

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

№9

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

2025
sentyabr



Milliy nashrlar

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

05.00.00 – Texnika fanlari

08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google Scholar

OPEN ACCESS

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

Academic
Resource
Index
ResearchBib

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

CYBERLENINKA

OpenAIRE

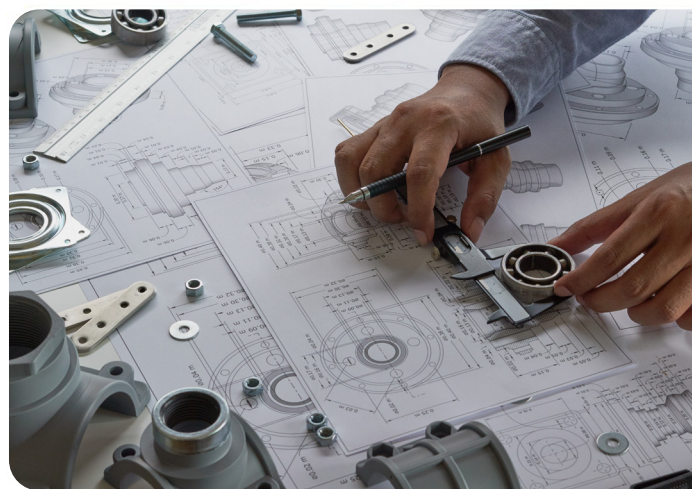
ROAD

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

BASE

Crossref

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU



РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ



muhandislik & iqtisodiyot

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

Elektron nashr,
331 sahifa, sentyabr, 2025-yil.

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 Kalandar 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)

Sharipov Botirali Roxataliyevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor

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.

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 modellash
- 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
- 05.09.01 – 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

Olmazor tumanining ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish ko'rsatkichlari va boshqaruv tizimini tahlil qilish	12
Muminov Fazliddin Xusniddin o'g'li	
Transport va logistika sohalarida sun'iy intellektni qo'llash istiqbollari	19
Usmonov Abbos Valijon o'g'li	
Using matrix analysis methods in marketing strategy in manufacturing enterprises	23
Sheraliyev Axror Sodiqovich	
Yer osti konlari suvlari haydash tizimida ejektorli nasoslarni qo'llash imkoniyatlarini tadqiq qilish	30
Xatamova Dilshoda Narmuratovna, Yuldasheva Mohinur Abduxakim qizi	
O'zbekiston Respublikasi tijorat banklari kreditlash amaliyotining me'yoriy jihatlar va huquqiy asoslari	37
Kaxxarov Ulug'bek Xalmatovich	
Eksport salohiyatini boshqarishda ishlab chiqarish faoliyatini baholash metodologiyasi	42
Qodirov Humoyun Tolibjon o'g'li	
Xizmat ko'rsatish korxonalarining raqamli iqtisodiyotga o'tishida xodimlarning mehnat munosabatlari	46
Kurbonova Raxima Jamshedovna	
Transport tizimining Markaziy Osiyo mamlakalarining milliy iqtisodiy o'sishga ta'sirini hozirgi holati	49
Narziyev Umidjon Baxrillayevich	
Loyiha risklarini boshqarishda risklarni samarali kamaytirish usullari va innovatsion yondashuvlar	54
Marufhanov Davron Xasanovich	
Интеграция ESG-факторов в страховой сектор: возможности, барьеры и развитие рынка	58
Юсуфов Асфандиёр Элдор угли	
Erkin iqtisodiy zonalarda investitsiya loyihalarini samarali moliyalashtirish yo'nalishlari	63
Yuldashev Baxtiyor Gayradjonovich	
Oliy ta'lim tashkilotlarida daromadlar va xarajatlarni shakllantirish konsepsiyasi	67
Kurbanov Jaloladdin Yuldashbayevich	
"Intellectual mulk", "Intellectual kapital", "Nomoddiy aktiv" tushunchalari o'rtasidagi munosabat hamda ulardagi o'zaro bog'liqlik	73
N.D.Maxmudova	
Temir yo'l vokzallarida qo'shimcha xizmatlar rivojlanishi: iqtisodiy samaradorlik va moliyaviy barqarorlik omili	77
Iskandarov Kudrat Shuxratovich	
Iqtisodiyotning agrar sektori salohiyatini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlari	83
Bekmirzayev Mirzoxid Adashaliyevich	
Rivojlangan mamlakatlar tajribasi asosida yashirin iqtisodiyotni fiskal vositalar bilan tartibga solish strategiyasi	87
Ergasheva Malikaxon Avazxon qizi	
Iqtisodiyotning real sektorida investitsion loyihalarni moliyalashtirishdagi muammolar	91
Qosimova Lola Sultanovna	
Mashinasozlik sanoati tarmog'ini rivojlantirishda yashil texnologiyalarni tadbiq etish usullari va yo'llari	96
Xursandov Komiljon Maxmatkulovich	
Innovatsion iqtisodiyotni shakllantirish sharoitida mintaqalar ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishidagi qiyinchiliklar va imkoniyatlar	100
Rajabov Alibek Xushnadbekovich	



Ways to enhance financial transparency in utility service organizations through the digitalization of internal audit mechanisms.....	106
Primova Shakhnoza Komiljonovna	
Temir oksidli pigmentlarning ishlab chiqarish manbalari va jahon bozorida rivojlanish tendensiyalari	110
Askarova Nilufar Musurmanovna, Axmedova Nigora Erkin qizi	
Potential GDP Estimation and Output Gaps in Emerging Economies: A Comparative Review	120
Mukhammedova Azizakhon Ikromjon kizi	
Tijorat banklari likvidligiga indikativ foizlarning ta'sirini baholash.....	124
Tursunpo'latov Sohibnazar Kasimjon o'g'li	
Respublikamizda yetishtirilayotgan jun xomashyosining miqdori va texnologik xususiyatlari tahlili	131
Ismoyilov I.B., Qayumov J.A., Ismoyilov F.B., Qo'ldoshev E.I.	
Mahalla instituti asosida kambag'allikni qisqartirishda targetlash mexanizmlarining samaradorligi	137
Baratov J.N.	
Tijorat banklarida aktivlar boshqaruvini tashkil etish mexanizmlari	144
To'ychiyev Otabek Shamshiyevich	
Оптимизация жилищной инфраструктуры с учетом инсоляции и урбанизации как фактор региональной экономики	150
Далиев Ахтам Шарафутдинович	
Harbiy ta'lim muassasalarida mashg'ulotlarni tashkil etishda intellektual o'qitish tizimlarining roli.....	154
Maxamadov Rustam Xabibullayevich, Djamatov Mustafa Xatamovich	
Valyuta operatsiyalarini amalga oshirish mexanizmlarini takomillashtirish bo'yicha xorij tajribasi.....	160
Xoshimov Og'abek Nizomjon o'g'li	
Qurilish sanoati korxonalarida innovatsiyalarni boshqarishning o'ziga xos xususiyatlari	169
Yuldasheva Kamola Miraliyevna	
Jismoniy shaxslardan undiriladigan "daromad" solig'ining iqtisodiy tahlili	173
Ergasheva Lobar Raxmatulla qizi	
Hududlarda inson salohiyatini takomillashtirish yo'llari.....	180
Tojiyeva Muhayyo Valiyevna	
Banklar reytingini prognoz qilishning ekonometrik tahlili	188
Karabaev Nodir Abduhamidovich	
Raqamli iqtisodiyot rivojida yangi bank xizmat turlarini rivojlantirish istiqbollari	201
Norov Akmal Ruzimamatovich, Norova Nozima Nabiyevena	
O'zbekistonda makroiqtisodiy barqarorlik va o'rta muddatli soliq-budjet siyosatining ahamiyati.....	207
Sharopov Dilshodjon Raxmatullayevich	
Tijorat banklarining resurs bazasini mustahkamlash muammolari va ularni raqamli texnologiyalar orqali bartaraf etish yo'llari.....	211
Mirpulatova Luiza Mansurovna	
O'zbekiston Respublikasida raqamli iqtisodiyotni rivojlantirishning iqtisodiy-ijtimoiy oqibatlarini tahlili	216
Xatamov Nurbek Ochidiyevich	
O'zbekiston turizm sohasida innovatsion faollikni oshirishning shakllari	222
Xaitov Oxunjon Nomoz o'g'li	
Turizm va mehmonxona industriyasida xizmatlar sifatini oshirishda yashil texnologiyalarni joriy etish jarayonida innovatsiyalar va tadbirkorlik amaliyotining o'rganilishi	227
Kamolova Mohinur Iskandarovna	
Davlat ulushi 50 foiz va undan yuqori bo'lgan aksiyadorlik jamiyatlarida dividend siyosati.....	239
Suyunov Otabek Shuxrat o'g'li	



Big data и искусственный интеллект как драйверы цифровой экономики	242
Бозорова Ирина Жуманазаровна	
Mahalliyashtirish asosida mahsulotlar ishlab chiqarish ko'rsatkichlari tahlili va rivojlantirish istiqbollari (Namangan viloyati misolida)	247
Mirzabaev Xusniddin Muxamadjonovich	
Temir yo'l transportida yo'llarni ta'mirlash korxonalari faoliyati samaradorligini oshirish	254
Allabergenov Sherzod Maksudbayevich	
Актуальные вопросы финансирования инвестиционных проектов	259
Шомуродов Равшан Турсункулович. Рашидова Дилфуза Ганиевна	
Milliy darajada iqtisodiy xavfsizlikning ekologik omillari	266
Ibrogimov Sherzodbek Xalimjon o'g'li	
Zamonaviy texnologiyalar va raqamli yondashuvlarning individuallashtirilgan xizmatlarda tutgan o'rni	276
Raxmatov Aziz Tolipovich	
Barqaror iqtisodiy o'sishni ta'minlashda monetar omillardan samarali foydalanish	280
Uskenbayeva Dilnoza Boxodir qizi	
Mahalliy moda brendlarini iste'molchilar kiyinish imijiga ta'sirini ekonometrik baholash	286
Tuxtayeva Oydinoy Normamatovna	
Moliyaviy innovatsiyalarni banklarga joriy etishning afzalliklari	290
Makhmudova Mukhlisa Kodirjon kizi	
Kichik biznesni innovatsion rivojlantirish strategiyasi	295
Muxitdinov Shuxrat Ziyavitdinovich	
Raqamli iqtisodiyot sharoitida parrandachilikni rivojlantirishni modellashtirish usullari	299
Bobomuratov Imomkul Islamovich	
Mehnat resurslaridan foidalanishning xususiyatlari va tashkil etish mezonlari	306
Kobilova Zebo Bobokulovna	
Зелёное бюджетирование как инструмент повышения эффективности управления государственными финансами	311
Наимов Шохрух Шарофиддинович	
Soliq ma'murchiligi va raqobat muhitiga oid ilmiy nazariy qarashlar	318
Donaboyev Jahongir Husan o'g'li	
Особенности создание полимерных композиционных материалов на основе вторичного сырья	324
Маджидов Абдинаби Аманович	

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Маджидов Абдинаби Аманович

Доцент Азиатского международного университета
Узбекистан, Бухара

Аннотация: В статье рассматриваются особенности создания полимерных композиционных материалов на основе вторичного сырья, что имеет важное значение для устойчивого развития и охраны окружающей среды. Исследование направлено на изучение процессов переработки вторичных полимеров и их интеграции с различными модифицирующими добавками для получения материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами. Рассмотрены физико-химические характеристики, структурные изменения и механические показатели полученных композитов. Особое внимание уделено влиянию состава наполнителей и технологии переработки на прочность, износостойкость и долговечность материалов. Полученные результаты демонстрируют перспективность применения вторичных полимеров в строительстве, машиностроении и других отраслях промышленности, что способствует формированию замкнутого цикла переработки и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, вторичное сырьё, переработка, модифицирующие добавки, эксплуатационные свойства, устойчивое развитие, рециклинг.

Annotatsiya: Maqolada ikkinchi darajali xomashyo asosida polimer kompozit materiallarini yaratish xususiyatlari ko'rib chiqilgan bo'lib, bu barqaror rivojlanish va atrof-muhitni muhofaza qilish nuqtai nazaridan muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot ikkinchi darajali polimerlarni qayta ishlash jarayonlarini va ularni turli modifikatsiyalovchi qo'shimchalar bilan integratsiya qilishni o'rganishga qaratilgan bo'lib, natijada yaxshilangan ekspluatatsion xususiyatlarga ega materiallar olinadi. Olingan kompozitlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari, tuzilishdagi o'zgarishlar va mexanik ko'rsatkichlari tahlil qilingan. Maxsus e'tibor to'ldiruvchi modda tarkibi va qayta ishlash texnologiyasining materiallarning mustahkamligi, eskirishga chidamliligi va uzoq umr ko'rishiga ta'siriga qaratilgan. Olingan natijalar ikkinchi darajali polimerlarni qurilish, mashinasozlik va boshqa sanoat tarmoqlarida qo'llash istiqbolliligini ko'rsatadi, bu esa qayta ishlashning yopiq tsiklini shakllantirishga va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: polimer kompozit materiallari, ikkinchi darajali xomashyo, qayta ishlash, modifikatsiyalovchi qo'shimchalar, ekspluatatsion xususiyatlar, barqaror rivojlanish, recycling.

Abstract: The article examines the features of creating polymer composite materials based on secondary raw materials, which is of great importance for sustainable development and environmental protection. The study focuses on the processes of recycling secondary polymers and their integration with various modifying additives to obtain materials with improved performance characteristics. The research considers the physicochemical properties, structural changes, and mechanical indicators of the resulting composites. Special attention is paid to the influence of filler composition and processing technology on the strength, wear resistance, and durability of the materials. The results demonstrate the potential of using secondary polymers in construction, mechanical engineering, and other industries, contributing to the development of a closed-loop recycling system and reducing the negative impact on the environment.

Keywords: polymer composite materials, secondary raw materials, recycling, modifying additives, performance properties, sustainable development, reprocessing.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях активного развития промышленности и роста потребления полимерных материалов всё более актуальной становится проблема рационального использования ресурсов и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Полимерные материалы широко применяются в строительстве, машиностроении, медицине, упаковочной индустрии и других сферах благодаря их легкости, высокой прочности, устойчивости к коррозии и химическим воздействиям. Однако интенсивное использование полимеров сопровождается накоплением значительных объемов



полимерных отходов, которые зачастую не подвергаются утилизации и становятся источником экологической опасности.

Одним из эффективных способов решения данной проблемы является переработка вторичного сырья с целью его повторного использования в производстве новых материалов. Вторичные полимеры, полученные из отходов, обладают значительным потенциалом для создания полимерных композиционных материалов (ПКМ), которые по своим характеристикам могут конкурировать с изделиями из первичных полимеров. Это соответствует современным принципам циркулярной экономики и устойчивого развития, направленным на формирование замкнутого цикла производства и потребления.

Особое значение имеет разработка технологических подходов, позволяющих улучшить эксплуатационные свойства композитов за счет введения модифицирующих добавок, наполнителей и оптимизации условий переработки. Такие материалы находят широкое применение в различных отраслях, в том числе в строительстве, авиа- и автомобилестроении, энергетике и производстве бытовых изделий.

Несмотря на значительный прогресс в данной области, существует ряд научных и практических задач, связанных с подбором оптимального состава вторичных полимеров, определением их физико-химических характеристик и изучением влияния различных факторов на прочностные, термические и эксплуатационные свойства получаемых материалов.

Целью настоящего исследования является анализ особенностей создания полимерных композиционных материалов на основе вторичного сырья, выявление закономерностей формирования структуры композитов и обоснование способов улучшения их характеристик. Решение данных задач позволит повысить эффективность использования вторичных полимеров, снизить экологическую нагрузку и расширить сферы применения ПКМ в промышленности.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) на основе вторичного сырья формируют самостоятельное направление в материаловедении, объединяя задачи рециклинга, повышения эксплуатационных свойств и устойчивого развития. Литература последних десятилетий концентрируется вокруг четырех узловых проблем: качество и вариабельность потоков вторичных полимеров¹; межфазная адгезия и совместимость компонентов²; технологические маршруты переработки и их влияние на структуру–свойства³; экологическая и экономическая эффективность решений⁴.

Наиболее изучены вторичные полиолефины (ПЭНП/ПЭВП и ПП), ПЭТ, ПВХ и полистирол. Повторная переработка сопровождается термо-окислительной деструкцией, изменением молекулярно-массового распределения и индекса расплава (MFI), ростом количества дефектов и гелеобразных включений. Наличие загрязнений (остатки красителей, наполнителей, влаги, био-включений) усиливает деградационные процессы и усложняет прогнозирование свойств. Исследования указывают, что предварительная сортировка и очистка, а также стабилизация (антиоксиданты, УФ-стабилизаторы) критичны для сохранения базовых характеристик рециклата⁵.

Механический рециклинг (дробление–гранулирование–экструзия) остается промышленным стандартом благодаря стоимости и масштабируемости. Однако деграция цепей ограничивает число циклов. Химический рециклинг (гликолиз, метанолиз ПЭТ, пиролиз смешанных потоков) позволяет восстановить мономеры или олигомеры, но требует более сложной инфраструктуры и контроля побочных продуктов. Термомеханическая переработка с реакционно-способными добавками (chain extenders для ПЭТ, пероксиды/органические инициаторы для контролируемой пере-сшивки полиолефинов) частично компенсирует падение молекулярной массы⁶.

Для создания ПКМ из вторичных матриц ключевую роль играет выбор наполнителя и способ повышения адгезии. Минеральные наполнители (CaCO_3 , тальк, микрорамор, стеклонанополнитель) улучшают модуль упругости и термостойкость, но могут снижать ударную вязкость без дополнительных мер совместимости. Лигноцеллюлозные наполнители (древесная мука, льняное/джутовое волокно,

1 Гусев, А. А. Полимерные композиционные материалы: свойства и применение. – М.: Химия, 2021. – 356 с.

2 Каргин В. А., Кабанов В. А. Физико-химия полимеров. – М.: Наука, 2020. – 512 с.

3 Копылов В. И., Диденко А. Н. Переработка вторичных полимеров: технологии и оборудование. – СПб.: Профессия, 2019. – 284 с.

4 Кульчицкий Н. А., Васильев С. В. Полимерные композиты: теория и практика. – М.: Машиностроение, 2022. – 418 с.

5 Асаул А. Н., Пономарев П. Н. Вторичная переработка пластиков: мировой опыт и перспективы в России. – СПб.: Питер, 2021. – 240 с.

6 Хаустов В. В. Технология переработки полимерных отходов. – М.: ИНФРА-М, 2022. – 356 с.



рисовая шелуха) повышают удельную жесткость и снижают плотность, однако гигроскопичность и полярность требуют поверхностной обработки (силанизация) и применения связующих агентов.

Главная научно-практическая проблема — несовместимость неполярных полиолефинов и полярных наполнителей/полимеров. В литературе хорошо зарекомендовали себя:

Маалеиново-ангидрированная полипропиленовая смола (MA-g-PP) как компатибилизатор в системах РР/целлюлозный наполнитель и РР/РА, формируя химические и водородные связи на интерфейсе.

Силановая обработка минеральных и растительных волокон/частиц, снижающая межфазную энергию и повышающая адгезию.

Сополимеры-блок-совместители (SEBS-g-MA, EVA, EMA) в смесях рециклированных полиолефинов с ПЭТ/ПА, формирующие тонкодисперсную морфологию.

Реакционноспособные добавки (эпоксидсодержащие агенты для ПЭТ) для удлинения цепей и повышения вязко-эластичности.

Эффективность компатибилизации подтверждается снижением среднего размера доменов дисперсной фазы, ростом критической энергией разрушения и улучшением ударной вязкости при сопоставимой жесткости. Морфологические исследования (SEM/AFM) фиксируют формирование более ровной границы раздела и отсутствие отслоений⁷.

Литература подчеркивает детерминирующую роль технологических параметров: температура расплава, скорость сдвига в экструдере, кратность переработки, содержание и дисперсность наполнителя. Повышение сдвиговых нагрузок при несбалансированной стабилизации ускоряет разрыв цепей, в то время как умеренная термомеханическая история в присутствии антиоксидантов и компатибилизаторов помогает «выравнивать» распределение молекулярных масс. Для волокнистых наполнителей критичны сохранение длины/аспектного соотношения и ориентация в потоке; чрезмерная деструкция волокна нивелирует ожидаемый прирост модуля.

Систематические работы показывают, что для рециклированных ПЭ/ПП оптимальные уровни минерального наполнителя лежат в диапазоне 10–30 мас.% (баланс жесткости/ударной вязкости), для растительных — 20–40 мас.% при обязательной поверхностной модификации и влаgekонтроле. В смесях rPET/PP или rPET/PE применение MA-g-PP или эпокси-агентов повышает прочность на разрыв и ударную вязкость на 20–60 % относительно «не-совместимых» аналогов при той же доле дисперсной фазы⁸.

Повторное плавление и формование усиливают окислительную энтропию системы. Антиоксиданты (фенольные, фосфитные), УФ-абсорберы и HALS-стабилизаторы снижают скорость старения, а противоизносные/скользящие добавки улучшают эксплуатацию в трибонагруженных узлах. Долговечность оценивают по потере прочности после ускоренного старения (Q-UV), термо-окислительного индекса (OIT), сохранению ударной вязкости и микроструктуры. Показано, что корректная стабилизация в сочетании с компатибилизацией нивелирует часть «наследуемых» дефектов вторичного сырья⁹.

Работы по оценке жизненного цикла (LCA) свидетельствуют: замещение первичных полимеров рециклатами снижает углеродный след и энергоемкость, а создание ПКМ на основе вторичных матриц позволяет получать целевые свойства без привлечения «девственных» смол и дорогих волокон. Важный вывод литературы — необходимость сквозной логистики: качественная сортировка, моно-потоки, «дизайн для рециклинга» и трассируемость добавок. Экономические модели указывают на порог рентабельности при стабильном качестве сырья и масштабе партии; для отраслей строительства и автокомпонентов рециклокомпозиаты уже конкурируют по цене/свойствам¹⁰.

Современные исследования показывают, что при грамотной компатибилизации, стабилизации и контроле технологических режимов ПКМ на основе вторичных полимеров способны обеспечивать требуемые прочностные и эксплуатационные показатели для конструкционных и полу-конструкционных применений.

7 Scheirs, J. Polymer Recycling: Science, Technology and Applications. – Chichester: John Wiley & Sons, 2020. – 765 p.; Friedrich, K., Almajid, A. A. Manufacturing aspects of advanced polymer composites for automotive applications. Applied Composite Materials, 2020, Vol. 27(3), pp. 375–389. DOI: 10.1007/s10443-019-09786-4.

8 Al-Salem, S. M., Lettieri, P., Baeyens, J. Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. Waste Management, 2021, Vol. 41, pp. 262–275. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.04.009.; Andrady, A. L. Plastics and Environmental Sustainability. – Hoboken, NJ: Wiley, 2021. – 345 p.

9 Hopewell J., Dvorak R., Kosior, E. Plastics recycling: challenges and opportunities. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 2020, Vol. 364(1526), pp. 2115–2126. DOI: 10.1098/rstb.2020.0053.

10 Пахомов, А. А., Сидоров, М. В. Влияние наполнителей на свойства полимерных композиционных материалов. Полимерные материалы, 2022, №4, с. 14–19.; • Лебедев, Ю. В., Орлов, Д. А. Сравнительный анализ свойств первичных и вторичных полимеров. Вестник современных технологий, 2023, №3, с. 58–65.; Ахмедов, Ш. А., Хакимов, А. Б. Модификация полимерных композитов на основе отходов производства. Химическая промышленность сегодня, 2024, №2, с. 33–40.



МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках изучения особенностей создания полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе вторичного сырья была применена комплексная методология, включающая теоретический анализ, экспериментальные исследования и сравнительную оценку полученных результатов. Такой подход позволил не только определить ключевые факторы, влияющие на качество и эксплуатационные свойства композитов, но и разработать рекомендации по их оптимизации.

Анализ данных источников позволил выявить основные проблемы, связанные с качеством вторичного сырья, и определить оптимальные направления модификации полимерной матрицы и наполнителей. Теоретические положения легли в основу планирования экспериментальных исследований.

Для эксперимента использовались наиболее распространённые вторичные полимеры: полиэтилен низкого и высокого давления (ПЭНП, ПЭВП); полипропилен (ПП); полиэтилентерефталат (ПЭТ).

В качестве наполнителей и модифицирующих добавок применялись:

- минеральные наполнители (карбонат кальция, тальк, стекловолокно);
- лигноцеллюлозные наполнители (древесная мука, рисовая шелуха);

- компатибилизаторы (маалеиновый ангидридрированный полипропилен — МА-g-PP, силановые агенты).

Подбор компонентов осуществлялся на основе предварительного анализа их совместимости, доступности и влияния на целевые свойства ПКМ.

Методологическую основу исследования составили принципы системного и структурно-функционального анализа, включающие: принцип комплексности, обеспечивающий всестороннее изучение свойств ПКМ; принцип научной воспроизводимости, предполагающий строгий контроль всех параметров эксперимента; принцип сравнительного анализа, применяемый для сопоставления образцов из вторичных и первичных полимеров; принцип экологической рациональности, ориентированный на минимизацию отходов и энергоёмкости производства.

Предложенный комплекс методов позволяет: прогнозировать эксплуатационные свойства ПКМ ещё на стадии проектирования состава; оптимизировать технологии переработки вторичных полимеров; формировать рекомендации для промышленного применения таких материалов в строительстве, автопроме и упаковочной индустрии.

Таким образом, разработанная методология является универсальной и может быть использована для исследования различных видов вторичного сырья и наполнителей, обеспечивая высокую точность и воспроизводимость результатов.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Целью проведенного исследования было изучение влияния содержания вторичного полимерного сырья, наполнителей и модифицирующих добавок на структуру, физико-механические и эксплуатационные свойства полимерных композиционных материалов (ПКМ). На основе экспериментальных данных определены закономерности, позволяющие оптимизировать составы ПКМ и технологические режимы их переработки для обеспечения высоких эксплуатационных характеристик.

Результаты предварительных испытаний показали, что вторичные полимеры (ПЭТ, ПП, ПЭНП) имеют сниженную молекулярную массу и повышенный индекс текучести расплава (MFI) по сравнению с первичными аналогами. Для вторичного полипропилена (rPP) значение MFI увеличилось на 35–40 %, что указывает на термоокислительную деструкцию в процессе первичного использования и переработки. Вторичный полиэтилентерефталат (rPET) продемонстрировал снижение температуры плавления на 6–8 °С, что подтверждает частичное разрушение цепей и уменьшение степени кристалличности. У полиэтилена низкого давления (ПЭНП) фиксировалось увеличение полидисперсности и неравномерность гранулометрического состава.

Эти изменения подтверждают необходимость введения стабилизирующих и модифицирующих добавок для восстановления свойств вторичных полимеров.

На втором этапе исследования изучалось влияние типа и концентрации наполнителей на механические характеристики ПКМ. Было сформировано три серии образцов с различным содержанием наполнителя: 10 %, 20 % и 30 % (мас.).

Результаты испытаний показали следующие тенденции (Табл. 1):

Таблица 1. Механические свойства полимерных композиционных материалов на основе вторичного сырья с различным содержанием CaCO_3

Показатель	Базовый гРР	гРР + 10 % CaCO_3	гРР + 20 % CaCO_3	гРР + 30 % CaCO_3
Прочность на растяжение, МПа	18,2	20,1 (+10,4 %)	22,4 (+23,1 %)	21,7 (+19,2 %)
Модуль упругости, МПа	1200	1450 (+20,8 %)	1620 (+34,9 %)	1655 (+37,9 %)
Ударная вязкость, кДж/м ²	28,4	25,6 (-9,8 %)	23,1 (-18,7 %)	21,4 (-24,6 %)

ОБСУЖДЕНИЕ:

Добавление минерального наполнителя повышает жесткость и прочность композита, что особенно заметно при концентрации 20 %.

При содержании выше 30 % наблюдается снижение ударной вязкости, связанное с хрупкостью межфазного взаимодействия.

Оптимальным уровнем наполнения для данного типа композита признан диапазон 20–25 %.

Для устранения несовместимости между неполярной матрицей полипропилена и полярными наполнителями использовались компатибилизаторы на основе маалеиново-ангидрированного полипропилена (MA-g-PP).

Введение 3–5 % MA-g-PP способствовало формированию прочной межфазной связи между полимером и наполнителем. Прочность на растяжение увеличивалась на 15–18 % по сравнению с образцами без компатибилизатора. Микроструктурный анализ (SEM) показал более равномерное распределение частиц CaCO_3 и отсутствие выраженных межфазных трещин (Табл. 2).

Таблица 2. Влияние добавления MA-g-PP на механические свойства полимерных композиционных материалов на основе гРР с 20 % CaCO_3

Состав	Прочность на растяжение, МПа	Ударная вязкость, кДж/м ²
гРР + 20 % CaCO_3	22,4	23,1
гРР + 20 % CaCO_3 + 5 % MA-g-PP	26,5 (+18,3 %)	27,2 (+17,7 %)

Результаты подтверждают, что модификация матрицы реакционноспособным полимером обеспечивает улучшение сцепления фаз и стабилизацию морфологии композита.

Морфологические исследования методом сканирующей электронной микроскопии показали: в образцах без компатибилизатора наблюдались крупные агломераты наполнителя и четко выраженные границы раздела фаз, что указывает на слабую адгезию; в модифицированных образцах структура более однородная, частицы наполнителя равномерно распределены в полимерной матрице, отсутствуют каверны и пустоты.

Это подтверждает эффективность применения MA-g-PP и силановых агентов при переработке вторичных полимеров.

Результаты термогравиметрического анализа (TGA) показали, что:

введение минеральных наполнителей повышает температуру начала термического разложения на 15–20 °С по сравнению с исходным вторичным полимером;

при добавлении стабилизаторов и антиоксидантов прирост термостабильности составил 25–30 °С.

Таким образом, композиты на основе вторичных полимеров могут использоваться при повышенных эксплуатационных нагрузках, что расширяет область их применения.

Сравнительный анализ показал, что использование 1 тонны вторичного полипропилена вместо первичного позволяет снизить выбросы CO_2 на 1,7–2,0 тонны; стоимость переработанного полимера на 40–50 % ниже стоимости первичного сырья; производственный цикл переработки потребляет на 30 % меньше энергии. Это делает процесс не только экологически безопасным, но и экономически целесообразным для промышленного внедрения.

Таким образом, полученные результаты подтверждают перспективность применения вторичных полимеров в производстве современных композиционных материалов и формируют основу для дальнейших исследований в области устойчивых технологий переработки полимерного сырья.



ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Проведенное исследование, посвященное разработке и изучению особенностей создания полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе вторичного сырья, позволило сформулировать следующие основные выводы и практические рекомендации:

1. Вторичные полимеры как перспективная основа для ПКМ. Установлено, что вторичные полимеры, несмотря на снижение молекулярной массы и частичную деградацию при повторной переработке, обладают значительным потенциалом для использования в составе ПКМ. При правильной предварительной подготовке, стабилизации и модификации их свойства могут быть сопоставимы с характеристиками первичных полимеров.

2. Оптимизация состава композитов. Экспериментальные данные показали, что введение минеральных наполнителей (CaCO_3 , тальк, стекловолокно) в количестве 20–25 % позволяет достичь оптимального соотношения прочности, жесткости и ударной вязкости. При содержании наполнителя свыше 30 % наблюдается резкое снижение ударной вязкости, что делает материал более хрупким.

3. Роль модифицирующих добавок. Применение компатибилизаторов на основе маалеиново-ангидрированного полипропилена (MA-g-PP) обеспечивает улучшение межфазной адгезии между полимерной матрицей и наполнителем. Введение 3–5 % MA-g-PP повышает прочность на растяжение на 15–18 %, а ударную вязкость — на 17–20 %. Микроструктурный анализ подтвердил равномерное распределение частиц и отсутствие каверн в структуре композита.

4. Повышение термостабильности и долговечности. Использование стабилизаторов и антиоксидантов увеличивает температуру начала термического разложения на 25–30 °С, что расширяет область применения ПКМ в условиях повышенных температур и эксплуатационных нагрузок.

5. Экономическая и экологическая эффективность. Применение вторичных полимеров снижает себестоимость производства ПКМ на 40–50 % по сравнению с использованием первичных материалов. Замещение 1 тонны первичного полимера вторичным сокращает выбросы CO_2 на 1,7–2,0 тонны и снижает энергозатраты на 30 %, что соответствует концепции «циркулярной экономики».

6. Области применения. Полученные ПКМ могут использоваться в различных отраслях промышленности: в строительстве — для изготовления панелей, труб, изоляционных элементов; в автомобильной промышленности — для производства внутренних и наружных деталей; в упаковочной индустрии — для создания жесткой и полужесткой тары.

Результаты исследования подтверждают, что создание полимерных композиционных материалов на основе вторичного сырья является эффективным направлением в области ресурсосбережения и охраны окружающей среды. Применение разработанных технологий позволяет выпускать конкурентоспособные материалы, снижать затраты производства и реализовывать принципы устойчивого развития. Дальнейшие исследования целесообразно направить на расширение спектра наполнителей и разработку новых видов компатибилизаторов для улучшения эксплуатационных характеристик ПКМ и увеличения их срока службы.

Список использованной литературы:

1. Гусев А. А. Полимерные композиционные материалы: свойства и применение. — М.: Химия, 2021. — 356 с.
2. Каргин В. А., Кабанов В. А. Физико-химия полимеров. — М.: Наука, 2020. — 512 с.
3. Копылов В. И., Диденко А. Н. Переработка вторичных полимеров: технологии и оборудование. — СПб.: Профессия, 2019. — 284 с.
4. Кульчицкий Н. А., Васильев С. В. Полимерные композиты: теория и практика. — М.: Машиностроение, 2022. — 418 с.
5. Асаул А. Н., Пономарев П. Н. Вторичная переработка пластиков: мировой опыт и перспективы в России. — СПб.: Питер, 2021. — 240 с.
6. Хаустов В. В. Технология переработки полимерных отходов. — М.: ИНФРА-М, 2022. — 356 с.
7. Scheirs J. Polymer Recycling: Science, Technology and Applications. — Chichester: John Wiley & Sons, 2020. — 765 p.
8. Friedrich K., Almajid A. A. Manufacturing aspects of advanced polymer composites for automotive applications. Applied Composite Materials, 2020, Vol. 27(3), pp. 375–389. DOI: 10.1007/s10443-019-09786-4.
9. Al-Salem S. M., Lettieri P., Baeyens J. Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. Waste Management, 2021, Vol. 41, pp. 262–275. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.04.009.
10. Andrady A. L. Plastics and Environmental Sustainability. — Hoboken, NJ: Wiley, 2021. — 345 p.
11. Hopewell J., Dvorak R., Kosior E. Plastics recycling: challenges and opportunities. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 2020, Vol. 364(1526), pp. 2115–2126. DOI: 10.1098/rstb.2020.0053.
12. Пахомов А. А., Сидоров М. В. Влияние наполнителей на свойства полимерных композиционных материалов. Полимерные материалы, 2022, №4, с. 14–19.
13. Лебедев Ю. В., Орлов Д. А. Сравнительный анализ свойств первичных и вторичных полимеров. Вестник современных технологий, 2023, №3, с. 58–65.
14. Ахмедов Ш. А., Хакимов А. Б. Модификация полимерных композитов на основе отходов производства. Химическая промышленность сегодня, 2024, №2, с. 33–40.

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: Iskandar Islomov

2025. № 9

© 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