ISSN:3030-332X
Impact factor: 9,493
International journal of scientific researchers

EKOLOGIK XAVFSIZ KOMPOZITSION MATERIALLAR ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASI

G‘afforova Barchinoy Omonboy qizi
Navoiy davlat universiteti
gafforovabarchinoy11@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.22049151

Annotatsiya: Mazkur maqolada ekologik xavfsiz kompozitsion materiallarni ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalari, ularning xomashyo bazasi, texnologik tayyorlash bosqichlari va sanoatda qo‘llanish istiqbollari tahlil qilingan. Tadqiqotda tabiiy tolalar, biologik parchalanadigan polimerlar, qishloq xo‘jaligi chiqindilari hamda qayta ishlangan polimer xomashyolardan foydalanish imkoniyatlari o‘rganilgan. Tabiiy tolalarni saralash, tozalash, quritish, maydalash va modifikatsiyalash jarayonlarining kompozit materiallarning strukturaviy va ekspluatatsion xususiyatlariga ta’siri tahlil qilingan. Shuningdek, tabiiy tolalarning gidrofil xususiyatlarini kamaytirish va polimer matritsa bilan adgeziyasini yaxshilashda ishqoriy ishlov berishning ahamiyati ko‘rib chiqilgan. Ekstruziya, inyeksion qoliplash va issiq presslash kabi texnologiyalarning imkoniyatlari taqqoslangan. Tadqiqot natijalari mahalliy qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan foydalanish, birlamchi xomashyo sarfini kamaytirish, chiqindilarni qayta ishlash va kompozit materiallarning ekologik samaradorligini oshirish imkoniyatlari mavjudligini ko‘rsatdi. Ekologik xavfsizlikni baholashda materialning butun hayotiy siklini hisobga olish zarurligi asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: ekologik kompozitlar, biokompozitlar, polimer kompozitlar, tabiiy tolalar, qishloq xo‘jaligi chiqindilari, biologik parchalanadigan polimerlar, qayta ishlangan xomashyo, ekstruziya, issiq presslash, inyeksion qoliplash, merserizatsiya, hayotiy sikl, ekologik samaradorlik, kompozit materiallar.

АННОТАЦИЯ: В статье проведён анализ современных технологий производства экологически безопасных композиционных материалов, их сырьевой базы, основных этапов технологической подготовки и перспектив промышленного применения. Рассмотрены возможности использования натуральных волокон, биоразлагаемых полимеров, сельскохозяйственных отходов и переработанного полимерного сырья для получения экологически безопасных композиционных материалов. Проанализировано влияние процессов сортировки, очистки, сушки, измельчения и модификации натуральных волокон на структурные и эксплуатационные характеристики композитов. Особое внимание уделено проблеме недостаточной адгезии между гидрофильными натуральными волокнами и преимущественно гидрофобной полимерной матрицей. Рассмотрено значение щелочной обработки волокон для улучшения их поверхностных характеристик и межфазного взаимодействия. Проведено сравнение технологий экструзии, литья под давлением и горячего прессования. Результаты анализа показывают перспективность использования местных сельскохозяйственных отходов в качестве сырья для производства композитов, что позволяет снизить расход первичных ресурсов и объём отходов. Обоснована необходимость оценки экологической эффективности композиционных материалов на протяжении всего жизненного цикла — от получения сырья до утилизации готового изделия.

Ключевые слова: экологические композиты, биокомпозиты, полимерные композиционные материалы, натуральные волокна, сельскохозяйственные отходы, биоразлагаемые полимеры, переработанное сырьё, экструзия, горячее прессование, литьё под давлением, мерсеризация, жизненный цикл, экологическая эффективность, композиционные материалы.

ABSTRACT: The article analyzes modern technologies for the production of environmentally safe composite materials, their raw material sources, main processing stages, and prospects for industrial application. The study considers the potential of natural fibers, biodegradable polymers, agricultural wastes, and recycled polymer feedstocks for producing environmentally friendly composite materials.

Particular attention is given to the influence of sorting, cleaning, drying, grinding, and modification of natural fibers on the structural and functional properties of composites. The hydrophilic nature of natural fibers and the predominantly hydrophobic nature of polymer matrices can limit interfacial adhesion; therefore, the role of alkaline treatment, particularly mercerization, in improving fiber surface characteristics and fiber–matrix interaction is considered. Extrusion, injection molding, and hot pressing technologies are comparatively analyzed. The results indicate that agricultural wastes such as cotton stalks, straw, and rice husks can serve as promising local raw materials for composite production. Their utilization may reduce the consumption of primary resources, transportation requirements, and the volume of agricultural waste. The study also emphasizes that the environmental performance of composite materials should be assessed throughout their entire life cycle, including raw material production, processing, use, and end-of-life management.

Keywords: eco-friendly composites, biocomposites, polymer composites, natural fibers, agricultural waste, biodegradable polymers, recycled feedstock, extrusion, hot pressing, injection molding, mercerization, life cycle, environmental performance, composite materials.

Kirish. Sanoatning jadal rivojlanishi natijasida polimer materiallarga bo‘lgan talabning ortishi, tabiiy resurslarning kamayishi hamda chiqindilar hajmining ko‘payishi ekologik muammolarni yanada keskinlashtirmoqda. An’anaviy polimer kompozitsion materiallar yuqori mustahkamlik, yengillik va korroziyaga chidamlilik kabi afzalliklarga ega bo‘lsa-da, ularning asosiy qismi neft mahsulotlaridan olinadi va tabiiy muhitda juda sekin parchalanadi.

Shu sababli so‘nggi yillarda tabiiy tolalar, biologik parchalanadigan polimerlar, qishloq xo‘jaligi chiqindilari va qayta ishlangan xomashyo asosida ekologik xavfsiz kompozitsion materiallar yaratishga katta e’tibor qaratilmoqda. Ilmiy adabiyotlarda bunday materiallar “yashil kompozitlar”, “biokompozitlar” yoki “ekokompozitlar” deb ataladi [1, 5].

Tadqiqot metodologiyasi - tadqiqot ekologik xavfsiz kompozitsion materiallarni ishlab chiqarish texnologiyalarini o‘rganish, tabiiy va qayta tiklanuvchi xomashyolardan foydalanish imkoniyatlarini aniqlash hamda ularning sanoatda qo‘llanish istiqbollarini baholashga yo‘naltirildi. Tadqiqot obyekti sifatida tabiiy tolalar, qishloq xo‘jaligi chiqindilari, biologik parchalanadigan polimerlar va qayta ishlangan polimerlar asosida olinadigan ekologik kompozitsion materiallar tanlandi.

Tadqiqotning asosiy metodologik yondashuvi ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, taqqoslash, umumlashtirish va tizimlashtirish usullariga asoslandi. Ilmiy manbalarda keltirilgan ma’lumotlar asosida tabiiy tolalar va boshqa ekologik xomashyolarning kompozitsion materiallar tarkibidagi funksiyasi, ularni tayyorlash va modifikatsiyalash usullari hamda ishlab chiqarish texnologiyalarining material xususiyatlariga ta’siri o‘rganildi. Tadqiqot jarayonida ekologik kompozitsion materiallar ishlab chiqarishning asosiy texnologik bosqichlari ketma-ket ravishda ko‘rib chiqildi. Bunda xomashyoni saralash va tozalash, quritish, maydalash, tabiiy tolalarni fizik-kimyoviy modifikatsiyalash, polimer matritsa bilan aralashtirish va yakuniy shakllantirish jarayonlariga alohida e’tibor qaratildi. Tabiiy tolalarning namligi, uzunligi va zarracha o‘lchami kompozitning strukturaviy bir xilligi hamda mexanik xususiyatlariga ta’sir qiluvchi muhim texnologik omillar sifatida baholandi.

Tabiiy tolalar va polimer matritsa o‘rtasidagi adgeziyani yaxshilash maqsadida qo‘llaniladigan modifikatsiyalash usullari ham qiyosiy tahlil qilindi. Xususan, ishqoriy ishlov berish — merserizatsiyaning tola sirtidagi mum, yog‘, pektin va ligninning bir qismini olib tashlash, sirt g‘adir-budurligini oshirish hamda matritsa bilan bog‘lanishni yaxshilashdagi roli o‘rganildi. Shu bilan birga, ishlov berish sharoitlarining haddan tashqari kuchayishi tabiiy tolalar tuzilishiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi hisobga olindi.

Ekologik xavfsiz kompozitlar tarkibida zig‘ir, kanop, jut, paxta, bambuk, yog‘och uni, guruch po‘chog‘i, bug‘doy somoni va boshqa tabiiy materiallardan foydalanish mumkin. Ular sintetik tolalarga nisbatan qayta tiklanuvchanligi, past zichligi va nisbatan qulay tannarxi bilan ajralib turadi [1, 2]. Mazkur tezisning maqsadi ekologik kompozitsion materiallar ishlab chiqarish texnologiyalarini o‘rganish, xomashyoni tayyorlash bosqichlarini tahlil qilish hamda ularning sanoatda qo‘llanish istiqbollarini aniqlashdan iborat.

Tezisni tayyorlashda ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, taqqoslash, umumlashtirish va tizimlashtirish metodlaridan foydalanildi. Ekologik xavfsizlikni baholashda xomashyoning qayta tiklanuvchanligi, energiya sarfi, zararli chiqindilar, qayta ishlanish imkoniyati, biologik parchalanish, xizmat muddati va hayotiy sikl yakunidagi utilizatsiya mezonlari hisobga olindi [4].

Ekologik kompozitlarning sifati tabiiy tolalarni to‘g‘ri tayyorlashga bog‘liq. Xomashyo odatda saralanadi, chang, tuproq, yog‘, mum va boshqa aralashmalardan tozalanadi, so‘ng quritilib kerakli o‘lchamgacha maydalanadi. Tabiiy tolalar namlikni tez yutgani sababli ortiqcha namlik kompozit tarkibida g‘ovaklar hosil bo‘lishiga va tola bilan polimer matritsa orasidagi bog‘lanishning zaiflashishiga olib keladi. Shu bois tolalar ularning turi va termik barqarorligiga qarab, ko‘pincha 60–105 °C oralig‘ida quritiladi. Tola uzunligi va zarracha o‘lchami ham kompozitning mexanik xususiyatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [2, 3].

Tabiiy tolalarning gidrofil xususiyati va polimer matritsalarning ko‘pincha gidrofob bo‘lishi ularning o‘zaro yopishishini cheklaydi. Mazkur muammoni kamaytirish uchun tolalar fizik yoki kimyoviy usullarda modifikatsiyalanadi. Eng ko‘p qo‘llanadigan usullardan biri natriy gidroksid eritmasi bilan ishlov berish — merserizatsiyadir. Ishqoriy ishlov natijasida tola sirtidagi mum, yog‘, pektin va ligninning bir qismi olib tashlanib, sirt g‘adir-budurligi hamda matritsa bilan bog‘lanish yaxshilanadi. Biroq reagent konsentratsiyasi yoki ishlov muddati ortib ketsa, tolalar tuzilishi zararlanishi mumkin [2, 3].

Kompozitlarni ishlab chiqarishda ekstruziya, inyeksion qoliplash va issiq presslash usullaridan foydalaniladi. Ekstruziyada polimer, tabiiy tolalar va qo‘shimchalar qizdirilib aralashtiriladi hamda shakllantiruvchi kallak orqali chiqariladi. Issiq presslash esa yassi plitalar, qoplama materiallari va avtomobil ichki qismlarini olishda samarali hisoblanadi. Jarayonning harorati, bosimi, tola miqdori va xomashyo namligi tayyor mahsulot sifatini belgilovchi asosiy omillardir [5].

Ekologik xavfsiz kompozitsion materiallar an’anaviy neft asosidagi va sintetik tolalar bilan mustahkamlangan materiallarga istiqbolli muqobil hisoblanadi. Ular qayta tiklanuvchi xomashyo, qishloq xo‘jaligi chiqindilari, biopolimerlar va qayta ishlangan polimerlardan foydalanish imkonini beradi. Qishloq xo‘jaligi chiqindilari ekologik xavfsiz kompozitsion materiallar ishlab chiqarish uchun istiqbolli xomashyo hisoblanadi. Paxta poyasi, somon va guruch po‘chog‘ini polimer matritsalar bilan birlashtirish orqali yengil, nisbatan arzon va funksional materiallar olish mumkin. Mahalliy chiqindilardan foydalanish birlamchi xomashyo sarfini, tashish masofasini va chiqindilar hajmini kamaytirishi mumkin. Biroq materialning haqiqiy ekologik ustunligi xomashyo olishdan utilizatsiyagacha bo‘lgan butun hayotiy sikl asosida baholanishi lozim [4, 5].

O‘tkazilgan tahlillar natijasida ekologik xavfsiz kompozitsion materiallarni ishlab chiqarishda tabiiy tolalar, qishloq xo‘jaligi chiqindilari, biologik parchalanadigan polimerlar va qayta ishlangan polimerlardan foydalanish an’anaviy neft asosidagi xomashyoga muqobil yo‘nalish sifatida katta imkoniyatlarga ega ekanligi aniqlandi. Bunday xomashyolardan foydalanish birlamchi resurslarga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirish, chiqindilarni qayta qiymatga aylantirish va kompozitsion materiallarning ekologik ko‘rsatkichlarini yaxshilash imkonini beradi.

Tahlil natijalari tabiiy tolalarning, jumladan, zig‘ir, kanop, jut, paxta, bambuk va yog‘och asosidagi materiallarning kompozitsion materiallar uchun istiqbolli mustahkamlovchi komponent ekanligini ko‘rsatdi. Shuningdek, paxta poyasi, bug‘doy somoni va guruch po‘chog‘i kabi qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan foydalanish orqali yengil, nisbatan arzon va funksional materiallar olish imkoniyati mavjudligi aniqlandi. Mahalliy chiqindilardan foydalanish xomashyoni uzoq masofalarga tashish ehtiyojini ham kamaytirishi mumkin.

Tabiiy tolalarni dastlabki tayyorlash kompozit sifatini belgilovchi muhim bosqichlardan biri ekanligi aniqlandi. Saralash, tozalash, quritish va maydalash jarayonlarining to‘g‘ri tashkil etilishi kompozit tarkibining bir xilligini ta’minlashga xizmat qiladi. Ayniqsa, tabiiy tolalarning namligi muhim omil hisoblanadi. Ortiqcha namlik kompozit tarkibida g‘ovaklarning shakllanishiga va tola–polimer matritsa o‘rtasidagi bog‘lanishning zaiflashishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli xomashyoni shakllantirishdan oldin yetarli darajada quritish zarur.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, tabiiy tolalarning uzunligi va zarracha o‘lchami ham kompozitning yakuniy xususiyatlariga ta’sir qiluvchi muhim parametrlar hisoblanadi. Tolalarning optimal o‘lchamda tayyorlanishi ularning polimer matritsada bir tekis taqsimlanishiga va kompozit strukturasining bir jinsli

shakllanishiga yordam beradi. Demak, xomashyoni maydalash darajasini tanlashda nafaqat texnologik qulaylik, balki materialning strukturaviy va mexanik xususiyatlari ham hisobga olinishi kerak.

Biologik parchalanadigan polimerlar asosidagi kompozitsion materiallar plastik chiqindilar muammosini kamaytirishga xizmat qiluvchi istiqbolli materiallardir. Ularni tabiiy tolalar, sellyuloza va nanotsellyuloza bilan mustahkamlash natijasida mexanik va funksional xususiyatlarni yaxshilash mumkin. Ishlab chiqarish jarayonida xomashyoni quritish, haroratni nazorat qilish va to‘ldiruvchilarning bir tekis tarqalishini ta’minlash muhimdir. Bunday materiallarning ekologik ustunligini baholashda butun hayotiy sikl hisobga olinishi lozim. Kelajakda biopolimerlar tannarxini kamaytirish, mahalliy xomashyodan foydalanish, sanoat kompostlash infratuzilmasini rivojlantirish va biologik parchalanish standartlarini joriy etish muhim vazifalardan hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Faruk O., Bledzki A.K., Fink H.P., Sain M. Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. Progress in Polymer Science. 2012. 37(11).1552–1596b
2. Pickering K.L., Efendy M.G.A., Le T.M. A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance. Composites Part A. 2016. Vol. 83. P. 98–112b.
3. John M.J., Thomas S. Biofibres and biocomposites. Carbohydrate Polymers. 2008. 71(3).. 343–364b.
4. Joshi S.V., Drzal L.T., Mohanty A.K., Arora S. Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites? Composites Part A. 2004. 35(3). 371–376b.
5. Gurunathan T., Mohanty S., Nayak S.K. A review of the recent developments in biocomposites based on natural fibres and their application perspectives. Composites Part A. 2015. Vol. 77. 1–25b.