

SELLYULOZA ASOSIDAGI CHIQINDILARDAN EKOLOGIK TOZA VA BARQAROR KOMPOZIT MATERIALLAR ISHLAB CHIQARISH

Samandarbek Sodiqjonov

Saidjon Sidiqov

Baxodir Aliyev

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan

sodiqjonovsamandarbek7@gmail.com

Annotatsiya: Qattiq maishiy chiqindilarni boshqarish tuproq, suv va havoning ifloslanishiga olib keladigan organik materiallarning to'planishi va parchalanishi tufayli muhim global ekologik muammoga aylandi. Ushbu tadqiqot mahalliy yog'och va plastmassa chiqindilaridan foydalanib yog'och-polimer kompozitlar (WPC) ishlab chiqarish orqali maishiy chiqindilardan barqaror foydalanishga qaratilgan. Toshkent viloyatidagi poligonlardan yig'ilgan chiqindi materiallar - polietilen paketlar, shoxlar, novdalar va barglar yuvish, ekstruziya va issiq presslash orqali qayta ishlanib, WPC namunalarini hosil qildi. Yog'och chiqindilarining har xil turlari va tarkibining WPC fizik-mexanik xossalriga ta'siri G'azalkent tumanida tabiiy nurash sharoitida olti oy davomida o'rganildi. Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, yong'oq yog'ochi uning miqdorini oshirish va 6% MAPPS (malein angidridi-polipropilen) qo'shish kompozitlarning fazalararo adgeziyasi, cho'zilishdagi mustahkamligi va qattiqligini yaxshiladi. Biroq, tabiiy nurashning uzoq muddatli ta'siri mikroyoriqlarning paydo bo'lishiga olib keldi, bu esa uzilish moduli va elastiklikning asta-sekin pasayishiga sabab bo'ldi. Umuman olganda, tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, qattiq maishiy chiqindilar ekologik toza WPC ishlab chiqarish uchun qimmatli xomashyo bo'lib xizmat qilishi mumkin, bu esa chiqindi poligonlarining to'planishini kamaytirish va to'shama, to'siq va qoplama kabi tashqi qurilish uchun chidamli materiallar bilan ta'minlashning istiqbolli yechimini taklif etadi.

KIRISH

Qattiq maishiy chiqindilar (QMCH) zamonaviy urbanizatsiyaning eng dolzarb ekologik muammolaridan biridir. U har kuni turar joylarda, ish joylarida va jamoat obyektlarida hosil bo'ladi hamda noto'g'ri boshqarilganda atrof-muhit va inson salomatligiga jiddiy xavf tug'diradi.

Poligonlarda yoki doimiy saqlash joylarida harakatsiz turgan to'plangan chiqindilar tashqi omillar: harorat, namlik va mikroblar faoliyati ta'sirida biologik hamda kimyoviy parchalanishga uchraydi. Bu parchalanish jarayonida atrof-muhitga turli xil qo'shimcha mahsulotlar — issiqxona gazlari, uchuvchan organik birikmalar va yuvindi moddalar ajralib chiqib, tuproq, suv va atmosferaning ifloslanishiga olib keladi.

Dunyo miqyosida QMCHlarni utilizatsiya qilish va qayta ishlash jiddiy muammo bo'lib, har bir mintaqada uni hal qilish uchun turli strategiyalarni qo'llamoqda. Masalan, Yaponiyada chiqindilarni energiyaga aylantirish bo'yicha ilg'or yondashuv joriy etilgan bo'lib, unda to'plangan chiqindilar nazorat qilinadigan sharoitlarda yoqiladi va hosil bo'lgan issiqlik energiyasi atrof-muhitga zarar yetkazmagan holda bug'ga, so'ngra elektr energiyasiga aylantiriladi. Aksincha, ko'plab rivojlanayotgan mamlakatlar chiqindi

poligonlariga tayanishda davom etmoqda, bu esa ekologik stressning oshishiga va qimmatli chiqindi resurslaridan samarasiz foydalanishga olib kelmoqda.

So'nggi yillarda chiqindilarni qo'shimcha qiymatli materiallarga aylantirishga, xususan, yog'och-polimer kompozitlarini (YoPK) ishlab chiqarishga e'tibor kuchaymoqda. Yog'och tolalari va termoplastik polimerlar aralashmasidan ishlab chiqarilgan ushbu kompozitlar plastik va lignotsellyuloza chiqindilarini qayta ishlashning barqaror va iqtisodiy jihatdan samarali yo'lini taklif etadi. Chiqindixonalarda odatda shoxlar, barglar va novdalar kabi ko'plab yog'och qoldiqlari mavjud bo'lib, ular o'zlarining sirt morfologiyasi va kimyoviy tarkibi tufayli WPClarning fizik-mexanik xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Shu sababli, ushbu tadqiqot mahalliy maishiy chiqindilardan ishlab chiqarilgan yog'och-polimer kompozitlarining xususiyatlariga yog'och chiqindilarining turli xil turlari va tarkiblarining ta'sirini o'rganishga qaratilgan. Tadqiqot qurilish va infratuzilma sohalarida, xususan, tabiiy ob-havo ta'siriga yuqori chidamlilik va mexanik chidamlilik talab qilinadigan qoplamalar, to'siqlar, tom yopish va devor panellari kabi sohalarda qo'llanilishi mumkin bo'lgan ekologik toza WPClarni ishlab chiqishga qaratilgan. Bundan tashqari, natijalar chiqindi poligonlarida to'planishni kamaytirish va sanoat ishlab chiqarishida chiqindilardan barqaror foydalanishni qo'llab-quvvatlash orqali aylanma iqtisodiyot tamoyillarini ilgari surishga yordam beradi.

Eksperimental tadqiqotlar. Eksperimental tadqiqotlar uchun Toshkent viloyatidagi chiqindi poligonidan chiqindi, jumladan, polietilen paketlar, yog'och shoxlari, novdalar va barglar yig'ildi. Ishlov berishdan oldin polietilen paketlar yuzasidagi iflosliklarni yo'qotish uchun suyuq yuvish eritmasi bilan yuvildi va uch marta suv bilan chayildi. Plastmassa materiallari tozalangandan so'ng, kesish dastgohida 0,5–1,5 sm o'lcham oralig'ida mayda bo'laklarga bo'lindi. Bu bo'laklar 200–225°C haroratda ishlovchi ekstruder yordamida granulargacha qayta ishlandi. Tayyorlangan plastik granular yog'och-polimer kompozitlarini ishlab chiqarishda polimer matritsa bo'lib xizmat qildi.

Yig'ilgan shox-shabba, barg, novda kabi har xil turdagi yog'och chiqindilari dastlab quritilib, yog'och uniga aylantirilgan. Plastmassa granulari va yog'och uni pigment qo'shimchalari bilan birgalikda ikki shnekli ekstruderda aralashtirildi. Ekstruziyalash jarayonida komponentlarni to'liq va bir tekis aralashtirish uchun harorat 165–185°C da ushlab turildi, vint tezligi esa 60 ayl/min qilib belgilandi. Ekstruziya qilingan material press-qoliplashga tayyorlandi. Buning uchun aralashma gidravlik siqish mashinasida 300–350°C haroratda 3,55 MPa bosim ostida 5–7 daqiqa davomida qizdirildi. Dastlabki qizdirishdan so'ng, zichlash va bir xil zichlikni ta'minlash uchun material 6,90 MPa bosim ostida 15 daqiqa davomida qoliplandi. Qoliplangan namunalarning tuzilishini barqarorlashtirish uchun ular yana 15 daqiqa davomida xuddi shu bosim ostida sovutildi. Olingan WPC panellar fizik-mexanik xossalarini tekshirish uchun namunalarga kesildi.

Kompozitlarning tashqi muhit sharoitidagi chidamliligini baholash uchun G'azalkent tumanida, Chirchiq daryosi yaqinida tabiiy nurash sinovi o'tkazildi. Tayyorlangan namunalar hovuz atrofida ochiq havoda joylashtirilib, bevosita quyosh nuri, yomg'ir va hududga xos bo'lgan namlik ta'sirida saqlandi.

Tabiiy nurash sinovi olti oy davom etdi va 2024-yil iyuldan dekabrgacha bo'lgan yomg'irli mavsumni qamrab oldi. Sinov davrida o'rtacha nisbiy namlik RH bo'yicha 82,03% ni, umumiy yog'in miqdori 2366,8 mm ni, havo harorati esa 22,8°C dan 34,8°C gacha bo'lgan. Kompozitsion namunalar ikki, to'rt va olti oylik ta'sirdan so'ng ularning mexanik va fizik xususiyatlarining o'zgarishini aniqlash uchun tahlil qilindi.

Olingan SFMlarning valent kuchlari, elastiklik moduli, cho'zilishdagi mustahkamligi, deformatsiyalanishi va qattiqligi kabi fizik-mexanik xossalari o'rganildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, yong'oq chiqindilari yog'och uni ko'proq bo'lgan namunalar yaxshiroq mexanik ko'rsatkichlarga ega bo'ldi. 6% li MAPPS (malein angidrid-polipropilen bog'lovchi agent) qo'shilishi polimer-yog'och chegarasida adgeziyani yaxshiladi, elastiklik modulini oshirdi va kompozitlarning qattiqligini oshirdi.

Biroq, MAPPS miqdori kamayishi bilan valent kuchlar ko'paydi, elastiklik moduli esa kamaydi. Shuningdek, yong'oq yog'ochi unining miqdori ortishi bilan elastiklik moduli mutanosib ravishda ortishi kuzatildi. Bundan tashqari, tabiiy nurashning uzoq muddatli ta'siri kompozitlar yuzasida mikroyoriqlarni keltirib chiqardi, natijada uzilish moduli (MOR) va elastiklik moduli (MOE) biroz pasaydi.

Ushbu tajriba natijalariga asoslanib, tadqiqot shuni ko'rsatdiki, qattiq maishiy chiqindilar, xususan, plastmassa va yog'och qoldiqlaridan ekologik toza va chidamli yog'och-polimer kompozitlarini ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida samarali foydalanish mumkin.

Ushbu tadqiqot natijasida ishlab chiqilgan kompozitlar tabiiy ob-havo ta'siriga chidamliligi hamda chiqindilarni kamaytirish va ekologik barqarorlikka qo'shgan hissasi tufayli pol, to'siq, tom yopish va devor panellari kabi tashqi qurilish sohalarida qo'llash uchun mos keladi.

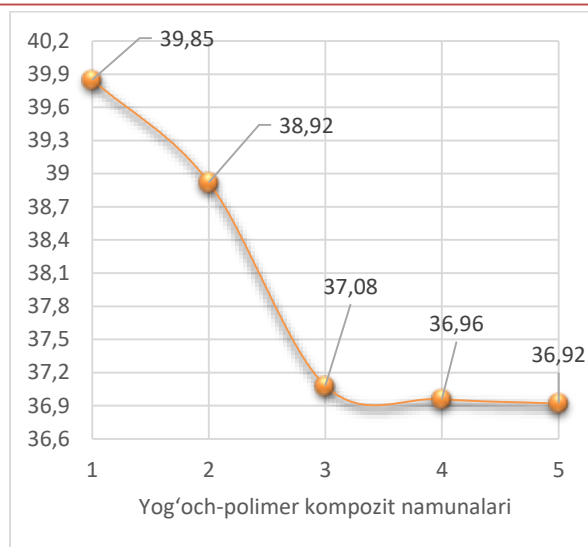
Tadqiqot natijalari. Eksperimental tadqiqot shuni ko'rsatdiki, olingan yog'och-polimer kompozitlarining (YoPK) fizik-mexanik xususiyatlari ko'p jihatdan ishlatiladigan yog'och chiqindilarining turi va tarkibiga, shuningdek, MAPPS bog'lovchi moddasining konsentratsiyasiga bog'liq.

Sinov natijalari shuni ko'rsatdiki, yong'oq chiqindilaridan olingan yog'och unining qo'shilishi kompozitlarning mexanik mustahkamligi va elastikligini sezilarli darajada yaxshiladi. Barcha namunalar orasida yong'oq daraxti unining ulushi yuqori bo'lgan namunalar cho'zilishdagi mustahkamlik va elastiklik modulining eng katta qiymatlariga ega bo'ldi.

Aralashmaga 6% li MAPPS kiritilishi polimer matritsasi va yog'och zarrachalari orasidagi adgeziya mustahkamligini oshirdi, natijada fazalararo bog'lanish kuchliroq bo'ldi va mexanik barqarorlik yaxshilandi.

Shu bilan birga, MAPPS miqdorining ortishi bilan kompozitlarning qattiqligi oshdi, bu esa bog'lovchi agentning gidrofob polimer va gidrofil yog'och uni o'rtasidagi muvofiqlikni oshirganini tasdiqlaydi.

Aksincha, MAPPS miqdori kamroq bo'lgan namunalarda fazalararo adgeziyaning zaifligi elastiklik moduli va deformatsiyaga chidamlilikning pasayishiga olib keldi, bu esa kompozit strukturasida bog'lovchi agentning ahamiyatini ko'rsatadi.



Rasm. Yog'och-plastik kompozitlarning fizik-mexanik xususiyatlari

Ochiq havoda olti oy davom etgan tabiiy nurash sinovi davomida kompozitlarning fizik-mexanik xususiyatlari asta-sekin o'zgarishi kuzatildi. Quyosh nuri, namlik va yog'ingarchilik ta'siri WPC namunalarning yuzasida mikroyoriqlar hosil bo'lishiga olib keldi. Bu esa uzilish moduli (MOR), elastiklik moduli (MOE) va yuzaning yeyilish mustahkamligi (SWS) ko'rsatkichlarining biroz kamayishiga olib keldi. Biroq, kompozitlarning qattiqligi nurashdan keyin ortishga moyil bo'lib, bu tashqi muhitning uzoq muddatli ta'sirida sirtning zichlashishi va polimerlarning o'zaro bog'lanishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Umuman olganda, natijalar shuni tasdiqladiki, yog'och uni miqdorini 30% dan 60% gacha oshirish kompozitlarning strukturaviy mustahkamligini yaxshilaydi, shuningdek, mikrodarazlar hosil bo'lishi tufayli sirtning yemirilish tezligini biroz oshiradi. Ushbu ta'sirlarga qaramay, barcha WPC namunalari tashqi foydalanish uchun yetarli mexanik mustahkamlik va chidamlilikni saqlab qoldi. Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, qattiq maishiy chiqindilardan ishlab chiqarilgan yog'och-polimer kompozitlar, ayniqsa yog'och uni va MAPPSning maqbul nisbatlari bilan, qoplama, qoplama, to'siq va tom yopish kabi qurilish maqsadlari uchun mos keladigan barqaror va ob-havoga chidamli materiallar bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Ushbu natijalar, shuningdek, yuqori mexanik ko'rsatkichlarga va uzoq muddatli ekologik barqarorlikka ega yangi kompozitsion materiallarni ishlab chiqarish uchun plastmassa va yog'och chiqindilaridan qayta foydalanishning amaliy maqsadga muvofiqligini ko'rsatadi. Shunday qilib, WPC ishlab chiqarish uchun qattiq maishiy chiqindilardan foydalanish chiqindi poligonlarining to'planishini kamaytirish uchun samarali yechim bo'lib, qurilish sanoatida ekologik toza materiallarni ishlab chiqishni qo'llab-quvvatlaydi.

Xulosa. Ushbu eksperimental tadqiqotlar shuni tasdiqladiki, qattiq maishiy chiqindilar, xususan, shox-shabbalar, barglar kabi plastmassa va yog'och qoldiqlaridan yog'och-polimer kompozitlar (YoPK) ishlab chiqarishda xomashyo sifatida samarali foydalanish mumkin. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, yog'och chiqindilarining turi va miqdori, shuningdek, bog'lovchi agent MAPPS konsentratsiyasi kompozitlarning fizik-

mexanik xususiyatlarini aniqlashda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Yong'oq daraxti unining yuqori ulushi bo'lgan namunalar cho'zilishdagi mustahkamlik, elastiklik moduli va qattqlik bo'yicha eng yaxshi umumiy ko'rsatkichlarni ko'rsatdi. 6% MAPPS qo'shilishi polimer va yog'och zarrachalari chegarasidagi adgeziyani sezilarli darajada yaxshiladi, natijada mexanik barqarorlik va chidamlilik oshdi.

Haqiqiy tashqi sharoitlarda olti oy davomida o'tkazilgan tabiiy nurash sinovlari shuni ko'rsatdiki, uzoq vaqt ta'sir qilish sirtida mikrodarzarlar hosil bo'lishiga, uzilish va elastiklik modulining biroz pasayishiga olib kelsa-da, kompozitlar qurilish maqsadlarida foydalanish uchun yetarli qattqlik va mustahkamlikni saqlab qolgan. Ushbu natijalar shuni ko'rsatadiki, qattiq maishiy chiqindilardan olingan WPClar ham mexanik ishonchlilikka, ham atrof-muhitga chidamlilikka ega bo'lib, ularni pol, to'siq, tom yopish va devorlarni qoplash kabi tashqi maqsadlarda qo'llash uchun mos keladi.

Xulosa qilib aytganda, tadqiqot plastik va yog'och qoldiqlarini yuqori qiymatli, ekologik toza qurilish materiallariga aylantirish orqali poligon chiqindilarini kamaytirishning barqaror yondashuvini taqdim etadi. Natijalar yashil texnologiyalarni rivojlantirishni qo'llab-quvvatlaydi va qattiq maishiy chiqindilarni sanoat maqsadlarida qayta ishlash va qayta ishlatishni rag'batlantirish orqali aylanma iqtisodiyotni rivojlantirishga hissa qo'shadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Klason, C. The efficiency of cellulosic fillers in common termoplastics / C. Klason, Kubat and H.E.Stromvall // Filling without processing aids or coupling agents. International J. of Polymeric materials. – Part I. 10: – 1994. – P. 159-187.
2. Бикбай, М.Я. Производство супернаполненных пластмасс искусственного дерева, композиционных материалов и изделий. Технологическая и технико-экономическая оценка [Электронный ресурс] – Электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://bikbau-marsel.narod.ru/olderfiles/1/kompozit.pdf> (Дата обращения: 24.08.2015).
3. Термопластичные древесно-полимерные композиты в интерьере [Электронный ресурс] – Электрон. текст. дан. – 12.10. 2006. – Режим доступа <http://c-a-m.narod.ru>(Дата обращения: 28.03.2015).
4. Ashori, A. (2008). Wood-plastic composites as promising green-composites for automotive industries. Bioresource Technology, 99(11), 4661–4667. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.09.043>.
5. Faruk, O., Bledzki, A. K., Fink, H. P., & Sain, M. (2012). Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. Progress in Polymer Science, 37(11), 1552–1596. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2012.04.003>.
6. Valdés, F. J., García, A. C., & Rodríguez, F. (2021). Mechanical and environmental performance of wood-plastic composites from recycled municipal waste. Journal of Cleaner Production, 285, 124896. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124896>.

7. Khoshimov, Q.N., Ungarov, J.F., Ataxojayev, A.A., Egamberdiyev, E.A. Effective use of solid household waste. *Universal Journal of Library and Information Science*, 2025, 3(7), 22–25.
8. Ungarov, J.F., Juraev, V.N., Muradov, B. Ko'mir gazifikatsiyasi asosida "yashil energiya" olish istiqbollari. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 2026, 4(43), 142–147.
9. Akmalova, G.Y., Egamberdiyev, E.A., Ungarov, J.F. The role of chitosan in increasing the mechanical and antibacterial properties of paper. *Technical Science and Innovation*, 2025, 1, 30–35.
10. Ataxojaev, A. A., Sodiqjonov, S. Q., & Egamberdiev, E. A. (2025). Sustainable adsorbents from carboxymethyl cellulose and chitosan composites for heavy metal removal in wastewater treatment. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 37(100), Part I.
11. Egamberdiev, E., Sodiqjonov, S. S., Juraev, V. N., Kholikova, S. J., Aripdjanov, O. Y., & Sharipova, N. I. (2025). Study of a two-stage wood chip hydrolysis process and the kinetics of monosaccharide formation. *Proceedings of the 74th International Conference on Vibroengineering*, Tashkent, Uzbekistan. <https://doi.org/10.21595/vp.2025.25301>
12. Sodiqjonova, S., Aliyeva, B., & Ataxojayeva, A. (2025). Circular utilization of municipal and agricultural cellulosic waste for eco-composites. *Proceedings of the 5th International Conference "Energy-Earth-Environment-Engineering"*, Tashkent, Uzbekistan, December 4–5.
13. Dadakhodzhaev A., Muratkulov O., Yakibova D., Yunusov O., Rakhimova L., Abdulatipova N. Some results of the study on the processing of spent vanadium catalysts. *Ecology and Industry of Russia*. 2023; 27(2): 32–36. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-2-32-36>
14. Dadakhodzhaev A., Yakibova D., Muratkulov O., Pineva L., Noskov A., Turabdzhonov S., Rakhimova L. Development of sulfuric acid catalysts produced from a spent vanadium catalyst. *Ecology and Industry of Russia*. 2023; 27(8): 32–35. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-8-32-35>