan biridir. Xususan, qishloq xo‘jaligida keng qo‘llaniladigan past zichlikdagi polietilen plyonkalar xizmat muddati tugagach, tuproq va suv havzalarining jiddiy ifloslanishiga sabab bo‘lmoqda.

So‘nggi yillarda plastik chiqindilarni bosh-

qarish strategiyalari “aylanma iqtisodiyot” tamoyillari asosida rivojlanib bormoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, dunyo bo‘yicha ishlab chiqariladigan polimerlarning atigi 9–10% qayta ishlanadi, qolgan qismi esa ekotizimga jiddiy zarar yetkazadi [1]. Ayniqsa, qishloq xo‘jaligida ishlatiladigan past zichlikdagi polietilen plyonkalar tuproq unumdorligini pasaytiruvchi asosiy omillardan biri bo‘lib qolmoqda.

Zamonaviy ilmiy adabiyotlarga ko‘ra, qayta

ishlangan past zichlikdagi polietilen qayta ishlash jarayonidagi termomexanik kuchlanish tufayli o'zining elastiklik va mustahkamlik xususiyatlarini 20–30 % yo'qotadi [2]. S. Ahmad va hammualliflar (2022) o'z tadqiqotlarida polimer zanjirlarining parchalanish va oksidlanish darajasini o'rganib, ularni tiklash uchun gibrid to'ldiruvchilardan foydalanish zaruratini asoslab bergan [3].

So'nggi besh yilda olib borilgan tadqiqotlar polimer-mineral nanokompozitlarning samaradorligini yangi bosqichga ko'tardi. J. Zhang va uning hamkasblari polimer matritsasidagi qatlamlilik silikatlarining "to'siq" xususiyatlarini tadqiq qilib, mineral zarrachalar geomembranalarining suv va gaz o'tkazuvchanligini 40% gacha kamaytirishini aniqladilar [4]. M. Al-Maadeed (2023) tadqiqotlari esa mineral to'ldiruvchilar polimerdagi kristallanish markazlari sonini ko'paytirib, shu orqali materialning termal barqarorligini oshirishini ko'rsatdi [5].

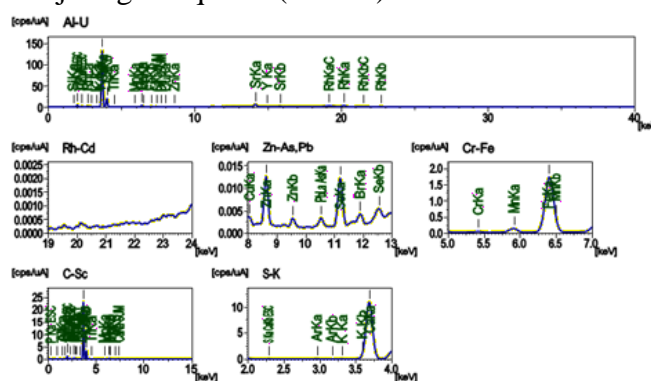
So'nggi yillarda (2020–2024) Markaziy Osiyo mintaqasi, xususan, O'zbekiston olimlarining ilmiy ishlari mahalliy gillardan, bentonitlardan va argillitlardan foydalanib, import o'rnini bosuvchi kompozitlar yaratishga qaratilgan [6]. I. Karimov (2022) va uning jamoasi qishloq xo'jaligi chiqindilaridan ekologik geomembranalar sintez qilishning texnologik asoslarini yoritib bergan [7]. Shunga qaramay, argillit minerali bilan polimer zanjirlarining o'zaro ta'sirini hamda ularning mustahkamlovchi to'ldiruvchi sifatidagi samaradorligini baholash uchun fundamental tahlilga ehtiyoj saqlanib qolmoqda [8]. Xususan, Sherobod koni argillit mineralini qayta ishlangan past zichlikdagi polietilen bilan sintez qilish va uning sho'rlangan tuproqlar sharoitida geomembrana sifatidagi samaradorligini o'rganish bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar hali yetarlicha olib borilmagan. Aynan shu holat ushbu ilmiy ishning yangiligi va amaliy ahamiyatini belgilab beradi.

Tadqiqot maqsadi. Mineralogik tarkibi va qatlamlilik bilan ajralib turuvchi Sherobod argilliti nanodispers holatga keltirilganda ikkilamchi PYuQB uchun samarali modifikator vazifasini bajaradi [8]. Ushbu tadqiqotning maqsadi qishloq xo'jaligi plyonkasi chiqindilari va Sherobod argilliti asosida nanokompozit geomembranalar sintez qilish texnologiyasini ishlab chiqish hamda mineral to'ldiruvchi miqdorining materialning

ekspluatatsion xossalariga ta'sirini ilmiy jihatdan asoslashdan iborat.

Obyekt va usullar. Tadqiqotda asosiy polimer matritsa sifatida qishloq xo'jaligi plyonkasi chiqindilaridan olingan ikkilamchi past zichlikdagi polietilen granularidan foydalanildi. To'ldiruvchi sifatida esa Surxondaryo viloyatidagi Sherobod konidan olingan argillit minerali ishlatildi.

Sherobod argillitining element tarkibi rentgen-fluorescent (XRF) spektrometr yordamida tahlil qilindi. Olingan spektr tahlili mineralning murakkab tarkibga ega ekanligini ko'rsatdi. Spektorda Si ($K\alpha$), Al ($K\alpha$), Fe ($K\alpha$, $K\beta$), Ca ($K\alpha$) va K ($K\alpha$) elementlarining intensiv cho'qqilari kuzatildi. Bundan tashqari, mineral tarkibida Ti, Mn, Cr, Zn, Sr, Zr kabi elementlar kam miqdorida mavjudligi aniqlandi (1-rasm).



1-rasm. Sherobod argillitining rentgen-fluorescent spektri.

Argillit minerali avval quritildi, so'ngra nanodispers holatga keltirish uchun 48 soat davomida sharli tegirmonda mexanoaktivlashtirildi. Ikkilamchi past zichlikdagi polietilen va nanodispers argillit kukunlari quyidagi massa nisbatlarida aralashtirildi: 97:3, 95:5, 93:7 va 90:10. Tarkiblar 180–220°C haroratda ikki shnekl ekstruderda gomogenlashtirildi va qalinligi 1,0–1,5 mm bo'lgan geomembrana namunalari tayyorlandi.

Tadqiqot uchun asosiy polimer matritsa sifatida qishloq xo'jaligida uzoq muddat foydalanish natijasida yaroqsiz holga kelgan past zichlikdagi polietilen plyonkasi tanlab olindi. Ushbu ikkilamchi xomashyo (qayta ishlangan past zichlikdagi polietilen) ishlov berishdan oldin mexanik aralashmalar va tuproq qoldiqlaridan tozalash uchun 5% li ishqor eritmasida yuvildi, so'ngra neytral pH muhitiga erishilguncha chayildi

va 80°C haroratdagi quritish shkafida 6 soat davomida saqlandi. To'ldiruvchi sifatida foydalanilgan Sherobod konining argillit minerali dastlab jag'li maydalagichda 2–5 mm o'lchamgacha maydalanirildi. Mineralning nanodispers holatga o'tishini osonlashtirish va uning qatlamli tuzilishini ajratib olish maqsadida yuqori energiyali sharli tegirmonda 48 soatlik mexanoaktivlashtirish jarayoni amalga oshirildi [9]. Bu usul yordamida polimer matritsada yuqori darajadagi bir jinslilikni ta'minlashning asosiy omili bo'lgan o'lchami 100 nm dan kichik nanokukun zarrachalari olindi [10].

Nanokompozit geomembranalar sintezi ikki shnekli ekstruderda (L/D=40) amalga oshirildi. Ushbu jarayon uchun ikkilamchi past zichlikdagi polietilen granulari va nanodispers argillit kukunlari oldindan 3%, 5%, 7% va 10% massaviy nisbatlarda aralashtirilib, ekstruderning yuklash bunkeriga solindi. Polimer zanjirlari va mineral zarrachalari o'rtasida molekulyar darajadagi bog'lanishni ta'minlash maqsadida ekstruziya jarayoni harorati 170 °C dan 220 °C gacha bosqichma-bosqich oshirib boriladigan to'rtta zonada nazorat qilindi [11]. Hosil bo'lgan kompozit qorishma maxsus kalandrlash uskunasi bilan o'tkazilib, qalinligi 1,0, 1,5, 2,0 va 3,0 mm bo'lgan gidroizolyatsion geomembrana listlari shaklida tayyorlandi.

Olingan namunalarning fizik-mexanik xossalari baholash uchun bir nechta standart uslubiyotdan foydalanildi. Materialning uzilishga bo'lgan mustahkamlik chegarasi va uzilishdagi nisbiy uzayishi ASTM D6693 standarti talablariga muvofiq, universal sinov mashinasida 50 mm/min tezlikda aniqlandi [12]. Mineralning element tarkibi va uning struktura shakllanishidagi o'rni 40 keV gacha bo'lgan energiya diapazonida rentgen-fluorescent (XRF) spektroskopiyasi yordamida tahlil qilindi [13]. Kompozitsiyalarning reologik xossalari va ularning eritma oquvchanligi ko'rsatkichi (MFR) 190°C haroratda ISO 1133 standarti asosida baholandi [14]. Materialning og'ir iqlim sharoitlariga, xususan, sho'r muhitga va minus haroratga chidamliligi ASTM D5322 uslubiyotiga ko'ra 30 marta muzlatish-eritish sikli orqali tasdiqlandi. Bu esa, o'z navbatida, olingan geomembranalarining uzoq muddatli ekspluatatsiya imkoniyatlarini ilmiy jihatdan asoslashga xizmat qildi [15].

Natijalar va ularning muhokamasi. Sherobod argilliti bilan modifikatsiyalangan qayta ishlangan polietilen asosidagi nanokompozit geomembranalarining xossalari ularning element tarkibi hamda tarkibiy qismlarining o'zaro ta'sirini tahlil qilish orqali o'rganildi. Tadqiqotda qo'llanilgan Sherobod argillitining element tarkibi rentgen-fluorescent spektroskopiya usuli yordamida aniqlandi.

1-jadval

Sintez qilingan nanokompozit geomembraning texnik tavsifi

Ko'rsatkich nomi	HDPE			
	1,0	1,5	2,0	3,0
Nominal qalinlik, mm	1,0	1,5	2,0	3,0
Cho'zilishdagi mustahkamlik, MPa (30 MPa gacha), kamida	17			
Membrana zichligi, g/sm ³	>0,923			
Eriş ko'rsatkichi-190/2.16, g/10 daqqa	<1,0			
Uzilishdagi mustahkamlik, kamida, kH/M	24	37	52	81
Uzilishdagi nisbiy cho'zilish, %, kamida	690			
Teshilishga qarshilik (dinamik teshilishga qarshilik), N	411	557	718	1145
Suv o'tkazuvchanlik, suv shimish	0			
Muzlatish-eritishning 30 siklidan so'ng mustahkamlik yo'qotilishi, boshlang'ich holatga nisbatan %, ko'pi bilan	3,7			

Olingan spektr tahlili mineralning murakkab alyumosilikat tuzilishga ega ekanligini ko'rsatdi. Spektrda mos ravishda 1,74 keV va 1,48 keV da kuzatilgan Si (K α) va Al (K α) ning yuqori intensivlikdagi piklari argillitning qatlamli silikatlardan tashkil topganligini tasdiqlaydi. Bu piklar polimer matritsasidagi disperslik darajasini oshiradigan va nanokompozitning shakllanishida faol ishtirok etadigan faol markazlar mavjudligidan dalolat beradi. Shuningdek, spektrda Fe (K α) (6,4 keV), Ca (α) (3,69 keV) va K (K α) (3,31 keV) kationlariga xos aniq piklar ham qayd etildi. Bu kationlar qayta ishlangan past zichlikdagi polietilenning qutbli guruhlari (oksidlanish mahsulotlari) bilan ion-dipol bog'lanishlarini hosil qiladi, bu esa "polimer-mineral" fazalararo chegarasida adgeziyaning oshishiga va materialning ichki tuzilmasi mustahkamlanishiga olib keladi. Xususan, temir ionlarining mavjudligi polimer zanjirlarining fototermik barqarorligini oshirishga xizmat qiladi. Bundan tashqari, spektrning yuqori energiyali sohasida (10–30 keV) kuzatilgan Ti, Zn, Sr va Zr kabi elementlarning mikropiklari mineralning abraziv yeyilishga chidamliligi va iqlimiy bar-

qarorligini ta'minlashda yordamchi vazifani bajaradi.

Sintez qilingan qalinligi 2,0 mm bo'lgan nanokompozit geomembranalarining fizik-mexanik sinovlari olingan material yuqori texnik-ekspluatatsion xususiyatlarga ega ekanligini tasdiqladi (1-jadval).

Tajriba natijalariga ko'ra, nanoto'ldirgich bilan modifikatsiyalangan materialning cho'zishdagi mustahkamlik chegarasi 17 MPa ga yetdi. Bu ikkilamchi xomashyoning degradatsiyaga uchragan molekulyar zanjirlari argillitning nanodispers zarrachalari yordamida samarali mustahkamlangani hamda mineral zarrachalar polimer matritsasi ichida mustahkamlovchi "skelet" hosil qilganidan dalolat beradi. Uzilishdagi nisbiy uzayishning taxminan 700% ni tashkil etishi mineral miqdori optimal tanlanganda materialning yuqori elastiklik xususiyatlari saqlanib qolishini ko'rsatadi. Bu esa geomembraning gidrotexnika inshootlarida uchraydigan turli deformatsiyalarga bardoshlilikini ta'minlaydi.

Materialning mutlaq suv o'tkazmasligi va teshilishga nisbatan 718 N gacha bo'lgan mustahkamligi Sherobod argilliti polimer zanjirlari orasidagi bo'shliqlarni to'ldirib, "to'siq" (baryer) vazifasini bajarishini namoyon etadi. Mineral zarrachalar murakkab, labirintsimon yo'laklar hosil qilib, agressiv suyuqliklarning material ichiga diffuziyalanishiga sezilarli darajada to'sqinlik qiladi. Olingan nanokompozit, shuningdek, yuqori darajada sovuqqa chidamli: 30 marta muzlatish-

eritish siklidan so'ng uning mustahkamlik ko'rsatkichlari atigi 3,7% ga o'zgargan. Bu natijalar Sherobod argillitining mineralogik tarkibi ikkilamchi polimerning termal barqarorligini oshirishda va qattiq iqlim sharoitida uzoq vaqt davomida o'z ishchi holatini saqlab qolishida hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanini ilmiy jihatdan tasdiqlaydi.

Xulosa. Olingan natijalarga ko'ra, Sherobod argillit mineralining alyumosilikat tuzilishi hamda uning tarkibidagi Si, Al va Fe kabi faol elementlar qayta ishlangan polietilening degradatsiyaga uchragan molekulyar zanjirlarini samarali modifikatsiyalash imkonini beradi. Nanodispers holatigacha maydalangan mineral zarrachalari polimer matritsasi ichida mustahkamlovchi "karkas" hosil qiladi. Natijada materialning cho'zishdagi mustahkamligi 17 MPaga, teshilishga chidamliligi esa 718 N ga yetadi. Bu esa qishloq xo'jaligi chiqindilaridan olingan mahsulot xossalari yuqori darajada tiklanganini ko'rsatadi. Materialning nisbiy uzayishi 690% va suv o'tkazmasligi Sherobod argillitining "to'siq" effekti tufayli uning gidrozolyatsion xususiyatlari takomillashganini tasdiqlaydi. Muzlatish-eritish sinovlaridan so'ng sintezlangan nanokompozit geomembranalarining o'z mustahkamligining 96,3% ini saqlab qolishi ularning qattiq iqlim sharoitlarida uzoq muddat barqarorligini isbotlaydi va gidrotexnika hamda ekologik inshootlarda import o'rnini bosuvchi, tejamkor izolyatsiya materiali sifatida qo'llash uchun zamin yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Geyer, R. (2020). Production, use, and fate of synthetic polymers. In T. M. Letcher (Ed.), *Plastic waste and recycling* (pp. 13–32). Academic Press.
- [2] Hahladakis, J. N., & Iacovidou, E. (2021). Closing the loop on plastics: Challenges and opportunities. *Journal of Hazardous Materials*, 402, Article 123498. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123498>
- [3] Ahmad, S., et al. (2022). Mechanical and thermal properties of recycled LDPE modified with hybrid fillers. *Polymer Degradation and Stability*, 195, 109–120.
- [4] Zhang, J., et al. (2021). Barrier properties of polymer-clay nanocomposites: A review of recent advances. *Progress in Materials Science*, 120, 100–118.
- [5] Al-Maadeed, M. A. (2023). Recycled polyolefins: Processing and properties. *Materials Today: Proceedings*, 72(5), 2481–2486.
- [6] Negmatov, S. S., et al. (2024). Development of composite materials based on recycled polymers and local mineral fillers. *Kompozitsion Materiallar*, (1), 45–51.

- [7] Yusupov, F., et al. (2023). Investigation of argillite minerals as a reinforcing filler for polymer composites. *Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science*, 4(6), 89–96.
- [8] Boro, A., et al. (2022). Influence of high-energy ball milling on the structural properties of clay minerals for polymer reinforcement. *Applied Clay Science*, 218, Article 106412.
- [9] Mustafa, A., et al. (2023). Mechanical activation of local argillites for the synthesis of high-performance nanocomposites. *Journal of Materials Research and Technology*, 24, 4501–4515.
- [10] Sadeghi, S., et al. (2021). Processing of recycled polyethylene/clay nanocomposites via twin-screw extrusion. *Polymer Engineering & Science*, 61(4), 1022–1035.
- [11] ASTM International. (2020). ASTM D6693: Standard test method for determining tensile properties of nonreinforced polyethylene geomembranes. ASTM International.
- [12] Vázquez, C., et al. (2021). X-ray fluorescence (XRF) analysis in polymer science: Applications in mineral filler characterization. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 177, Article 106061.
- [13] International Organization for Standardization. (2022). ISO 1133-1:2022. Plastics—Determination of the melt mass-flow rate (MFR) of thermoplastics.
- [14] Zhang, L., et al. (2024). Durability of recycled HDPE geomembranes under freeze-thaw cycles in saline environments. *Geotextiles and Geomembranes*, 52(1), 88–102.

Maqolaga iqtibos keltirish | Как цитировать статью | How to cite this article

Davronova, M. N., Eshqurbonov, F. B., Ashurova, A. A., & Abdullayeva, R. I. (2026). Sherobod argillit minerali bilan to'ldirilgan ikkilamchi polietilen asosidagi geomembranalar sintezi va xossalarini o'rganish. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 4(2). <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.2.2026.10>
