

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

*ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal*

2026-YIL
IYUN/6-SON, IV-QISM



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 - Texnika fanlari

08.00.00 - Iqtisodiyot fanlar



Google
Scholar

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X



muhandislik **& iqtisodiyot**

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, iyun.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afarovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
05.01.07 – Matematik modellashtirish
05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
08.00.02 – Makroiqtisodiyot
08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
08.00.06 – Ekonometrika va statistika
08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
08.00.11 – Marketing
08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
08.00.13 – Menejment
08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

EPOKSID-DIAN VA FENOLFORMALDEGID GIBRID BOG'LOVCHISI ASOSIDA YUQORI YEYILISH VA KORROZIYABARDOSH ANTIFRIKSION QOPLAMALAR YARATISH	10
Bakirov Lutfillo Yuldoshaliyevich	
O'ZBEKISTONDA TURIZM SOHASIDA DAVLAT-XUSUSIY SHERIKLIKNI BOSHQARISH VA TARTIBGA SOLISHNING USTUVOR YO'NALISHLARI.....	16
Mamayusupova Dilovarxon, Maxmudaliyeva Manzuraxon, Toyirjonov Shokirjon	
FRANSUZ, RUS VA O'ZBEK TILLARI SPORT TURIZMI TERMINLARINING LEKSIK-SEMANTIK VA LINGVOMADANIY TADQIQI.....	20
Ma'rupova Gulnoz	
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН.....	24
Муратов Абдулазиз Уктамович	
DIGITAL TRANSFORMATION AND EMERGING TRENDS IN INFORMATION TECHNOLOGY.....	29
Daminova Barno, Esmurodova Zarnigor, Boltayev Javohir, Kuziboyeva Lobar	
FRANSUZ, RUS VA O'ZBEK TILLARI SPORT TURIZMI TERMINLARINING LEKSIK-SEMANTIK VA LINGVOMADANIY XUSUSIYATLARI.....	34
Ma'rupova Gulnoz Umarjonovna	
MINTAQA IQTISODIY O'SISHIDA XIZMATLAR SOHASI TARKIBIY O'ZGARISHLARINING STATISTIK TAHLILI: XORAZM VILOYATI MISOLIDA	38
Raximov Alisher Ibragimovich	
KREDIT SKORINGIDA XULQ-ATVOR OMILLARINI BAHOLASH: NAZARIY ASOSLAR VA AMALIY QO'LLANILISHI	45
BekmurodovAbbos Amiriddinovich	
ECONOMETRIC INVESTIGATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION ACTIVITIES IN KARAKALPAKSTAN REPUBLIC.....	49
Makhambetova Uringul Reimbaevna	
GETEROKOMPOZIT POLIMER QOPLAMALAR SIRTINING SHAKLLANISHI VA ULARNING PAXTA TOLALARI SIFATIGA TA'SIRINI TADQIQ ETISH	55
Bakirov Lutfillo Yuldoshaliyevich	



GETEROKOMPOZIT POLIMER QOPLAMALAR SIRTINING SHAKLLANISHI VA ULARNING PAXTA TOLALARI SIFATIGA TA'SIRINI TADQIQ ETISH

Bakirov Lutfillo Yuldoshaliyevich

Andijon davlat texnika instituti

Transport logistikasi kafedrasini mudiri, t.f.f.d, professor

E-mail: lutfillobakirov1987@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada paxtani pnevmotransport tizimlari orqali tashish jarayonida paxta tolalari va quvur devori orasida yuzaga keluvchi real kontakt yuzasining shakllanishi hamda tolalarning mexanik jarohatlanishi masalalari tahlil qilindi. Tadqiqotda epoksid asosidagi geterokompozit polimer qoplamalar ishlab chiqildi va ularning sirt silliqligi, adgeziya, zarbaga chidamlilik hamda strukturaviy birligi elektron mikroskopiya (SEM), profilometriya va mexanik sinovlar yordamida baholandi. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, polimer qoplamalar metall quvur sirtiga nisbatan 25 baravar silliq bo'lib, tolalarning shikastlanish darajasini sezilarli kamaytiradi. Mazkur yondashuv paxta mahsulotlarining texnologik sifatini saqlashda samarali yechim sifatida tavsiya etiladi.

Kalit so'zlar: paxta tolasi, pnevmotransport tizimi, geterokompozit material, epoksid qoplama, sirt silliqligi, mexanik shikastlanish, SEM tahlili, profilometriya.

Аннотация. В данной статье проанализированы процессы формирования реальной контактной поверхности между хлопковыми волокнами и стенкой трубопровода, а также механические повреждения волокон при транспортировке хлопка по пневмотранспортным системам. В ходе исследования были разработаны гетероконкомпозитные полимерные покрытия на эпоксидной основе и оценены их гладкость поверхности, адгезия, ударопрочность и структурная целостность с использованием электронной микроскопии (SEM), профилометрии и механических испытаний. Полученные результаты показали, что полимерные покрытия в 25 раз более гладкие по сравнению с поверхностью металлических труб, что существенно снижает степень повреждения волокон. Предложенный подход рекомендуется как эффективное решение для сохранения технологического качества хлопковой продукции.

Ключевые слова: хлопковое волокно, пневмотранспортная система, гетероконкомпозитный материал, эпоксидное покрытие, гладкость поверхности, механическое повреждение, SEM-анализ, профилометрия.

Abstract. This article analyzes the formation of the real contact surface between cotton fibers and the pipe wall, as well as the mechanical damage of fibers during cotton transportation through pneumatic conveying systems. In the study, epoxy-based heterocomposite polymer coatings were developed, and their surface smoothness, adhesion, impact resistance, and structural integrity were evaluated using scanning electron microscopy (SEM), profilometry, and mechanical testing. The obtained results demonstrated that the polymer coatings are 25 times smoother than the surface of metal pipes, significantly reducing the level of fiber damage. This approach is recommended as an effective solution for preserving the technological quality of cotton products.

Keywords: cotton fiber, pneumatic conveying system, heterocomposite material, epoxy coating, surface smoothness, mechanical damage, SEM analysis, profilometry.

KIRISH

Bugungi kunda polimer asosidagi geterokompozit materiallardan yuqori mustahkamlikka va ekspluatatsion xossalarga ega bo'lgan buyumlar va qoplamalar ishlab chiqarish ko'plab sanoat tarmoqlarida, jumladan, mashinasozlik, kimyo, oziq-ovqat, qurilish va qishloq xo'jaligida keng ko'lamda joriy etilmoqda. Ayniqsa, transport vositalari va texnologik tizimlarda ishqalanish hamda agressiv muhitlarga chidamli qoplamalar muhim ahamiyat kasb etmoqda. Bunday qoplamalar fazalararo mustahkam bog'lanish, silliqlik, kimyoviy barqarorlik, aşınma va zarbaga chidamlilik kabi talablarni qanoatlantiradi [1–2].

So'nggi yillarda mashinasozlikda ishlatiluvchi murakkab shakldagi detal va sirtlarni himoya qilish uchun polimer-kompozitsion materiallar asosidagi qoplamalarni shakllantirishda modifikatsiyalash,

nanotexnologiyalarni qo'llash va energiya tejamkor yechimlar ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Bu jarayonlarda termoplast va reaktoplast bog'lovchilar asosida ishlangan binar kompleks tizimlar o'zining yuqori fizik-mexanik va tribologik xususiyatlari bilan ajralib turadi.

Paxta sanoatida, xususan, paxtani pnevmotransport orqali tashish jarayonlarida paxta tolasi quvur devori bilan tez-tez va kuchli tegishuvga uchraydi. Natijada tolalarning sirt strukturasi mikroyoriqlar, deformatsiyalar va silliqlikning buzilishi holatlari kuzatiladi. Bu esa ip-gazlama ishlab chiqarishda sifatning pasayishiga olib keladi. Mazkur muammoni hal etish uchun transport tizimining ichki sirtini silliq, antistatik va yumshoq elastik qatlam bilan qoplash orqali tolalarning mexanik jarohatlanishini kamaytirish dolzarb hisoblanadi.

Ma'lumki, paxtani qayta ishlash jarayonida texnologik jihozlarning ishchi sirti bilan ishqalanib, mexanik jarohatlanish natijasida paxta tabiiy sifatini bir oz yo'qotadi [3–4].

Hozirgi kunda paxtani mexanik jarohatdan saqlashning har xil texnologik va konstruksion usullari mavjud. Bulardan samarali hisoblangan usullardan biri kompozit polimer materiallarni paxta bilan ishqalanadigan jihozlarning qismlarida, ishchi sirtlarida qo'llashdir. Bunda materiallarning kam jarohatlash samaradorligi bilvosita paxta tolasining jarohatlanganlik darajasi orqali standart metodlarda uzilishga sinash bilan amalga oshiriladi.

Dunyo ilmiy markazlarida (AQSh, Germaniya, Yaponiya, Xitoy va boshqa davlatlarda) resurs tejamkor, ekspluatatsion xossalari yuqori bo'lgan qoplama materiallari ishlab chiqish va ularni pnevmotransport tizimlarida joriy etish bo'yicha keng ko'lamlil ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Xususan, paxta kabi yumshoq tabiiy tolali materiallar bilan ishlovchi texnologik liniyalar uchun maxsus qoplamalar ishlab chiqishga ehtiyoj ortib bormoqda.

O'zbekiston sharoitida esa paxtani dastlabki qayta ishlash korxonalarida samarali, resurs tejamkor texnologiyalarni joriy etish orqali import o'rnini bosuvchi, mahalliy xomashyoga asoslangan kompozit qoplama materiallarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifalardan biri sanaladi. Shunday sharoitda ushbu tadqiqot paxtani pnevmotransport orqali yetkazishda material sirtining paxta tolasi bilan real kontakt yuzasini shakllantirishdagi rolini tahlil qilish va to'laga salbiy ta'sirni kamaytiruvchi geterokompozit qoplamalar ishlab chiqishga yo'naltirilgan [5–6].

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

So'nggi yillarda mashinasozlik, to'qimachilik va qishloq xo'jaligi sanoatida polimer kompozitsion materiallardan tayyorlangan himoya qoplamalarini yaratish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar jadal rivojlanmoqda. Ayniqsa, paxtani dastlabki qayta ishlash mashinalarining ishchi organlarida yuz beradigan abraziv yeyilish, korroziya va yuqori ishqalanish jarayonlarini kamaytirish maqsadida geterokompozit polimer qoplamalardan foydalanish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Bunday qoplamalarning ekspluatatsion samaradorligi ularning sirt mikrostrukturasi, fizik-mexanik xossalari hamda paxta tolasi bilan o'zaro ta'siriga bevosita bog'liq.

Ziyamuxamedova, Bakirov va Nurdinov tomonidan mashinasozlikda qo'llaniladigan polifunksional geterokompozit polimer materiallar uchun bog'lovchi va to'ldirgichlarni tanlash hamda ularni ilmiy asoslash bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan. Mualliflar bog'lovchi polimer matritsa va mineral to'ldirgichlarning o'zaro mosligi kompozitsiyaning mexanik mustahkamligi, yeyilishga bardoshligi hamda adgezion xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishini aniqlaganlar. Shuningdek, tabiiy mineral to'ldirgichlardan foydalanish iqtisodiy samaradorlik bilan bir qatorda kompozitsion materiallarning ekspluatatsion xossalari yaxshilashi ko'rsatib berilgan [1].

Korolev va hammualliflar tomonidan kompozitsion materiallarning issiqlik-fizik xossalari o'rganilib, materialning ichki strukturasi, g'ovakligi va komponentlararo bog'lanish darajasi issiqlik almashinuvi hamda ekspluatatsion barqarorlikka sezilarli ta'sir qilishi aniqlangan [2]. Mazkur tadqiqot natijalari polimer qoplamalar sirtining shakllanish mexanizmini va ularning ish jarayonidagi termofizik barqarorligini baholash uchun muhim nazariy asos hisoblanadi.

Polimer kompozit materiallardan tayyorlangan detallarning fizik-mexanik xossalari tadqiq qilish bo'yicha Ziyamuxamedova, Bakirov va Jalolovlar tomonidan olib borilgan izlanishlarda kompozitsion materiallarning mustahkamligi, qattiqligi va elastiklik moduli tarkibdagi komponentlarning nisbatiga hamda mikrostrukturaga bog'liqligi ko'rsatib berilgan [3]. Tadqiqotlar natijasida optimal tarkibli kompozitsiyalar yeyilishga bardoshli bo'lishi bilan bir qatorda ishqalanish koeffitsientini ham kamaytirishi aniqlangan. Bu esa paxta tolasining mexanik shikastlanishini kamaytirishda muhim omil hisoblanadi.

Begatov va hammualliflari metall materiallarning kimyoviy-termik ishlov berish natijasida strukturasi va ekspluatatsion xossalari o'zgarishini tadqiq qilganlar [4]. Tadqiqot natijalari material yuzasining mikrostrukturasi va qattiqligini boshqarish yeyilish jarayonini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi. Mazkur yondashuv polimer qoplamalar sirtini shakllantirish texnologiyasini takomillashtirishda ham



metodologik ahamiyat kasb etadi.

Ziyamuxamedova va hammualliflari tomonidan tabiiy armaturalovchi to'ldirgichlar asosidagi aralash matritsalarda struktura hosil bo'lish jarayonlari chuqur tadqiq etilgan [5]. Mualliflar kompozitsiya tarkibidagi komponentlarning o'zaro ta'siri natijasida fazalararo bog'lanishning kuchayishi, zich fazoviy tarmoq hosil bo'lishi hamda qoplamalarning mexanik va tribologik xossalari yaxshilanishini aniqlaganlar. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, struktura shakllanish mexanizmini boshqarish orqali qoplamalarning ekspluatatsion ishonchligini sezilarli darajada oshirish mumkin.

Epoksid bog'lovchilarni tabiiy minerallar bilan mexanik va kimyoviy modifikatsiyalash usullari Ziyamuxamedova va Shaymardanov tomonidan ishlab chiqilgan [6]. Tadqiqotlarda mexanokimyoviy faollashtirish natijasida to'ldirgichlarning dispersligi ortishi, ularning polimer matritsa bilan bog'lanishi kuchayishi va natijada kompozitsion materiallarning fizik-mexanik hamda adgezion xossalari yaxshilanishi ko'rsatilgan. Ushbu natijalar geterokompozit qoplamalar sirtining shakllanish jarayonlarini boshqarishda muhim ilmiy asos hisoblanadi.

Mahalliy xomashyo va energetik resurslardan foydalanilgan gibrid strukturali geterokompozit polimer materiallar hamda qoplamalarning mexanik xossalari Jalolova va Ziyamuxamedova tomonidan tadqiq etilgan [7]. Tadqiqot natijalariga ko'ra, mahalliy mineral komponentlardan foydalanish qoplamalarning qattiqligi, yeyilishga bardoshligi va uzoq muddatli ishlash xususiyatlarini yaxshilashi bilan bir qatorda ularning tannaxini ham kamaytiradi. Mualliflar gibrid strukturaning shakllanishi qoplamalar sirtining bir jinslilikini ta'minlab, ekspluatatsion barqarorlikni oshirishini ta'kidlaydilar.

Tahlil qilingan adabiyotlar shuni ko'rsatadiki, polimer kompozitsion materiallarning tarkibi, bog'lovchi-to'ldirgich tizimi, mexanokimyoviy modifikatsiya va struktura hosil bo'lish qonuniyatlari bo'yicha salmoqli ilmiy natijalarga erishilgan. Biroq mavjud tadqiqotlarning aksariyatida qoplamalarning umumiy fizik-mexanik va tribologik xossalari o'rganilgan bo'lib, geterokompozit polimer qoplamalar sirtining mikrogeometrik shakllanishi, sirt energiyasi va g'adir-budirligi bilan paxta tolalarining shikastlanish darajasi, tolalarning uzunligi, tabiiy pishiqligi hamda sifat ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqlik yetarli darajada tadqiq etilmagan. Shuningdek, paxta tozalash va paxtani dastlabki ishlash uskunalarning ishchi organlarida qo'llaniladigan geterokompozit qoplamalarning uzoq muddatli ekspluatatsiya sharoitidagi yeyilish mexanizmlari ham kompleks ravishda o'rganilmagan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu tadqiqotda paxtani pnevmotransport orqali tashish jarayonida tolalarning sirt bilan real tegishuv yuzasida yuzaga keladigan mexanik jarohatlanishini kamaytirish maqsadida epoksid asosidagi geterokompozit materiallardan tayyorlangan silliq qoplamalar ishlab chiqildi. Polimer kompozitsiyalarining fizik-mexanik, strukturaviy, tribologik va sirt morfologik xossalari chuqur tahlil qilindi.

Tajribalarda quyidagi mahalliy va import komponentlar asosida gibrid kompozitsion materiallar tayyorlandi: epoksid smolasi ED-20 (asosiy bog'lovchi), dibutilftalat (elastiklashtiruvchi), polietilenpoliamin PEPA (qattiqlashtiruvchi), grafit (yuzani silliqlashtiruvchi va elektr o'tkazuvchan to'ldiruvchi), Angren kaolini (mineral to'ldiruvchi), ipak chiqindisi (sinchlovchi tola) va xlorlangan polietilen (modifikator).

Yuqorida keltirilgan materiallar asosida turli xil tarkiblar ishlab chiqildi va namunalar tayyorlandi. Tayyorlangan namunalarining xossalari aniqlandi.

Olingan namunalar quyidagi universal sinov mashinalarida sinovdan o'tkazildi:

WDW-50D universal gidravlik sinov mashinasi — namunalarni cho'zish, siqish va egilish bo'yicha mexanik kuchlarga qarshi chidamliligini aniqlash uchun ishlatildi. Sinovlar real vaqt rejimida grafik qurish va ma'lumotlarni raqamli tahlil qilish imkonini berdi.

RGM-600-A-1 sinov mashinasi — kuch ta'sirining minimal va maksimal qiymatlarini yuqori aniqlikda o'lchash, avtomatik tahlil va guruhlash funksiyalarini bajarish orqali mexanik parametrlarni aniqlashda qo'llanildi.

Strukturaviy va fazaviy tahlil. Rentgen difraksion tahlil (XRD): SmartLab X-Ray difraktometri yordamida kompozitsiyalarning kristallik darajasi, fazaviy tarkibi, zarrachalarning tuzilishi va taqsimlanishi aniqlandi. Qurilma yuqori quvvatli Cu rentgen trubkasi va teta-teta goniometr tizimi bilan jihozlangan.

Gemini 500 (FE-SEM) skanerlovchi elektron mikroskopi: Nanoo'lchamdagi to'ldiruvchilarning morfologiyasini, sirt shakllanishini va strukturasi aniqlash uchun ishlatildi. Qurilma "In-Lens" detektor va 3D tasvirlash imkoniyatiga ega.

Sirt topografiyasi va mikrostrukturani tahlil qilish. Micron-beta interferension profilometri: Namunalarining sirt notekisligini 2D va 3D formatda aniqlash, chuqurlik va botiqliklar hajmini hisoblash hamda sirt silliqligini baholash uchun qo'llanildi. Qurilma yuqori aniqlikdagi optoelektron tizimga ega bo'lib, metallografik tahlilni ham amalga oshiradi [4, 6].

Qattqlikni aniqlash. PMT-3 mikroqattqlikni o'lash uskunasini: Kompozit namunalarining Vikkers usuliga asoslangan qattqligi aniqlandi. Diagonal uzunligi va yuk miqdori asosida qattqlik qiymatlari hisoblandi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Tadqiqot doirasida geterokompozit asosli qoplama materiallari besh xil namunada tayyorlandi. Har bir namunada epoksid bog'lovchi sifatida ED-20 asosiy matritsa vazifasini bajardi. Uning elastikligini oshirish maqsadida dibutilfitalat (DBF) qo'shildi, polimerlashuv reaksiyasini boshlovchi agent sifatida polietilenpoliamin (PEPA) ishlatildi. Bundan tashqari, tarkibga abraziv va sirtli silliqashtiruvchi modda sifatida grafit, mexanik mustahkamlikni oshiruvchi Angren kaolini, tolaviy sinchlovchi sifatida ipak chiqindisi (IQQIch) hamda zarbaga va elastiklikka barqarorlikni oshiruvchi modifikator — xlrlangan polietilen (CPE) qo'shildi (1-jadval).

1-jadval.

Antifriksion yeyilishbardosh qoplamalar uchun geterokompozit materiallar tarkibi

Tarkibiy komponentlar (massaviy qismlar)	N1	N2	N3	N4	N5
Epoksid smola (ED-20)	100	100	100	100	100
Plastifikator (DBF)	10	10	10	10	10
Qattiqashtiruvchi (PEPA)	10	10	10	10	10
Grafit	2.0	2.25	2.5	2.75	3.0
Angren kaolini	20	25	30	40	50
Ipak chiqindisi (IQQIch)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Xlrlangan polietilen (CPE)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5

Ushbu namunalar ustida olib borilgan mexanik sinovlar natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

Antifriksion yeyilishbardosh qoplamalar uchun geterokompozit materiallar mexanik xossalari.

Sinov turi	N1	N2	N3	N4	N5
Mikro mustahkamlik (N·m, MPa)	210	216	212	205	195
Adgeziya (yopishish kuchi), MPa	32.5	33.2	28.2	26.6	25.1
Zarba kuchiga chidamlilik, MPa	22.0	25.2	28.1	31.1	32.2

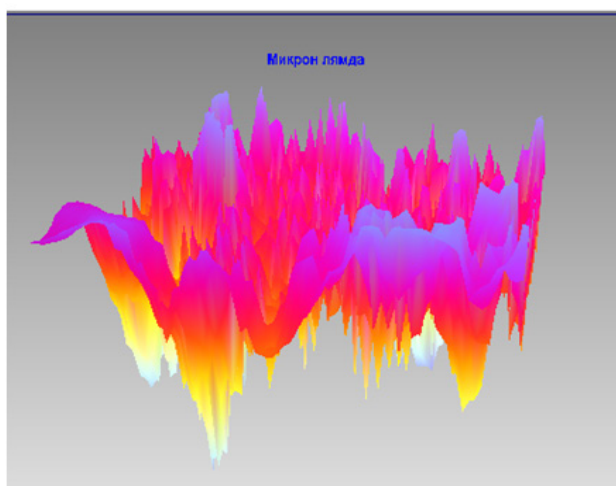
Yuqoridagilarni tahlil qilib, shuni aytish mumkinki, N2 namuna barcha ko'rsatkichlar orasida optimal muvozanatga ega bo'lib, yuqori mikromustahkamlik (216 MPa) va adgeziya (33,2 MPa) ko'rsatkichlariga erishdi. N5 namuna esa yuqori miqdorda kaolin va grafit mavjudligi sababli mikro mustahkamlik va yopishish kuchi pasaygan bo'lsa-da, zarbaga chidamlilik eng yuqori (32,2 MPa) bo'ldi. Ipak chiqindisining miqdori oshgani sari zarbaga bardoshlilik ko'rsatkichlari izchil o'sib borgan, bu esa talai sinchlovchining energiyani yutish xususiyatini isbotlaydi.

Keyingi bosqichda yuza notekisliklari "Micron-beta" interferensiyon profilometri yordamida o'rganildi, sirtning mikrotopografiyasi o'lchandi va raqamli tarzda qayd etildi. Natijalar 3-jadval va 1-, 2-rasmlarda keltirilgan.

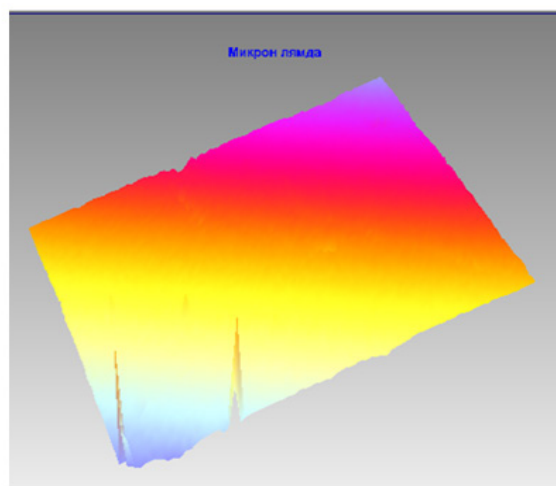
3-jadval.

Metal yuza va geterokompozit material qoplama yuza parametrlari.

Holat	Ra (µm)	Rz (µm)	Rt (µm)	H (µm)	Rq (µm)
silliqanmagan metall	8.56	41.39	59.56	40.45	11.47
polimer qoplama	0.32	1.99	3.78	1.26	0.44



1-rasm. 1-metal yuza notekisliklarining 3D ko‘rinishi.



2-rasm. polimer yuza notekisliklarining 3D ko‘rinishi.

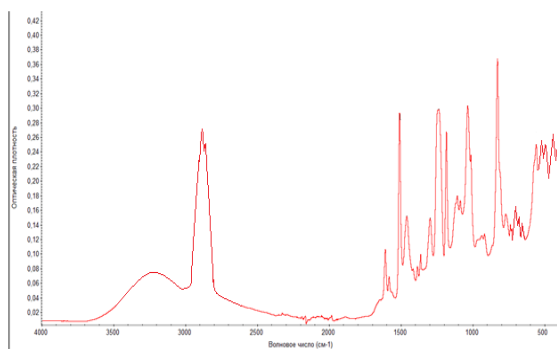
O‘lchov natijalari sirt sifati bo‘yicha polimer qoplamaning metall yuzaga nisbatan sezilarli darajada silliqiligini isbotladi. Xususan, o‘rtacha notekislik (R_a) ko‘rsatkichi polimer qoplama uchun 26,75 baravarga kamaydi ($8,56 \mu\text{m}$ dan $0,32 \mu\text{m}$ gacha).

Maksimal balandlik farqi (R_t) esa metall yuzadagi $59,56 \mu\text{m}$ ga nisbatan polimer sirtida atigi $3,78 \mu\text{m}$ ni tashkil etdi, ya‘ni 15 barobar yaxshilandi.

Notekislik chuqurligi (H) va o‘rtacha kvadratik og‘ish (R_q) ko‘rsatkichlari ham mos ravishda $40,45 \rightarrow 1,26 \mu\text{m}$ va $11,47 \rightarrow 0,44 \mu\text{m}$ gacha pasaygan.

Elektron mikroskopiya tajribasi uchun kompozit namunalari vakuum postida 10–20 nm qalinlikdagi oltin qatlami sepilib, metallashtirildi. Tasvirlarni tahlil qilish uchun adabiyotlardan foydalanildi hamda Oxford firmasi rentgen mikroanalizatorida olingan mikrozonlash ma‘lumotlaridan foydalanildi.

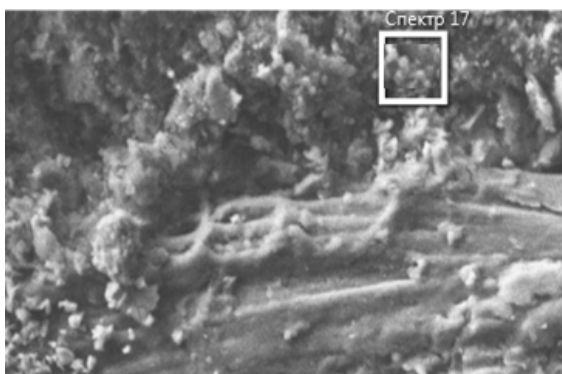
Ushbu polimer kompozit materiali uchun har xil diametrlil mayda kaolin (50 mkm gacha), sinchlovchi IQICH hamda modifikatsiyalovchi XPE ning tarqalishini aniqlash maqsadida elektron mikroskopiya (3000 barobargacha) kattalashtirilgan rasmlar olinib, tahlil qilindi (3-rasm).



3-rasm. Modifikatsiyalangan IQICH bilan sinchlangan GKMning IK spektrlari taxlili.

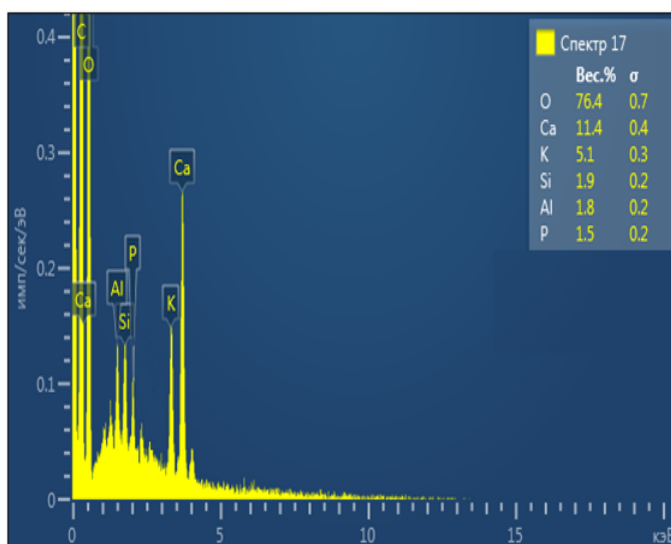
Quyidagi 4-rasmda keltirilgan polimer kompozitlarni tahlil qiladigan bo‘lsa epoksid smolasi tarkibiga qo‘shimcha moddalarni aralashishi o‘rganilgan adabiyotlardagi polimer kompozitlarni xossa xususiyatlari bilan yaqinligi olingan kompozitlarni qo‘llashni yangi sohalarni ochilishga imkon yaratadi, degan hulosaga to‘xtalish mumkin.

Электронное изображение



4-rasm. Elektron-mikroskopik analiz ma'lumotlari

5-rasmda ED-X markali polimer kompozit materiallar yuzasida kaolin yoki shu kabi boshqa mineral tulduruvchilarni tarkibidagi metallar kompozit tarkibida aralashma hosil qilishi hamda taqsimlanishini kimyoviy tuzilishini ko'rish mumkin.



5-rasm. Element analizi ma'lumotlari

Yuqoridagi (3-, 4-, 5-rasmlar) ma'lumotlarga tayangan holda shuni xulosa qilish mumkinki, tarkibida metall birikmalarni tutgan kaolin to'ldiruvchilar qo'shib olingan polimer kompozitlar ekologik va yong'inbardosh xususiyatlarni oshirish imkoniyati bilan boshqa kompozitsiyalarga nisbatan yuqori natijalarni namoyon qiladi.

ED-X markali polimer kompozitlarni hosil qilgan moddalar tarkibi ularning fizik-kimyoviy hamda haroratbardoshlik, olovbardoshlik kabi xossalarni yaxshilaydi.

Paxtani pnevмотransport orqali yetkazish jarayonida paxta tolalari truba (quvur) ichida yuqori tezlikda harakatlanadi va bu jarayonda truba devori bilan takroriy zarbali urilishlarga duch keladi. Silliqlanmagan yoki nisbatan qo'pol metall sirtlarda bunday kontaktlar natijasida tolalar sirtida yoriqlar, qirralanish, tolalarning ajralishi kabi mikrozararlar yuzaga keladi. Bu esa paxta tolalarining texnologik sifatiga, tolalardan ip yigirish jarayonidagi mustahkamligiga va tayyor mahsulot sifati darajasiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Tadqiqot davomida quvur ichki yuzasiga geterokompozit asosli silliq polimer qoplama surkalgan holat sinovdan o'tkazildi. Mikrotopografik tahlillar (Micron-beta interferensiyon profilometri) asosida shuni ko'rish mumkinki, polimer qoplama metall sirtga nisbatan 25 baravar silliqroq bo'lib, bu tolalarning sirt bilan urilishidagi ishqalanish kuchini keskin kamaytirgan.

Elektron mikroskopda olingan tasvirlar va elementar (EDX) tahlillar orqali qoplama tarkibidagi zarrachalarning (kaolin, grafit, ipak chiqindisi) bir tekis taqsimlangani, strukturaviy uyg'unligi va matritsada yaxshi bog'langanligi tasdiqlandi. Bunday mexanik yaxlitlik materialning zarbaga va ishqalanishga chidamliligini oshiradi.



Muhim jihat shundaki, sirt notekisligi (R_a , R_z , R_t) parametrlari metall quvur sirtida yuqori bo'lib, bu holat tolaga zarar yetkazish xavfini oshiradi. Aksincha, polimer qoplama bilan ishlov berilgan quvur ichki yuzasi tolaga salbiy ta'sirni kamaytirgan, natijada paxta tolalari deformatsiyalanmagan, silliqdigi saqlangan va sifati yaxshilangan.

Quvur ichidagi havo oqimi parametrlari esa silliqdigan yoki qoplamali sirtlarda biroz pasaygan bo'lsa-da (1–2 m/s), bu holat transport tizimi samaradorligiga jiddiy ta'sir qilmagan. Asosiy yutuq — paxta sifatining saqlanishi va texnologik jarayonlarda chiqindining kamayishidir.

Ushbu natijalar xalqaro ilmiy yondashuvlarga hamohang bo'lib, geterokompozit materiallarning agressiv abraziv muhitlardagi sirtlarga qo'llanilishi orqali transport jarayonida mahsulot sifatini saqlab qolishga qaratilgan yondashuvni qo'llab-quvvatlaydi. Bu usul resurs tejamkor, ekologik xavfsiz va sanoat sharoitida joriy etish uchun qulaydir.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Paxtani pnevmotransport orqali yetkazishda quvur ichki yuzasining silliqdigi paxta tolalarining shikastlanish darajasiga bevosita ta'sir ko'rsatishi tajriba asosida isbotlandi. An'anaviy metall quvurlar ichki yuzasining yuqori notekisligi ($R_a = 8,56 \mu\text{m}$) va qattiqdigi tufayli tolalar sirtida mikrozararlar, yoriqlar va silliqlikning buzilishi yuzaga kelmoqda. Bu esa tolalarning texnologik sifati va keyingi qayta ishlash samaradorligini pasaytiradi.

Ushbu tadqiqotda mahalliy xomashyolarga asoslangan epoksid matritsali geterokompozit polimer materiallardan tayyorlangan silliq qoplamaning quvur ichki yuzasiga qo'llanilishi orqali sirt notekisligi $R_a = 0,32 \mu\text{m}$ gacha kamaytirilgani aniqlandi. SEM va EDX tahlillari yordamida material tarkibida zarrachalarning bir tekis taqsimlangani, bog'lanish yaxshi shakllangani va bu holat materialning tribologik xossalarini yaxshilaganini tasdiqlandi.

Natijada silliq qoplamali quvurda paxta tolalarining shikastlanish ehtimoli keskin kamaygan, paxta sifati saqlangan, chiqindilar miqdori kamaygan va sanoat samaradorligi ortgan. Mazkur texnologik yechim pnevmotransport tizimlarida qo'llanilishi orqali resurs tejamkor, ekologik xavfsiz va amaliy jihatdan afzallik beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Ziyamuxamedova U.A., Bakirov L.Y., Nurdinov M.A. Mashinasozlikda qo'llaniladigan polifunksional geterokompozit polimer materiallar uchun bog'lovchi va to'ldiruvchilarni tanlash hamda asoslash // *Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural and Social Sciences*. – 2021. – Vol. 1, No. 4. – P. 768–772.
2. Королев Е.В., Киселев Д.Г., Прошина Н.А., Альбакасов А.И. Теплофизические свойства серных строительных материалов // *Вестник МГСУ*. – 2011. – № 8. – С. 249–253.
3. Ziyamuxamedova U.A., Bakirov L.Y., Jalolova Z.X. Mashinasozlikda qo'llaniladigan polimer kompozit materiallardan tayyorlangan qismlarning fizik-mexanik xossalarini tadqiqotlash // *Новости образования: исследование в XXI веке*. – 2023. – Vol. 1, No. 8. – P. 404–410.
4. Begatov J., Sobirov B., Yakubova M., Kuchkarova D., Djalilova M. The properties of high-speed steel P6M5 depending on the combined chemical heat treatment // *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*. – 2022. – No. 11. – P. 119–122.
5. Ziyamukhamedova U., Bakirov L., Donaev S., Miradullaeva G., Turgunaliyev E. Study of structure formation processes in matrices of mixed components with reinforcing natural fillers // *E3S Web of Conferences*. – 2023. – Vol. 401. – Article No. 05074. – EDP Sciences.
6. Ziyamukhamedova U.A., Shaymardanov B.A. Mechanical and chemical method of modification while developing new composition materials based on epoxy binder and natural minerals // *Bashkir Chemistry Journal*. – 2012. – Vol. 19, No. 2. – P. 53–57.
7. Jalolova Z.X., Ziyamuxamedova U.A. Mahalliy ashyo va energetik resurslardan foydalanib gibrid strukturali geterokompozit polimer material hamda qoplamalarning mexanik xossalarini tadqiqotlash // *Eurasian Journal of Academic Research*. – 2024. – Vol. 4, No. 7S. – P. 979–981.

muhandislik

& iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 6

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100